

ALEXSON DE MELLO CUNHA

AMBIENTES, SOLOS E USO COM VISTA AO POTENCIAL DE PRODUÇÃO  
DE ÁGUA EM MICROBACIAS (MATA ATLÂNTICA) DO MUNICÍPIO DE  
GUARAPARI, ES

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Solos e Nutrição de  
Plantas, para obtenção do Título de  
*Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

Cunha, Alexson de Mello, 1973-  
C972a                   Ambientes, solos e uso com vista ao potencial de pro-  
2003                   dução de água em microbacias (Mata Atlântica) do muni-  
                              cípio de Guarapari, ES / Alexson de Mello Cunha. – Viço-  
                              sa : UFV, 2003.  
                              133p. : il.

Orientador: João Luiz Lani  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa

1. Solo - Uso - Aspectos ambientais - Guarapari (ES).  
2. Solos - Umidade. 3. Solos - Fertilidade. 4. Mapeamen-  
to do solo - Guarapari (ES). 5. Mineralogia do solo -  
Guarapari (ES). 6. Física do solo - Guarapari (ES). I. Uni-  
versidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 631.4098152

ALEXSON DE MELLO CUNHA

AMBIENTES, SOLOS E USO COM VISTA AO POTENCIAL DE PRODUÇÃO  
DE ÁGUA EM MICROBACIAS (MATA ATLÂNTICA) DO MUNICÍPIO DE  
GUARAPARI, ES

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das  
exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Solos e Nutrição de  
Plantas, para obtenção do Título de  
“*Magister Scientiae*”.

APROVADA: 19 de setembro de 2003.

---

Prof. Elpídio Inácio Fernandes Filho  
(Conselheiro)

---

Prof. Ivo Jucksch

---

Prof. Maurício P. Ferreira Fontes

---

Prof. Guido Assunção Ribeiro

---

Prof. João Luiz Lani  
(Orientador)

Aos meus pais, Ilzeny e Vicente.

Aos meus irmãos, Gláucio, Rogério, Andressa e Gláucia.

Aos meus cunhados.

Aos meus sobrinhos.

## **AGRADECIMENTO**

À Deus. Sem Ele nada se realizaria.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade na obtenção do título de Magister Science.

À CAPES, pela concessão do apoio financeiro.

Ao Professor João Luiz Lani, por estar sempre disponível à orientação com muito desígnio, pela paciência, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos professores Elpídio Inácio Fernandes Filho e Liovando Marciano da Costa, pelas críticas, sugestões e ensinamentos recebidos durante o curso e pela amizade.

Ao professor Mauro Resende, Sérvulo Batista de Rezende e João Carlos Ker pela grande contribuição durante minha formação neste curso.

Ao professor Maurício Fontes pela atenção e cooperação para concluir este trabalho e pela amizade conquistada.

A Universidade Federal do Espírito Santo por ter me possibilitado a realização deste curso e, em especial ao professor Adilson Caten, pela disponibilização do laboratório para realizar as análises químicas de rotina.

À Giovana Kill e ao pessoal da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Guarapari pelo apoio prestado durante as viagens de campo.

Aos amigos Eufnan Amaral, Paulo Nascimento, Eliete Vilarinho, Valmir Rosado e Márcio Francelino pela amizade e pelas colaborações em diversas fases deste trabalho.

Aos amigos do NEPUT (Rita, Joca, Márcio, Marcelo, Luziane e Carlos) pela boa convivência.

Aos agricultores das microbacias estudadas, por nos receberem de forma cortês e permitido a trabalhar em suas propriedades.

Ao Tiãozinho, Carlos Fonseca, Carlos Henrique, Cláudio, Frederico, Luciana, Francisco e demais funcionários que contribuíram para a realização deste trabalho

Aos colegas das repúblicas, em especial ao Renato e Douglas pela convivência agradável e momentos de paz e descontração.

Aos colegas Agno, César, Diego, Juscimar, Rodinei, Benno, Marhius, Fabio e a todos do Departamento de Solos pela amizade e companheirismo nas mais diversas horas.

A toda minha família que contribuiu positivamente, incentivando-me para que pudesse chegar até aqui.

## **BIOGRAFIA**

ALEXSON DE MELLO CUNHA, filho de Vicente Bodevan da Cunha e Ilzeny Machado de Mello Cunha, nasceu em Guaçui, ES, em 09 de dezembro de 1973.

Em 1989, iniciou o curso técnico em agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Alegre, formando-se em 1991.

Em 1995, iniciou o curso de Agronomia e ao mesmo tempo as suas atividades profissionais como servidor público da Escola Agrotécnica Federal de Alegre.

Em 1997, foi transferido para a Universidade Federal do Espírito Santo, onde atuou como técnico no laboratório de solos do CAUFES.

Em 2001, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo. No mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, no Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Planejamento e manejo de bacias hidrográficas .....	3
2.2. Qualidade da água .....	4
2.3. Cobertura vegetal .....	5
2.4. Infiltração da água no solo .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
3.1 Descrição geral da área .....	10
3.2. Clima e altitude .....	10
3.3. Geologia .....	12
3.4. Geomorfologia .....	13
3.5. Atividades de campo .....	13
3.5.1. Estratificação dos ambientes .....	17
3.5.2. Levantamento aerofotográfico não-convencional .....	17
3.5.3. Entrevistas com agricultores .....	17
3.5.4. Resistência do solo à penetração .....	17
3.5.5. Avaliação do índice de cobertura do solo .....	18
3.5.6. Análise da condutividade hidráulica saturada .....	19
3.6. Análises laboratoriais .....	19

3.6.1. Caracterização física .....	19
3.6.2. Caracterização química .....	19
3.6.3. Ataque sulfúrico .....	20
3.6.4. Óxidos de ferro cristalinos e amorfos .....	20
3.6.5. Fósforo remanescente .....	20
3.6.6. Análise mineralógica .....	20
3.6.7. Análises químicas das águas .....	21
3.7. Trabalho de escritório .....	21
3.7.1. Elaboração do mapa base .....	21
3.7.2. Elaboração do mosaico semicontrolado .....	21
3.7.3. Classificação do uso do solo e elaboração do mapa temático .....	22
3.7.4. Delineamento dos solos e elaboração do mapa temático .....	22
3.7.5. Caracterização morfométrica .....	23
3.7.5.1. Densidade de drenagem .....	23
3.7.5.2. Ordem dos cursos d'água .....	23
3.7.5.3. Padrão de drenagem .....	23
3.7.5.4. Índice de compacidade .....	23
3.7.5.5. Curva hipsométrica .....	24
3.7.5.6. Classes de declividade .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1. Estratificação dos Ambientes .....	25
4.1.1. Ambiente Tabuleiros Costeiros.....	25
4.1.2. Ambiente Córrego do Oratório.....	28
4.1.3. Ambiente Buenos Aires .....	28
4.1.4. Ambiente Córrego do Limão .....	29
4.1.5. Ambiente Boa Esperança .....	29
4.2. Características morfométricas .....	29
4.2.1. Área e perímetro .....	29
4.2.2. Densidade de drenagem .....	30
4.2.3. Índice de compacidade .....	32
4.2.4. Ordem e padrão de drenagem .....	32
4.2.5. Declividade .....	32
4.2.6. Curvas hipsométricas .....	33
4.3. Distribuição e quantificação das unidades de uso .....	35
4.3.1. Pastagem .....	35

4.3.2. Cobertura florestal .....	42
4.3.3. Culturas .....	44
4.4. Análises das águas .....	46
4.5. Solos .....	49
4.5.1. Distribuição e quantificação das classes de solos .....	49
4.5.2. Características químicas .....	55
4.5.3. Ataque sulfúrico .....	59
4.5.4. Ferro extraído com ditionito e com oxalato .....	64
4.5.5. Mineralogia da fração argila .....	67
4.5.6. Morfologia .....	80
4.5.6.1. Profundidade .....	80
4.5.6.2. Cor .....	83
4.5.6.3. Estrutura .....	84
4.5.6.4. Consistência .....	85
4.5.7. Análises físicas .....	86
4.5.7.1. Análise granulométrica .....	86
4.5.7.2. Densidade do solo .....	89
4.5.7.3. Porosidade total .....	90
4.5.7.4. Equivalente de umidade .....	91
4.5.7.5. Retenção de água .....	91
4.5.7.6. Resistência do solo à penetração .....	93
4.5.7.7. Condutividade hidráulica saturada .....	95
4.6. Índice de cobertura do solo .....	96
4.7. Entrevistas .....	99
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106
APÊNDICES .....	114

## RESUMO

CUNHA, Alexson de Mello, M.S. Universidade Federal de Viçosa, setembro, 2003. **Ambientes, Solos e Uso Com Vista ao Potencial de Produção de Água em Microbacias (Mata Atlântica) do Município de Guarapari, ES.** Orientador: João Luiz Lani. Conselheiros: Elpídio Inácio Fernandes Filho e Liovando Marciano da Costa.

Foram estudadas quatro microbacias do município de Guarapari, sul do Estado do Espírito Santo. Objetivou-se levantar alguns aspectos das classes de solos, dos ambientes e do uso do solo, que podem influenciar na qualidade e quantidade de água “produzida” nas microbacias. Para este propósito, oito perfis representativos da área foram descritos e coletados. As amostras de solos foram analisadas física, química e mineralogicamente. Além da caracterização física em laboratório, testes de resistência à penetração e condutividade hidráulica saturada foram realizados em condições de campo. Para caracterização química da água foram feitas 17 amostragens ao longo dos cursos d’água. Os mapas de solos e de uso do solo foram produzidos utilizando-se aerofotos não-convencionais na escala 1:10.000 e, a caracterização morfométrica das microbacias, as informações da carta planialtimétrica do IBGE. Entrevistas informais relacionadas ao uso do solo foram realizadas com alguns agricultores. A área de estudo foi estratificada em

cinco ambientes distintos, quanto aos tipos de solos, relevo e uso do solo. Maior deflúvio superficial, processos erosivos e enchentes são passíveis de ocorrer na microbacia do córrego do Oratório, devido ao maior índice de compactação e o maior percentual de solos de pouca profundidade efetiva. Aproximadamente 40% das áreas das microbacias são ocupadas por pastagens. Nos ambientes em que são comuns as atividades pecuárias extensivas, a pastagem apresentou uma maior resistência à penetração nos primeiros centímetros de profundidade e um menor índice de cobertura, quando comparado ao solo com cobertura de mata secundária, evidenciando uma maior pressão de uso. Em maior profundidade, os horizontes característicos de cada classe de solo, foi determinante na resistência à penetração. Nos horizontes B texturais os valores tenderam a ser mais elevados. As maiores condutividades hidráulicas saturadas foram obtidas a 20 cm de profundidade provavelmente explicadas pelo maior teor de matéria orgânica e textura mais arenosa. Na profundidade 40cm, a maior restrição à condutividade foi devido ao horizonte Bt1 do Argissolo Vermelho Distrófico típico. Todos os solos estudados são distróficos, sendo a caulinita, a gibbsita e os óxidos de ferro os minerais mais comuns na fração argila. As várzeas, de uso mais intensivo, são geralmente drenadas pelos agricultores. Os Latossolos Amarelos bem intemperizados e profundos, de maior ocorrência na microbacia do córrego do Limão, bem como os Gleissolos, se preservados da drenagem artificial, são os maiores potenciais para a produção de água. Nas amostras de água, apenas os teores de fósforo se encontram um pouco acima do permitido para a classe de uso 3 (para abastecimento doméstico, após tratamento convencional), em conformidade com os padrões de qualidade do CONAMA. Os solos distróficos, o relevo montanhoso e a pouca valorização dos serviços e produtos agrícolas, são umas das maiores dificuldades encontradas pela agricultura familiar. Entretanto, em razão das belezas da paisagem, com diferentes ambientes, as atividades como o agro e ecoturismo são os grandes potenciais da área.

## ABSTRACT

CUNHA, Alexson de Mello, M.S. Universidade Federal de Viçosa, september, 2003. **Environments, soils and land use with view to the water yield potential in small basins (Mata Atlântica) of Guarapari, ES.** Adviser: João Luiz Lani. Committee members: Elpídio Inácio Fernandes Filho and Liovando Marciano da Costa.

Four small drainage basins located in Guarapari, south of Espírito Santo State were studied. This work aimed to survey some aspects of the classes of soils, variety of environments and land use, which can influence in the quality and quantity of water yielded. For this purpose, eight representative soils profiles of the area were described and collected for physical, chemical and mineralogical analysis. Besides the physical characterization in laboratory, the tests of penetration resistance and saturated hydraulic conductivity were accomplished in field conditions. Along the stream were made 17 samplings for chemical characterization. The soils and land use maps were produced by using non-conventional aerial photographs in the scale approximate of 1:10.000 and to the morphometric characterization of the small basins was used the information of topographic map of the IBGE. Informal interviews related to the land use were accomplished with some farmers. The study area was stratified in five different environments relationship to the types of soils, relief and land

use. Larger runoff, erosive processes and inundation are possible to happen in the córrego do Oratório, due to the largest circularity index and the largest percentile of soils with little effective depth. Approximately 40% of the study area are used for pastures. In the environments that are common the activities of extensive cattle breeding, the pasture presented a larger penetration resistance in the first depth centimeters and a smaller covering index, when compared to the soil with secondary forest covering, evidencing a larger use pressure. In larger depth, the characteristic horizons of each soil class were decisive in the penetration resistance. In the argilic horizons the values tended to be higher. The largest saturated hydraulic conductivities were obtained to 20 cm of depth, probably explained by the largest organic matter content and sandier texture. To 40 cm depth, the smaller hydraulic conductivity was due to the Bt1 horizon from Typic Distrophic Red Podzolic Soil (Typic Kandiuults). All the studied soils are distrophics and the most common minerals in the clay fraction are kaolinite, gibbsite and iron oxides. The lowlands, which have more intensive utilization are generally drained by the farmers. The Gleysols if not artificially drained and the Yellow Latosols well weathered and deep, which occur in large extension in the córrego do Limão, are the greater potentials for the water yield. In the water samples, just the phosphorus presented a little above the content allowed for the class 3 (water for domestic consumption after conventional treatment), in accordance with CONAMA. The distrophic soils, mountainous relief and little valorization of the services and agricultural products are one of the largest difficulties found by the family agriculture. However, due the beauties of the landscape, with different environments, the activities as the ecotourism and the rural tourism are the great potentials of the area.

## 1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo é dada importância ao solo, especialmente à sua função de substrato para a produção de alimentos. Recentemente, atenção maior tem sido dada aos aspectos dos solos envolvidos com o ciclo hidrológico, devido ao crescimento da população mundial e previsões de escassez de água em muitos países. Ainda na primeira metade deste século tornou-se uma real preocupação a conservação e preservação dos recursos do meio físico que estão relacionados com a água. Por este fato, os estudos de solos voltados para essa questão se tornam uma necessidade.

O solo não produz água, mas é um dos fatores fundamentais do ciclo hidrológico que vai definir o potencial de recarga dos aquíferos subterrâneos, para que estes últimos forneçam água às nascentes. A expressão “produção de água” não se refere à combinação de dois átomos de hidrogênio com um de oxigênio para formar água. O termo se refere à necessidade de aumentar a vazão dos córregos permanentemente.

Solos de diferentes classes possuem características intrínsecas, o que pode resultar em diferentes capacidades de infiltração e conseqüentemente de recarga. Alguns tipos de uso e manejo para algumas classes de solos, considerando as alterações de suas características físicas e químicas, resultam em degradação de algumas áreas, com efeito na qualidade e quantidade de água produzida em uma bacia hidrográfica.

Quando o uso e o manejo estão adequados às diferentes classes de solos, aos diferentes ambientes, levando-se em consideração a diferenças no

potencial de cada solo pode-se aumentar consideravelmente a recarga dos aquíferos e conseqüentemente o volume de água dos rios, regularizar suas vazões e minimizar os riscos de degradação da qualidade da água produzida. Além disso, promove a proteção de vegetações naturais como a Mata Atlântica, elemento importante para o desenvolvimento do grande potencial ecoturístico da região acidentada do Espírito Santo. Assim, com a finalidade de avaliar o potencial de produção de água, com ênfase na classe de solo e seus diferentes usos, teve-se como objetivos os seguintes pontos:

1. Caracterizar as principais classes de solos e como se inter-relacionam na paisagem, dentro da perspectiva do solo como importante fator na “produção de água”;
2. Caracterizar as principais classes de uso do solo e avaliar dentro perspectiva da produção de água qual ou quais estão contribuindo mais para a degradação do ambiente;
3. Reconhecer os diferentes ambientes que compõem a bacia hidrográfica e gerar mapas temáticos com a utilização de fotografias aéreas não-convencionais;
4. Avaliar em caráter exploratório, em diferentes pontos da bacia, a qualidade das águas;
5. Procurar resgatar dos principais usuários (agricultores) o histórico de uso e conhecer as suas principais aspirações e os problemas enfrentados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Planejamento e manejo de bacias hidrográficas**

O volume total de água que passa pelo canal de um curso d'água é formado pelo escoamento superficial e pelo fluxo de água do solo (Wisler e Brater, 1964). Este volume d'água depende principalmente dos seguintes fatores: precipitação pluviométrica, características geológicas, relevo, solos e cobertura vegetal. A cobertura e a classe de solo são preponderantes na regularização da vazão dos cursos d'água (Castro, 1980). Outra característica importante é a rede de drenagem da bacia que influencia a hidrógrafa resultante (Wisler e Brater, 1964).

A bacia hidrográfica é considerada uma unidade adequada para estudo e planejamento integrado dos recursos naturais renováveis (Valente e Castro, 1981). Constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas. Elas apresentam características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra. Os cursos d'água formados numa bacia servem como indicadores do manejo do solo pelo homem. Assim, os rios que drenam uma região apresentam suas águas com características físico-químicas próprias, as quais quase sempre refletem as atividades de uso do solo nas áreas a montante (Castro, 1980).

O manejo de bacias hidrográficas engloba todos os tratamentos que venham estar submetidos os recursos naturais da bacia hidrográfica. Visam minimizar os impactos negativos das atividades antrópicas e assegurar o

máximo suprimento de água, em qualidade e quantidade, dentro de princípios técnicos e econômicos (Valente e Castro, 1981). Com relação à qualidade de água, envolve o estudo de todos os recursos da bacia que possam alterar as condições de qualidade requeridas para um uso específico (Valente e Castro, 1981).

O planejamento de uso de uma bacia hidrográfica, bem como as ações de manejo têm seus níveis de eficiência regulados pelo grau de conhecimento que se dispõe do sistema a ser manejado ou gerenciado. O conhecimento da estrutura e do funcionamento do ecossistema nos fornecerá indicações sobre onde, quando e como uma determinada medida de manejo ambiental deve ser implementada (Pavanelli, 1996).

Portanto, o planejamento e o gerenciamento de bacias hidrográficas devem incorporar todos recursos naturais em estreita interação entre seus constituintes e não apenas o hídrico. Deve integrar os aspectos ambientais, sociais, econômicos, políticos e culturais, com ênfase no primeiro, pois a capacidade ambiental de dar suporte ao desenvolvimento possui sempre um limite, a partir do qual todos os outros aspectos serão inevitavelmente afetados (Pires & Santos, 1995).

## **2.2. Qualidade da água**

A bacia de captação de água é de primordial importância, pois sabe-se que é fundamental e mesmo limitante, em certos casos, à quantidade e à qualidade da água para os diferentes usos. A qualidade da água pode ser definida como a capacidade de suprimento que ela oferece para diferentes usos, a qual vai depender da sua composição química, que está ligada às fases de ciclo hidrológico, assim como as características litológicas, edáficas e fisiográficas da bacia hidrográfica (Valente e Castro, 1981).

O manejo de bacias hidrográficas, no tocante a qualidade de água, envolve o estudo de todos os recursos da bacia que venham a alterar as condições de qualidade requeridas para um uso específico (Valente e Castro, 1981).

Segundo Vazhenin et al. (1972), a composição das águas naturais superficiais é determinada diretamente pela composição do solo, composição litológica, organismos aquáticos e indiretamente pelo clima e vegetação.

Azevedo (1995), ao estudar o comportamento de microbacias florestadas e com pastagens, concluiu que as características do deflúvio parecem estar mais relacionada à geologia e aos solos do que com a vegetação.

Entretanto, os rios sofrem impactos de natureza física, química e biológica, decorrentes de implantações de atividades agropecuárias nas bacias de drenagem. O carreamento de sedimentos contendo insumos e defensivos agrícolas e os despejos de efluentes das agroindústrias causam impactos específicos sobre o ecossistema aquático (De Filippo, 2000; Toledo e Ferreira, 2000). Os poluentes mais comuns resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais (Merten e Minella, 2002).

O fósforo em grande parte adsorvido às argilas é transportado principalmente pelo arraste destas partículas por escoamento superficial. O fósforo apresenta papel essencial na eutrofização de rios e lagos, com conseqüências diretas para outras variáveis indicadoras da qualidade de água, tais como o aumento da produtividade primária e diminuição do oxigênio dissolvido. Associado a sedimentos provenientes de áreas agrícolas, o fósforo uma vez depositado no fundo de rios e lagos, passam a ser liberados para a água através de processos bioquímicos (Toledo e Ferreira, 2000). Portanto é de extrema importância a utilização de sistemas de manejo que visem reduzir a erosão.

### **2.3. Cobertura vegetal**

Quando se retira a vegetação original para a implantação de atividades agropecuárias, deve se adotar técnicas adequadas de conservação do solo para evitar a redução da capacidade de infiltração de água e conseqüente aumento do escoamento superficial. Com as chuvas torrenciais os processos erosivos aceleram o transporte de sedimentos para os cursos d'água (Castro, 1998; De Filippo, 2000).

Agricultores de algumas regiões do Brasil, registram o fato de que a substituição de árvores por vegetação herbácea aumentou o nível das águas na seca. Há também o registro oposto: o desmatamento fez diminuir o fluxo de água dos rios. Pelo exposto, pode se perceber que não se pode fazer generalizações considerando-se apenas a cobertura vegetal. O comportamento

vai depender da interação de uma série de fatores, como clima, profundidade do solo, evapotranspiração da vegetação, profundidade do lençol freático e localização da vegetação na paisagem (Rezende et al., 1999).

Segundo Castro (1999), já é aceito que em solos profundos a remoção da cobertura florestal diminui a evapotranspiração e aumenta a quantidade de água no interior do solo que abastece os cursos d'água. No entanto, quando se introduz a pastagem, devem ser adotadas práticas de conservação para evitar a redução da capacidade de infiltração, principalmente em regiões de clima úmido, onde o pastoreio excessivo pode levar a sérios problemas de compactação do solo.

Num estudo sobre o efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas de um solo de várzea (Planossolo), Vzzotto (2000) verificou que o mesmo causou o aumento da densidade do solo nos primeiros cinco cm da superfície do solo e que mesmo após seis meses sem pisoteio não houve a descompactação do solo pelas plantas. Este efeito do pisoteio tem sido constatado em muitos estudos (Gradwell, 1960; Chancellor et al., 1962; Costa et al., 2000; Bertol et al., 2000; Vzzotto et al., 2000).

Costa et al. (2000), ao estudar pastagens degradadas, constataram que a substituição da cobertura florestal nativa por pastagem aumentou a densidade do solo e reduziu a quantidade total de poros. Nas pastagens mal manejadas a degradação se instalou mais cedo após a retirada da vegetação natural.

#### **2.4. Infiltração da água no solo**

O solo possui papel de reservatório dinâmico de água e o estudo da dinâmica da água no solo torna-se fundamental para o entendimento da participação da superfície terrestre no ciclo hidrológico. As características de permeabilidade e profundidade efetiva dos solos são as que mais se relacionam com a dinâmica da água. Outros fatores que possuem relacionamento com as classes de solos como textura e estrutura, influenciam expressivamente a infiltração e escoamento superficial de água (Rezende et al., 1999; Costa et al., 2001).

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra nas camadas superficiais do solo e se move para camadas subsuperficiais, em direção ao

lençol d'água (Wisler e Brater, 1964). A infiltração depende, em maior ou menor grau, de diversos fatores como características dos solos, tipos de cobertura do solo, tipos de preparo e manejo do solo, presença de encrostamento superficial e características da água (Brandão, 2002; Wisler e Brater, 1964).

Propriedades como condutividade hidráulica é importante na hidrologia de solos. Entretanto, poucos estudos buscam correlacionar as propriedades morfológicas do solo (como por exemplo, textura, estrutura e consistência) à sua hidrodinâmica. Estes tipos de dados foram e ainda são difíceis de serem obtidos, por possuírem alto custo e terem alta variabilidade espacial (Lily, 2000). Segundo Libardi (2000), estudos de dinâmica da água em condições de campo, dando ênfase a fluxos de água no solo, são poucos freqüentes devido à grande complexidade de procedimentos experimentais necessários.

Um estudo visando correlacionar condutividade hidráulica saturada em condições de campo com dados morfológicos de perfis descritos foi desenvolvido por Lilly (2000) em solos da Escócia. Os resultados obtidos mostraram que não houveram correlações entre as condutividades hidráulicas e as classes individuais de estruturas. Entretanto, de modo geral, uma correlação entre tamanhos e orientação dos blocos foi possível. Os horizontes com condutividade mais baixas foram aqueles de estrutura maciça e aqueles com estruturas prismáticas maiores. Os horizontes com estrutura granular e em blocos angulares e subangulares tiveram aumento da condutividade com a diminuição do tamanho dos blocos.

A estrutura granular torna os solos mais porosos e mais permeáveis quando comparados ao cauliníticos. Segundo Resende (1985), a estrutura tende a granular com o aumento dos teores de gibbsita, óxidos de ferro e matéria orgânica. No entanto, Ferreira et al. (1999) atribuem a estrutura granular ao efeito apenas da gibbsita na desorganização das partículas. Em geral a formação da gibbsita é atribuída à dessilificação da caulinita (Resende, 1976; Curi, 1983). Entretanto, há evidências em muitos estudos que indicam a formação da gibbsita diretamente de feldspatos (Harrison, 1933; Antonello, 1982; HSU, 1989; Allen & Hajek, 1989). A ocorrência, aparentemente atípica, de gibbsita em solos muito jovens está relacionada à rápida dessilificação em materiais permeáveis sob clima chuvoso (Allen & Hajek, 1988).

Marques et al. (2002) em estudo comparativo entre horizontes pedológicos e propriedades hidráulicas de um Latossolo Amarelo distrófico e de um Latossolo Vermelho Distroférico típico, concluiu que de modo geral, os horizontes pedológicos identificados não coincidiram com as camadas hidráulicas obtidas a partir da retenção de água e da condutividade hidráulica do solo saturado. Nem sempre as propriedades hidráulicas sofrem variações à medida que ocorre transição nos horizontes pedológicos no perfil. Os atributos morfológicos como cor e consistência, utilizados na identificação dos horizontes não são eficientes quando o objetivo é caracterizar o solo hidraulicamente. Entretanto, para solos com maior variação estrutural e textural no perfil, podem levar a uma relação entre a classificação pedológica e o comportamento hidráulico.

Em estudos com solos de textura arenosa/média na região de Marília – SP, Zimback & Carvalho (1996) obtiveram valores de condutividade hidráulica com estreita relação com os teores de argila presente nos horizontes. Com o aumento do teor de argila a porosidade diminuiu, bem como os coeficientes de condutividade hidráulica dos Argissolos. Os horizontes superficiais distinguiram-se do horizonte Bt quanto à porosidade, densidade do solo, teores de matéria orgânica, conteúdo de argila e condutividade hidráulica. Os coeficientes de correlação mostraram alta significância da porosidade na condutividade hidráulica do horizonte Bt. Entretanto, o mesmo não ocorreu para horizontes superficiais, limitadas e regidas por outros fatores. No horizonte Bt a condutividade hidráulica foi negativamente correlacionada com a retenção de água. Para os Neossolos Litólicos obtiveram elevada condutividade hidráulica, embora a drenagem interna tenha sido controlada pelo estrato rochoso próximo à superfície.

Numa toposseqüência de tabuleiro costeiro com três diferentes tipos de solos, Paiva et al. (2000) verificaram que maiores valores de macroporos no horizonte Ap refletiram em maior condutividade hidráulica saturada. Nos horizontes subsuperficiais coesos os valores mais baixos de macroporosidade refletiram em menores valores de condutividade hidráulica saturada. Outros estudos mostram um menor valor para infiltração de água em solos com horizontes coesos (Carvalho et al., 2000; Ravelli et al., 2000). Apesar de estudos nessa linha estarem incipientes, os resultados mostram que se deve

dar maior atenção às características morfológicas específicas de cada classe de solo e não apenas às modificações causadas pelo uso e manejo do solo.

A manutenção da capacidade de infiltração e retenção de água no solo é uma necessidade não apenas para o aumento da produção de água como também para a maximização da produção agrícola. Atributos do solo como densidade e resistência à penetração, estão correlacionados com a capacidade de infiltração de água. A resistência do solo à penetração integra os efeitos da densidade e da umidade do solo, e o que se observa em vários estudos é que a resistência à penetração aumenta com a compactação em função do sistema de preparo e manejo solo. De modo geral a diminuição da umidade do solo também aumenta a resistência à penetração, a qual pode se tornar um impedimento à penetração de raízes e também na infiltração de água (Tormena, 2002; Unger, 1996; De Maria, 1999; Silva, 2000).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição geral da área**

A área localiza-se no município de Guarapari, ES, situada entre os paralelos de 20° 33' e 20° 42' de latitude sul e entre os meridianos de 40° 31' e 40° 37' de longitude oeste (Figura 1). Encontra-se inserida na microrregião metropolitana de Vitória (IPES, 2002). O estudo foca especificamente as microbacias dos rios Conceição e Jabuti, córregos do Limão e do Oratório, cujas áreas ocupam aproximadamente 26% da Bacia do rio Guarapari.

A bacia do rio Guarapari é uma das que possui relevo mais acidentado da região sudeste do Brasil. Tem aproximadamente 325 km<sup>2</sup> e limita-se ao norte com a bacia do rio Jucu e ao sul com a bacia do rio Benevente. A bacia do rio Guarapari é caracterizada por apresentar pequenas e médias propriedades rurais e predominância de mão-de-obra familiar e sistemas de parcerias. Atualmente, um novo perfil de usuário tem sido observado, que é o uso da área como sítio de descanso em razão da área possuir belezas cênicas.

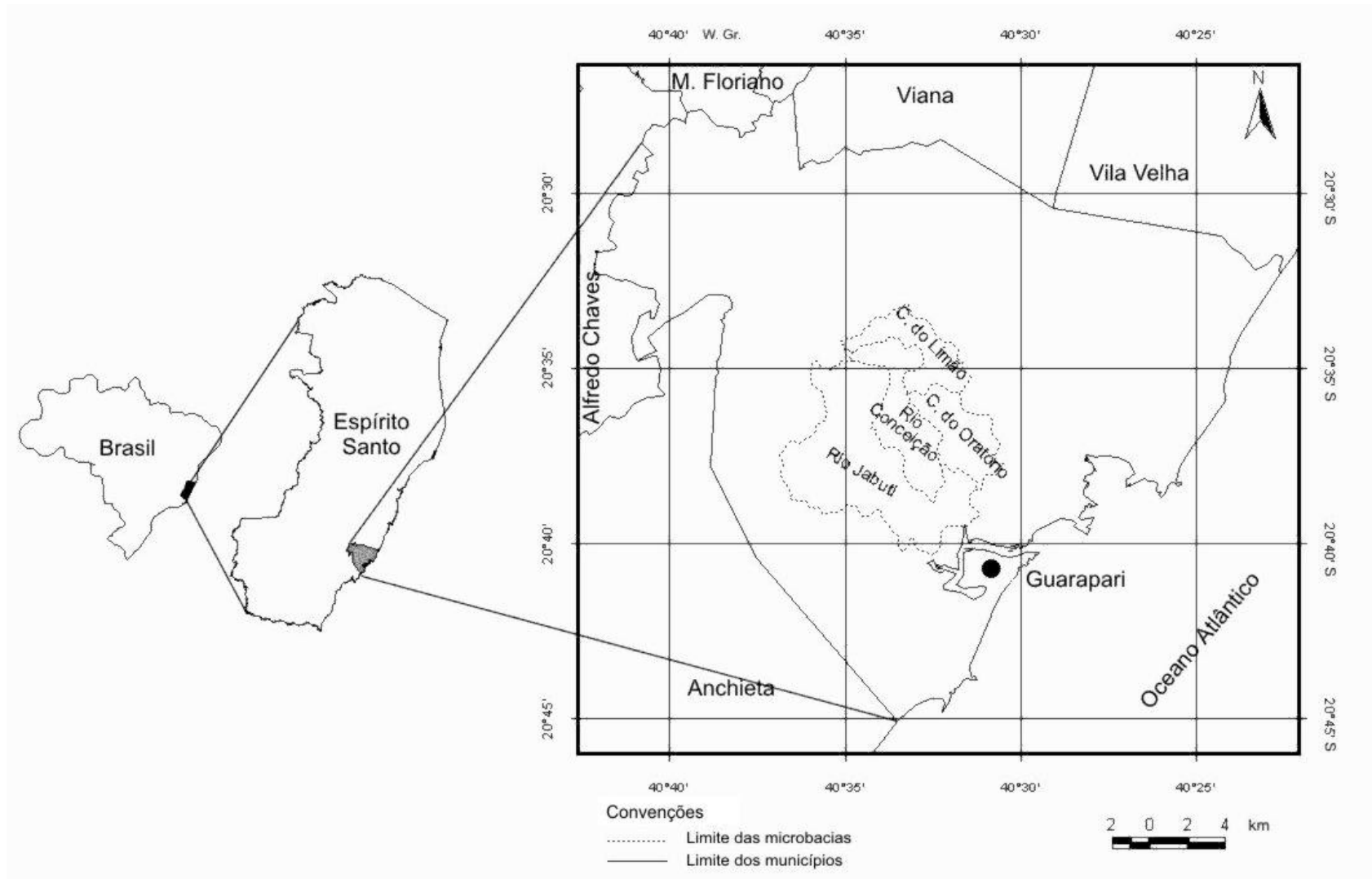


Figura 1 – Localização da área de estudo.

### **3.2. Clima e altitude**

O clima (Köppen) é do tipo Aw - quente e úmido com estação chuvosa no verão na baixada litorânea (Tabuleiros Costeiros) e Am - quente e úmido, com estação seca pouco pronunciada nas serras e encostas acima de 300 metros (EMBRAPA, 1978).

As cotas altimétricas variam desde o nível do mar a até maiores que 700 metros. Conforme o Mapa das Unidades Naturais desenvolvido pela EMCAPA/NEPUT (IPES, 2002) nas partes de maiores altitudes encontram-se as terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas com temperatura média mínima do mês mais frio entre 9,4 a 11,8 °C e a média máxima do mês mais quente entre 27,8 a 30,7 °C. Em menores cotas estão as terras que vão de quentes acidentadas chuvosas a quentes, planas e secas com temperatura média mínima do mês mais frio entre 11,8 a 18,0 °C e a média da máxima do mês mais quente entre 30,7 a 34,0 °C. A pluviosidade total média anual é de 1.239 mm.

### **3.3. Geologia**

A área apresenta em sua maior parte rochas do Complexo Cristalino do Pré-Cambriano e uma estreita faixa de sedimentos do Terciário (Grupo Barreiras) e do Quaternário (Figura 2).

A maior parte do município foi mapeada pelo RADAMBRASIL (Brasil,1983) como rochas Pré-Cambrianas pertencentes ao Complexo Paraíba do Sul e em menor parte à Suíte Intrusiva Espírito Santo. Dentre as unidades do Complexo Paraíba ocorrem na região de Guarapari os gnaisses (granatíferos e kinzigitos) com cordierita, silimanita, granada e feldspatos potássicos, com estrutura homogênea e aspectos de granadas gnaisses granitóides (EMBRAPA,1978; Brasil, 1983).

As rochas da Suíte Espírito Santo são formadas por um conjunto predominantemente granítico a granodiorítico, e que na região sudeste de Guarapari é representado por um corpo alongado de granito pórfiro.



Figura 2 - Rocha do Complexo Cristalino (primeiro plano) e sedimentos Terciários e Quaternários ao fundo, próximos ao mar (Foto obtida no Morro do Oratório, Guarapari - ES).

### **3.4. Geomorfologia**

A área apresenta diversas unidades geomorfológicas (Figuras 3 e 4) tais como: Tabuleiros Costeiros; Colinas e Maciços Costeiros caracterizados por reduzidos valores altimétricos. Compreendem colinas côncavo-convexas, serras e maciços litorâneos; a oeste da unidade Colinas e Maciços Costeiros ocorrem os Patamares Escalonados, caracterizado por um elevado bloco, distinto pela presença de sulcos estruturais e encostas marcadas por falhamentos em quase toda a sua extensão. Os rios são encaixados, geralmente possuindo leitos pedregosos e encachoeirados. Compreende parte da Mantiqueira Setentrional, onde se observa grande diversidade de ambientes que se constituem em refúgios para diversas espécies vegetais da Mata Atlântica (Figura 4).

### **3.5. Atividades de Campo**

A área foi intensamente percorrida para reconhecimento das unidades de mapeamento de solos e seus estratos, vegetação e uso do solo. Foram selecionados locais representativos dos ambientes da bacia para a descrição de perfis e coleta de amostras de material de solos (Quadro 1). Foram

descritos seis perfis de solo no córrego do Oratório e dois perfis no córrego do Limão, de acordo com Lemos & Santos (1996).

Amostras de água para análise química foram coletadas conforme os procedimentos recomendados pela A.P.H.A.(1995) em diferentes pontos das quatro microbacias estudadas de modo a se obter em amostras simples do início, dos trechos intermediários e finais das bacias. Os locais de coletas das amostras de solos e água encontram-se na Figura 5 e Quadro 2.



Figura 3 – Contato entre unidades geomorfológicas. No primeiro plano os Tabuleiros Costeiros e no segundo plano as Colinas e Maciços Costeiros - Bacia do rio Guarapari - ES.



Figura 4 – Contato entre unidades geomorfológicas. No primeiro plano os Tabuleiros Costeiros e no segundo plano os Patamares Escalonados - Bacia do rio Guarapari - ES.

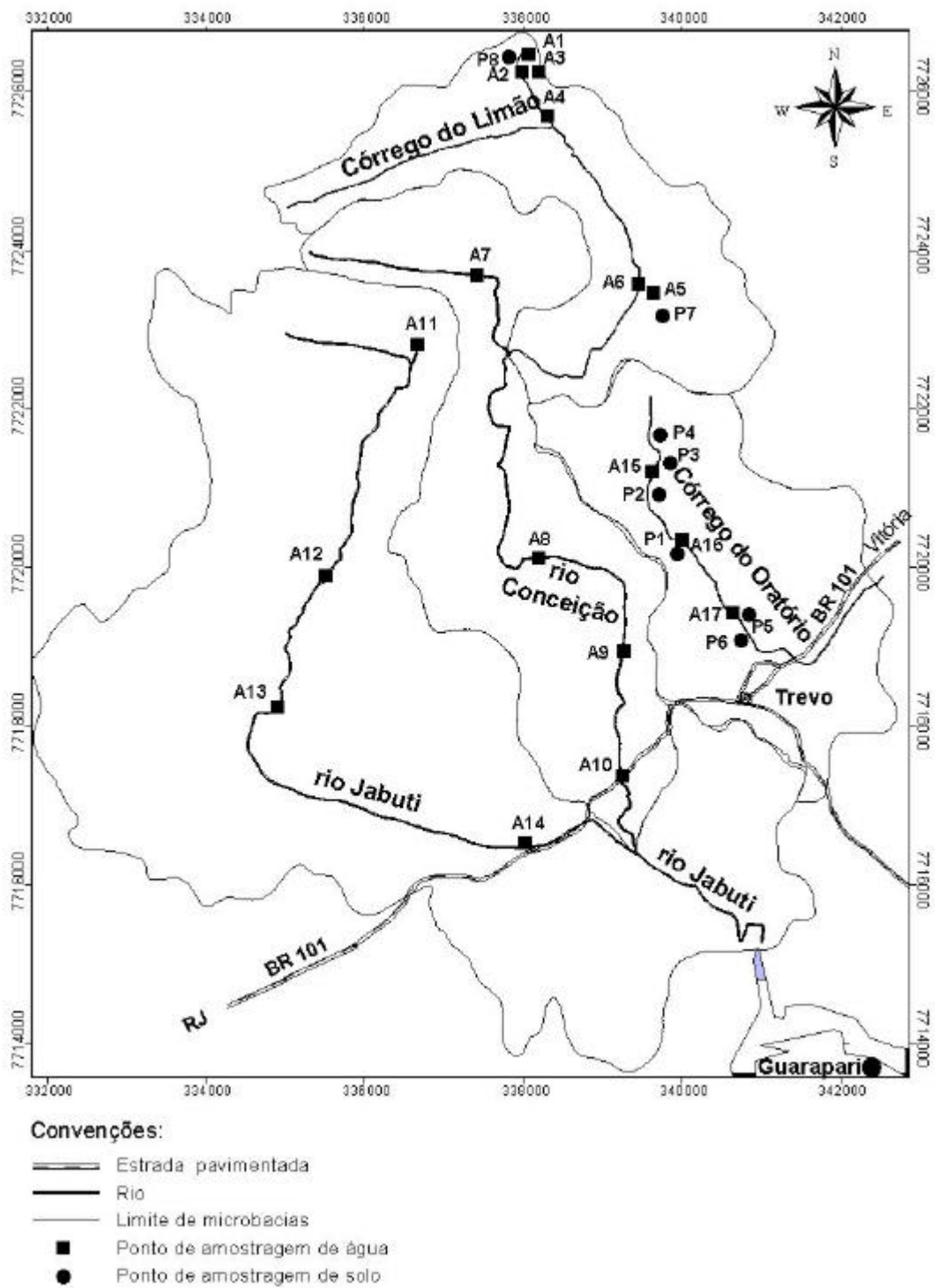


Figura 5 – Localização dos pontos de amostragens de água e de solo (perfis descritos).

Quadro 1 – Localização dos pontos de amostragens de solo e descrição de perfis

Perfil	Coordenadas UTM	Local
		————— Córrego do Oratório —————
P1	24K 340045 / 7720433	A 5,8 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada, no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
P2	24K 339935 / 7720728	A 6,3 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado direito da estrada, no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
P3	24K 339853 / 7720913	A 6,8 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
P4	24K 339804 / 7721574	A 7,5 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
P5	24K 340765 / 7719395	A 1 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado direito da estrada de acesso à usina de laticínios da Fazenda Rancho Novo.
P6	24K 340807 / 7718669	A 300 metros do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
		————— Buenos Aires —————
P7	24K 339560 / 7722984	A 9,2 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires.
		————— Córrego do Limão —————
P8	24K 337860 / 7726521	A 13,5 km do trevo de acesso a Guarapari na BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada no sentido Buenos Aires a Barra do Limão.

Quadro 2 – Localização dos pontos de amostragens de água

Amostra	Coordenadas UTM	Local
		————— Córrego do Limão —————
A1	24 K 337938 / 7726353	Divisor de águas Córrego do Limão-rio Calçado. Lado direito da estrada.
A2	24 K 338099 / 7725930	Casa do Sr. Édio (jusante; quintal). Lado direito da estrada, no sentido Córrego Limão-Rio Calçado.
A3	24 K 338051 / 7725910	Em frente a casa do Sr. Édio (Córrego do Limão). Lado esquerdo da estrada, no sentido Córrego Limão-Rio Calçado.
A4	24 K 338387 / 7725440	Gleissolos drenados – Lado esquerdo da estrada, no sentido Buenos Aires Córrego do Limão.
A5	24 K 339506 / 7723340	Em frente ao Bar do Darly (Buenos Aires), próximo ao campo de futebol.
A6	24 K 0339454 / 7723513	Primeira ponte na estrada, sentido Buenos Aires – Várzea Grande.
		————— Rio Conceição —————
A7	24 K 33733 / 7723664	Ponte na estrada Buenos Aires - Várzea Grande (Próximo a casa do Sr. Pavesi).
A8	24 K 338221 / 7720070	Barragem da Cesan
A9	24 K 339205 / 7718725	Primeira ponte abaixo do ponto de captação da Cesan.
A10	24 K 339250 / 7717289	Ponte sobre o rio, BR 101.
		————— Rio Jabuti —————
A11	24 K 336717 / 7722805	Córrego em frente a casa do Sr. Benedito - Comunidade de Boa Esperança (já houve, mas atualmente não há mais casa acima desse ponto de coleta).
A12	24 K 335378 / 7719655	Ponte na estrada Boa Esperança- Arraial do Jabuti.
A13	24 K 334963 / 7718293	Ponte no Arraial do Jaboti (ao lado de um campo de futebol).
A14	24 K 337333 / 7716561	Ponte sobre rio Jaboti (próximo a Fazenda Sedução, BR 101).
		————— Córrego do Oratório —————
A15	24 K 339820 / 77211461	Córrego que passa sob a estrada, próximo a casa do Sr. Getúlio.
A16	24 K 339957 / 7720412	Ponte sobre o córrego do Oratório, próximo à casa do Sr. Luiz.
A17	24 K 340765 / 7719395	Lado direito da ponte, na estrada de acesso à usina de laticínios da Fazenda Rancho Novo.

### **3.5.1. Estratificação dos ambientes**

As áreas das microbacias foram percorridas intensamente para a estratificação, a qual foi realizada considerando as feições de relevo, classe de solo, clima e aspecto de uso do solo, de modo que permitisse a separação em ambientes distintos: Tabuleiro Costeiro; Oratório; Buenos Aires; Córrego do Limão e; Boa Esperança.

### **3.5.2. Levantamento aerofotográfico não-convencional**

As fotografias aéreas não-convencionais foram obtidas com o uso de um processo desenvolvido por Rezende (1992). O aerolevantamento foi realizado pelo Núcleo de Estudos de Planejamento e Uso da Terra (NEPUT) em 10/10/2002. Como plataforma aérea foi utilizado uma aeronave CESSNA 182 - Skylane, adaptada com uma câmera Hasselblad – modelo 553 ELX munida de objetiva Zeiss Distagon de 50 mm. O plano de sobrevôo usou-se um GPS Garmin 195 map e o software GPS TrackMaker versão 11.7. Foram oito faixas de vôos fotográficos com recobrimento longitudinal de 60% e lateral de 40% e altura de vôo de 2.000 metros acima do plano de referência de 300 metros de altitude. Obteve-se um total de 136 fotos em cores, tamanho 22 x 22 cm na escala aproximada de 1:10.000.

### **3.5.3. Entrevistas com agricultores**

Para obter informações dos fatores que determinam o uso, foram realizadas entrevistas informais com cinco agricultores da área a respeito do histórico de ocupação e de uso do solo e da água, seguindo os procedimentos já realizados por Baruqui (1982), Ernesto Sobrinho et al. (1983) e Lani (1987).

### **3.5.4. Análise da resistência do solo à penetração**

Foi utilizado um penetrômetro de impacto tipo cone, modelo Stolf, nas profundidades de 0 a 60 cm nos Latossolos e Argissolos. Em cada solo avaliado, foram coletadas amostras para determinação da umidade atual (Quadro 3) e realizadas três repetições de penetração. A transformação dos

dados do penetrômetro de impacto em resistência dinâmica do solo foi efetuada com a utilização da fórmula, proposta por Stolf (1991):

$$R \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,89 N \text{ (impactos dm}^{-1}\text{)}$$

Quadro 3 – Umidade dos solos durante os testes de resistência à penetração

Horizonte	Profundidade (cm)	Umidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )
————— Argissolo Vermelho Distrófico típico —————		
Ap2	2 – 12	0,186
Bt2	42 – 80	0,350
————— Latossolo Vermelho Distrófico típico —————		
Ap1	0 - 12	0,279
BA	12 - 27	0,252
Bw1	27 – 62	0,203
Bw2	62 - 125	0,229
————— Argissolo Amarelo Distrófico típico —————		
A1	0 -13	0,246
Bw1	38 - 60	0,244
————— Latossolo Amarelo Distrófico típico —————		
A1	0 - 25	0,246
Bw1	52 - 89	0,244

### 3.5.5. Avaliação do índice de cobertura do solo

Com a finalidade de estimar a área de solo exposto sob pastagens e cultura da banana foi avaliado o índice de cobertura do solo. Este índice emprega a associação dos métodos linear e de pontos, segundo metodologia proposta por Olszevick et al. (1998) adaptado por Costa et al. (2000).

Foi utilizada uma corda de 21 m de comprimento, marcada a cada 50 cm, totalizando um total de 42 pontos. No sentido perpendicular à declividade do terreno a corda foi deslocada de 5 em 5 m, de modo a se obter 5 repetições e totalizar 210 pontos.

Para a obtenção do índice de cobertura da parte aérea da cultura da banana foi feita uma adaptação do método linear e de pontos. Assim, onde houve incidência dos raios de sol sobre o solo, foi considerado como sem cobertura pela parte aérea e, onde havia sombras projetadas no solo foi

considerado como área coberta. Os pontos foram obtidos entre às 12:00 e às 14:00 horas

### **3.5.6. Análise da condutividade hidráulica saturada**

Determinou-se, em condições de campo, nos Latossolos e Argissolos nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. Utilizou-se o permeâmetro de Guelph conforme instruções de operação do equipamento. Em cada profundidade avaliada foram realizadas duas repetições.

## **3.6. Análises laboratoriais**

### **3.6.1. Caracterização física**

As análises físicas para a caracterização dos solos foram a análise granulométrica e a argila dispersa em água pelo método da pipeta; densidade do solo (método do anel volumétrico); densidade de partículas (método do balão volumétrico); porosidade total (calculada a partir da densidade do solo e de partículas); Equivalente de umidade (em terra fina pré saturada e submetida a uma força centrífuga equivalente a 1.000 vezes a força da gravidade); retenção de água (tensões de 0,01MPa e de 1,5 MPa), EMBRAPA (1997).

### **3.6.2. Caracterização química**

Foram determinados o cálcio, magnésio e alumínio trocáveis extraídos em solução KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinados por titulação; potássio e sódio extraídos com solução de Melich-1 e determinados por fotometria de chama, (EMBRAPA, 1997); fósforo disponível extraído com solução de Melich-1 e determinação por colorimetria; pH (em água e em solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>), todos conforme EMBRAPA (1997). O carbono orgânico foi determinado pelo processo de Walkley & Black (Defelipo & Ribeiro, 1981).

### **3.6.3. Ataque sulfúrico**

Amostras de TFSA foram tratadas com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) e posteriormente analisados os elementos Si, Al, Fe, Ti, K e P (EMBRAPA, 1997).

### **3.6.4. Óxidos de ferro cristalinos e amorfos**

Os óxidos de ferro amorfos foram extraídos com oxalato ácido de amônio 0,2 mol L<sup>-1</sup> (McKeague & Day, 1966) e os cristalinos foram extraídos com citrato-ditionito 0,2 mol L<sup>-1</sup> (Coffin, 1963).

### **3.6.5. Fósforo remanescente (P rem)**

Foi analisado por colorimetria após tratamento das amostras com uma solução com 60 mg L<sup>-1</sup> de P e 0,01 mol L<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub> (Alvarez V. et al., 1993).

### **3.6.6. Análise mineralógica**

Para identificação dos minerais de argila utilizou-se a técnica de difração de raios-X (Whittig & Allardice, 1986).

Inicialmente realizou-se a oxidação da matéria orgânica das amostras de solo (Anderson, 1963) e a separação da fração argila (EMBRAPA, 1997) seguida da desferrificação dessas partículas pelo citrato-ditionito (Coffin, 1963). Foram preparadas lâminas com amostras orientadas naturais (sem desferrificação) e desferrificadas solvatadas com K e Mg, conforme a necessidade. Quando necessário as amostras saturadas com K foram aquecidas a 300° C e a 500° C e às amostras saturadas com Mg adicionou-se glicerol. A identificação dos minerais de argila a partir dos difratogramas foi realizada conforme Chen (1977).

Análises térmica diferencial e termogravimétrica foram realizadas com a finalidade de quantificar a gibbsita na fração argila desferrificada de uma amostra do horizonte Bt2 de um Argissolo Amarelo Distrófico típico desenvolvido de sedimentos do Grupo Barreiras.

### **3.6.7. Análises químicas das águas**

O pH foi determinado em condições de campo com uso do peagâmetro portátil. A condutividade elétrica foi determinada em laboratório por meio de um condutivímetro. A extração dos elementos Ca, Mg, K, P, Na, e os metais pesados Cu, Mn, Zn, Fe, Cr, Ni, Cd e Pb foi obtida por meio de digestão nítrico-perclórica 1:1 (volume). Os teores totais dos elementos foram determinados no plasma - ICP-AES, com exceção do fósforo que foi determinado colorimetricamente (A.P.H.A., 1995).

### **3.7. Trabalho de escritório**

#### **3.7.1. Elaboração do mapa-base**

Foi elaborado o mapa base a partir da compilação da base cartográfica da região. Definiu-se da área limite da bacia, rede de drenagem, e coordenadas geográficas a partir da carta planialtimétrica do IBGE na escala 1:50.000 (Folha SF – 24 – V – A – VI – 2) e posterior digitalização destas informações no software Idrisi 32.

#### **3.7.2. Elaboração do mosaico semicontrolado**

Produziu-se primeiramente um “copião” das faixas como um fotoíndice com elementos fotográficos de tamanho 9 x 9 cm. As aerofotos ampliadas e copiadas em papel no tamanho de 9 x 9 cm com escala aproximada de 1:25.000 foram digitalizadas com resolução de 400 dpi em scanner Hewlett-Packard Scanjet 5300C. Após digitalização em scanner utilizou-se o programa Visual Stitcher versão 2.0 para a importação dos arquivos no formato bmp e geração do mosaico, opcionalmente sem ajuste de cores e com uma sobreposição de imagem com 40 % de “image blending”. O mosaico final foi obtido em quatro etapas com 96 fotografias.

Com a finalidade de diminuir a sobreposição de área das fotografias dentro das faixas, foram utilizadas somente as de numeração ímpar e entre faixas as fotografias digitalizadas foram recortadas, procurando-se eliminar as bordas.

Foi utilizado o sistema de informações geográficas Idrisi 32 para georreferenciar o mosaico. Utilizou-se para georreferenciamento o módulo “RESAMPLE” do Idrisi 32 com função quadrática, sendo as coordenadas do sistema Universal Transversa de Mercator obtidas no campo com o GPS Garmin II Plus e a partir de locais de fácil localização na carta topográfica do IBGE – Folha SF – 24 – V – A – VI – 2.

### **3.7.3. Classificação do uso do solo e elaboração do mapa temático**

Para elaboração do mapa temático, a área da bacia foi intensamente percorrida para reconhecimento das classes de uso. Posteriormente foi utilizado o processo de interpretação das unidades de uso do solo por meio de aerofotos não-convencionais em cores, na escala aproximada de 1:10.000.

O mapa temático de uso do solo foi obtido do mosaico semicontrolado na escala aproximada de 1:25.000 por meio de digitalização em tela do SIG Idrisi 32 no qual se procedeu a quantificação de área das classes de uso do solo. Os mapas foram redigitalizados no Arc Info e, posteriormente, exportados no formato “shape” para obtenção do “layout” final no software ArcView GIS 3.2a.

### **3.7.4. Delineamento dos solos e elaboração do mapa temático**

A área foi percorrida para identificar os ambientes e a distribuição espacial das classes de solos que ocorrem na bacia. Assim, as classes de solos foram definidas com observações a campo e laboratoriais (EMBRAPA, 1999). Para o reconhecimento das classes de solos nas fotografias na escala aproximada de 1:10.000, utilizou-se um estereoscópio de espelho. Após a identificação de cada pedoforma, o delineamento realizado sobre o mosaico semicontrolado, na escala aproximada 1:25.000, por meio de digitalização em tela do SIG idrisi 32, no qual se procedeu a quantificação de área das classes de solos. Os mapas foram redigitalizados no Arc Info e, posteriormente, exportados no formato “shape” para obtenção do “layout” final no software ArcView GIS 3.2a.

### 3.7.5. Caracterização morfométrica

Foram realizadas avaliações sobre a base cartográfica na escala 1:50.000 após digitalização e processamento das informações no SIG Idrisi 32 e no TrackMaker 11.7.

#### 3.7.5.1. Densidade de drenagem

Calculada conforme Lima (1986) pela fórmula:

$$DD = (R)/A$$

em que,

(R) = somatório dos rios permanentes na bacia hidrográfica, em km.

A = área da bacia hidrográfica, em km<sup>2</sup>

DD = densidade de drenagem, em km km<sup>-2</sup>

#### 3.7.5.2. Ordem dos cursos d'águas

Classificação dos cursos d'água segundo o grau de hierarquia ou ramificação da rede de drenagem (Lima, 1986).

#### 3.7.5.3. Padrão de drenagem

Classificação da rede de drenagem de acordo com a disposição geométrica dos cursos d'água na bacia (Lima, 1986).

#### 3.7.5.4. Índice de compacidade

Foi utilizada a seguinte fórmula, conforme Villela (1975):

$$IC = 0,28 P/A^{1/2}$$

Em que,

IC = índice de compacidade

A = área da bacia hidrográfica em km<sup>2</sup> e,

P = Perímetro da bacia em km.

#### **3.7.5.5. Curva hipsométrica**

Obtidas conforme Christofolleti (1981). Foram calculadas as áreas das faixas de altitudes com as curvas de níveis espaçadas em 20 metros e posteriormente os dados foram plotados em planilha do Excel.

#### **3.7.5.6. Classes de declividade**

Obtidas pelo processamento do modelo digital do terreno com o modulo "SLOPE" do Idrisi 32.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Estratificação dos Ambientes**

De modo a simplificar e tornar mais fácil o reconhecimento dos geoambientes, separou-se as microbacias em cinco ambientes agrícolas (Quadro 4 e Figura 6), com características peculiares quanto ao material de origem, classe de solo, relevo, pedoforma, altitude, vegetação e uso do solo. Os ambientes identificados ocorrem em área de Mata Atlântica, desde alguns metros acima do mar a até mais de 700 metros. Entretanto, outros dois ambientes (mangue e restinga), não abordados neste trabalho, ocorrem na bacia do rio Guarapari.

#### **4.1.1. Ambiente Tabuleiro Costeiro**

Identificado pelo relevo mais suave que lhe é característico. O trecho da rodovia BR 101, que corta as microbacias, atua como um limite que separa este dos outros ambientes. Ocorre em baixas altitudes com relevo plano apresentando Neossolos Flúvicos (Aluviais) e Gleissolos e relevo ondulado a forte ondulado com presença de Argissolos e Latossolos Amarelos coesos do Grupo Barreiras. Este ambiente em geral apresenta maior período seco durante o ano quando comparado às áreas mais elevadas. Nestas últimas, a precipitação pluviométrica é maior. A pressão de uso nesse ambiente deve-se

à pecuária de corte em propriedades maiores e à expansão urbana (loteamentos).

Quadro 4 - Caracterização dos ambientes das microbacias do córrego do Oratório, do córrego do Limão, do rio Conceição e do rio Jabuti.

Ambiente/Córrego	Solos	Uso	Altitude aproximada (m)	Observações
Tabuleiro Costeiro	LAd; PAd; GXbd; RUbd	Pastagem (braquiária) Gado nelore	20 a 40	Relevos mais suaves (Neossolos Flúvicos, gleissolos; Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos Coesos) utilizados na quase totalidade por pastagens; propriedades maiores
Oratório	RLi; CXbd; PVd; LVd	Banana e pastagem	40 na parte mais baixa do fundo do vale até 700 nos topos de morros	Predominam os solos rasos (Cambissolos e Neossolos Litólicos); afloramentos rochosos; vales em "V". Córregos sobre o nível de base (rochas). Muitas cachoeiras.
Buenos Aires	LAd GXbd	Pastagem com braquiária e capim gordura; Pecuária Leiteira	300 no fundo do vale até 700 nos topos dos morros	Vale suspenso, solos hidromórficos drenados, cachoeira dinamitada para abaixar o lençol freático. Remanescentes de Mata Atlântica bem conservados. Nas áreas em recuperação prevalece o camará ( <i>Moquina polymorpha</i> ).
Córrego do Limão	LAd; LVd	Pastagem com braquiária; Pecuária leiteira	350 no fundo do vale até 750 nos topos mais elevados	Solos profundos; vales em "V". A pecuária leiteira é a principal atividade.
Boa Esperança	LVd; LAd	Fruticultura (maracujá, goiaba etc.), seringueira, eucalipto e ecoturismo	200 m no fundo do vale até 500 m nos topos dos morros	Linhas de falhas; vales em "V"; solos profundos; em alguns locais os córregos correm sobre o nível de base (encachoeirados)

RLi - Neossolo Litólico Hístico; PVd - Argissolo Vermelho Distrófico; LVd - Latossolo Vermelho Distrófico; CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico; RUbd - Neossolo Flúvico Tb Distrófico; PAd - Argissolo Amarelo Distrófico; GXbd - Gleissolo Háptico Tb Distrófico; LAd - Latossolo Amarelo Distrófico.

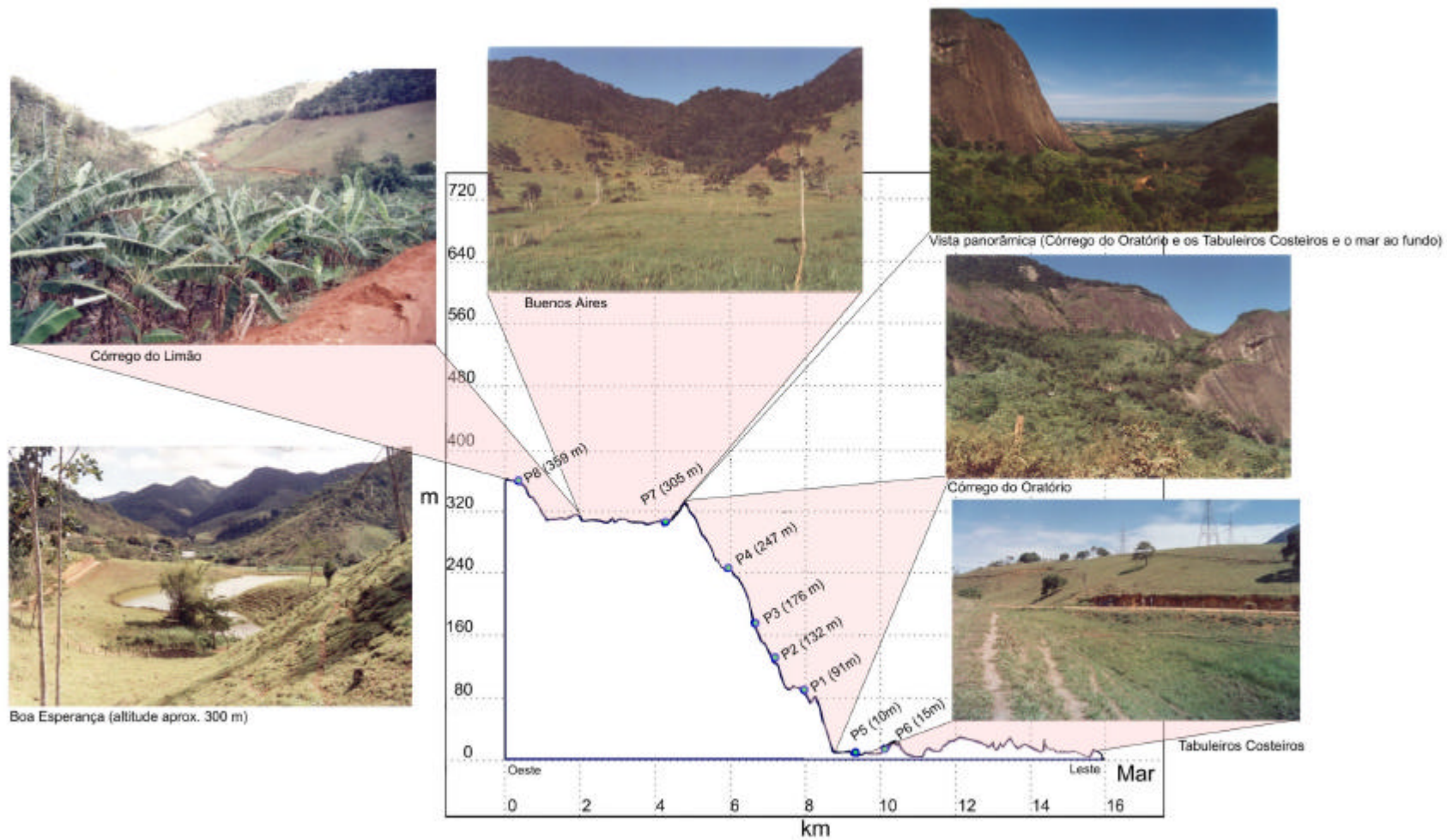


Figura 6 – Corte altimétrico com a localização dos perfis amostrados e os ambientes identificados.

#### **4.1.2. Ambiente Córrego do Oratório**

Ambiente diferenciado principalmente pela predominância de solos de pouca profundidade (Cambissolos e Neossolos Litólicos) em terrenos de altas declividades e elevadas amplitudes altimétricas, constituindo-se em ambientes mais frágeis.

Sobre os solos pouco espessos, especialmente nos Cambissolos, é comum o cultivo da bananeira, o que demonstra ser este o ambiente preferido pelos agricultores para tal finalidade. Ocorrem afloramentos de rochas na forma de pontões com vegetação pioneira (rupestres), tais como as das famílias *Selaginellaceae* e *Cyperaceae* dentre outras. Os remanescentes de Mata Atlântica ocorrem nos topos das elevações e em áreas muito íngremes. Os vales possuem seção transversal em forma de “V” com córregos correndo sempre sobre o nível de base. Deste ambiente, avista-se o ambiente dos Tabuleiros Costeiros e até o mar.

#### **4.1.3. Ambiente Buenos Aires**

Encontrado de forma mais bem caracterizada na microbacia do córrego do Limão. Dentre os cinco ambientes é o que possui maior potencial para produção de água por ser encontrado nele, em maior extensão, os solos mais intemperizados e profundos, representados pelos Latossolos Amarelos. Predomina relevo montanhoso com altitudes acima de 300 metros. As amplitudes dos desníveis entre os topos de morros e os fundos dos vales suspensos não são muito pronunciados, este último com seção transversal em forma de U. Este ambiente possui a maior área de várzeas (Neossolos Flúvicos e Gleissolos) dos terrenos situados na área sobre o embasamento cristalino. Por isto são utilizados freqüentemente com atividade agropecuária leiteira por pequenos produtores rurais. É um ambiente que apresenta remanescentes de Mata Atlântica bem conservados nos topos de morros. Em toda a microbacia não se percebeu a presença da mata ciliar. A mata, quando existe, está nas partes mais íngremes, normalmente nos topos dos morros.

#### **4.1.4. Ambiente Córrego do Limão**

Caracterizado por apresentar relevo montanhoso com altitudes acima de 300 metros. Os solos são mais profundos (Latosolos Amarelos) e os vales possuem seção transversal em formato de “V”. Da mesma forma que o Ambiente Buenos Aires, este possui o maior potencial para a produção de água (solos profundos e maior cobertura florestal). A principal atividade é a pecuária leiteira, onde as pastagens predominam nas encostas dos morros. No fundo dos vales há plantio de bananeiras, que são prejudicadas pelo vento excessivo.

#### **4.1.5. Ambiente Boa Esperança**

É um ambiente caracterizado por apresentar relevo montanhoso com linhas de falhas e vales que predominam com seção transversal em formato de “V” bem fechado. O declive é bem acentuado.

Os solos são profundos e representados por Latossolos Amarelos e Vermelhos. Em algumas partes os córregos correm sobre o nível de base formando belas cachoeiras. É o ambiente mais utilizado com agricultura diversificada, em especial a fruticultura. Esta diversificação é resultante da presença de agricultores com maior aptidão empresarial.

### **4.2. Características morfométricas das microbacias**

#### **4.2.1. Área e perímetro**

A microbacia do rio Jabuti apresenta maior área e também maior perímetro. Maiores perímetros para uma mesma quantidade de área, significam que a microbacia se distancia mais do formato circular. Este fato pode ser evidenciado comparando as microbacias dos córregos do Oratório e do Limão (Quadro 5), onde esta última possui formato mais irregular.

Para grandes bacias, o que determina os divisores de águas é principalmente a estrutura da rocha. Em pequenas bacias, como as de Guarapari, os processos erosivos adquirem maior importância na fixação destes divisores (Wisler & Brater, 1964). A área e o perímetro são então

determinadas por estes dois fatores (estrutura da rocha e processos erosivos) e estão relacionadas com o formato das bacias.

Entre as microbacias do córrego do Oratório e do córrego do Limão os divisores são determinados pelas elevações rochosas. A presença destas verdadeiras montanhas rochosas de extraordinária beleza cênica, possivelmente tenha influenciado no impedimento do avanço da erosão no sentido do litoral para o interior, o que favoreceu um menor rejuvenescimento dos solos e menor aprofundamento dos vales na microbacia do córrego do Limão. São definidos como vales suspensos.

Quadro 5 - Características morfométricas das diferentes microbacias

microbacia	A	P	DD	IC	O	PD
	-- km <sup>2</sup> --	-- km --	-- km km <sup>-2</sup> --			
Córrego do Oratório	12,32	22,3	2,21	1,79	4 <sup>a</sup>	dendrítico
Córrego do Limão	11,57	27,7	2,27	2,30	3 <sup>a</sup>	dendrítico
Rio Conceição	16,14	32,1	2,73	2,25	4 <sup>a</sup>	dendrítico
Rio Jabuti	44,36	54,6	2,84	2,31	6 <sup>a</sup>	dendrítico

A – Área; P – Perímetro; DD – Densidade de drenagem; IC – Índice de compacidade; O - Ordem da microbacia; PD - Padrão de drenagem.

#### 4.2.2. Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem reflete as condições de clima, geologia, solos e vegetação. Está relacionada com o tempo em que a água leva para chegar até a saída da bacia (Lima, 1986). Portanto seu estudo é importante quando se visa a produção de água. Observa-se que, quanto à densidade de drenagem (Quadro 5), é possível dividir as microbacias em dois grupos com certa homogeneidade (córrego do Oratório e do Limão com aproximadamente 2,2 km km<sup>-2</sup> e rio Conceição e Jabuti em torno de 2,8 km km<sup>-2</sup>), embora os valores de densidade de drenagem não tenham se distanciado muito uns dos outros. No entanto, este agrupamento não ocorre para as outras características.

Ao se considerar a classificação quanto à drenagem, criada por Sthraler (1957), citado por Lima (1986), as quatro microbacias são consideradas de baixa densidade de drenagem.

As microbacias Conceição e Jabuti apresentaram valores de densidade de drenagem um pouco mais elevados, refletindo as altas amplitudes altimétricas (Quadro 6) e a pouca profundidade de alguns solos, embora estas

microbacias possuam formatos diferentes e englobem mais de um ambiente com características diferentes entre si. A microbacia córrego do Oratório engloba da mesma forma dois ambientes distintos. Uma parte da sua área apresenta solos pouco espessos com altas declividades e outra que apresenta solos mais profundos e relevos mais suaves (Tabuleiro Costeiro). Segundo Horton (1945), citado por Vetorazzi (1985), bacias hidrográficas com formato muito diferentes dificultam a comparação direta. No caso presente, pode-se adicionar um outro fator que dificulta: a ocorrência de muitos ambientes diferentes dentro de uma mesma microbacia. Isto torna ainda mais difícil a comparação entre microbacias, como é caso destas estudadas.

Quadro 6 – Características altimétricas das diferentes microbacias

Microbacia	Altitude média (m)	Amplitude altimétrica (m)
Córrego do Oratório	194	759
Córrego do Limão	421	380
Rio Conceição	291	711
Rio Jabuti	183	645

A densidade de drenagem expressa bem a relação de precipitação e capacidade de infiltração do solo. Vetorazzi (1985), ao estudar diferentes microbacias contendo uma única unidade de mapeamento de solos, concluiu que a densidade de drenagem foi eficiente na distinção das classes de solos. Os maiores valores de densidade de drenagem para as microbacias dos rios Jabuti e Conceição em relação à microbacia córrego do Limão estão condizentes, pois nesta última há uma maior percentagem de solos mais profundos.

A densidade de drenagem para a microbacia córrego do Oratório foi praticamente a mesma encontrada para a do córrego do Limão. Entretanto, era de se esperar uma maior densidade para a primeira, devido ao grande percentual de área com solos de pouca profundidade. Isto devido ao fato de que quando os ambientes são muito diversificados e os cálculos são feitos para toda a área das microbacias, os resultados são muito generalizados.

Provavelmente, ao se estudar bacias segmentadas em áreas menores e ao se trabalhar com escalas maiores, será possível uma maior diferenciação nos valores de densidade drenagem e uma melhor relação com a capacidade de infiltração dos solos.

### **4.2.3. Índice de compacidade**

O índice de compacidade indica a propensão às enchentes. Quanto maior o valor, menor será a suscetibilidade a enchentes. Este índice (Quadro 5) indica que a microbacia do córrego do Oratório apresenta forma mais próxima à circular e portanto maior risco de enchentes devido às águas se concentrarem mais rapidamente nos terrenos. Além do maior índice de compacidade outros fatores agravantes são as altas declividades e os solos de pouca profundidade na parte mais elevada da microbacia, o que pode propiciar maior velocidade às águas das chuvas, maior erosão e carreamento de sedimentos para os cursos d'águas.

### **4.2.4. Ordem e padrão de drenagem**

A natureza e disposição das camadas de rochas, resistência litológica variável, diferenças de declividade e evolução geomorfológica influenciam a morfogênese dos padrões de drenagem (Cristofolletti, 1981).

O padrão de drenagem dendrítico é o mesmo para as quatro microbacias. A ocorrência de padrão dendrítico expressa predominância de rochas de resistência uniforme na horizontal (Lima, 1986; Marchetti & Garcia, 1977). O padrão mais denso ou menos denso está relacionado respectivamente com solos menos permeáveis e mais permeáveis. O baixo valor ( $2,27 \text{ km km}^{-2}$ ) para o córrego do Limão parece refletir isto.

### **4.2.5. Declividade**

Observa-se (Quadro 7) que a distribuição das classes de declividades se assemelhou para as microbacias do córrego do Oratório e do rio Jabuti. Da mesma forma ocorreu para as microbacias do córrego do Limão e do rio Conceição. As duas primeiras apresentam maior percentagem de relevo com menos de 20% de declividade (plano a suave ondulado) e menores percentagens de relevo com mais de 45% de declividade (montanhoso a escarpado), se comparado às outras duas. Isto ocorre em função destas duas microbacias apresentarem maior extensão de área com solos do Tabuleiro

Costeiro, o que não ocorre nas microbacias do córrego do Limão e do rio Conceição. Entretanto, as áreas com declividades acima de 45% na microbacia córrego do Oratório coincidem com as áreas mais rejuvenescidas, não raramente com afloramentos de rochas, constituindo-se no ambiente mais frágil. Considerando uma mesma intensidade de chuvas para as quatro microbacias, o deflúvio superficial e a erosão seriam maiores no córrego do Oratório.

Quadro 7 - Área ocupada por classe de declividade (%) nas diferentes microbacias

Classe de declividade	Declive	CL	CO	RC	RJ	
						Área (%)
	---- (%) ----	-----				
Plano	0 – 3	18,1	25,4	17	25,4	
Suave ondulado	3 – 8	1,6	4,5	2,1	2,9	
Ondulado	8 – 20	5,3	11,4	8,5	10,2	
Forte ondulado	20 – 45	32,3	27,4	35,1	32,3	
Montanhoso	45 – 75	31	22,5	25,8	22,6	
Escarpado	> 75	11,7	8,8	11,5	6,7	
Total		100	100	100	100	

CL - córrego do Limão; CO - córrego do Oratório; RC -- rio Conceição e (d) rio Jabuti.

Pode-se considerar que existem duas situações bem distintas - uma é a presença de solos rasos e declividades acentuadas na microbacia do córrego do Oratório e outra é a presença de solos profundos e amplitudes altimétricas menores na microbacia do córrego do Limão. De maneira geral, as microbacias do rio Conceição e do rio Jabuti teriam características intermediárias quanto a estes atributos.

#### 4.2.6. Curvas hipsométricas

As curvas hipsométricas representam a variação da elevação dos vários terrenos de uma bacia com referência ao nível do mar (Villela, 1975). Todas as quatro microbacias, de modo geral, apresentam mais de 60% da área com altitudes acima de 100 metros (Figura 7).

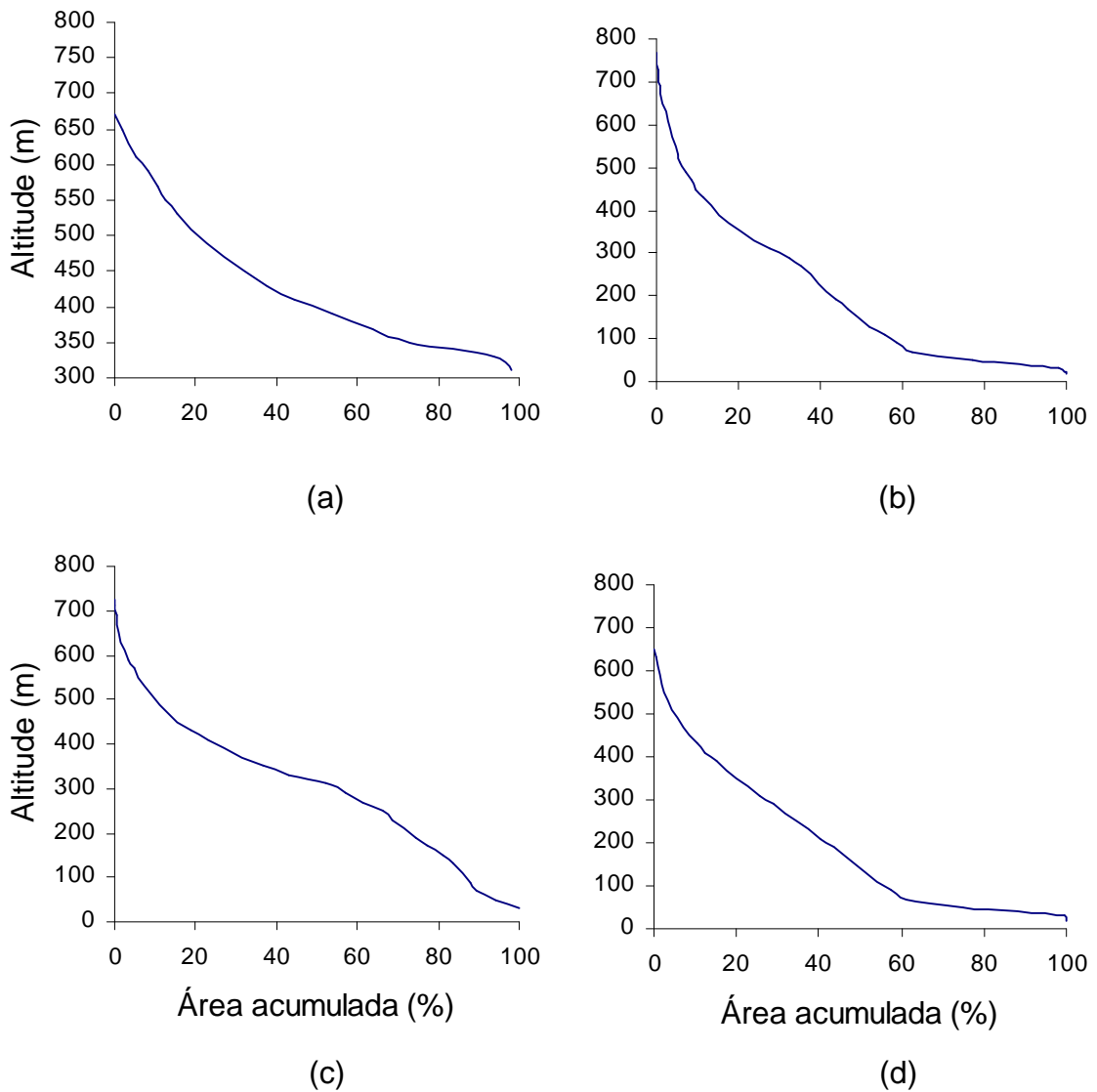


Figura 7 – Curvas hipsométricas das microbacias (a) córrego do Limão, (b) córrego do Oratório, (c) rio Conceição e (d) rio Jabuti.

As grandes diferenças de altitudes e conseqüentemente altas declividades dos terrenos os tornam muito sujeitos à erosão. Atenção especial deve ser dada às estradas por constituírem fontes de sedimentos, se medidas de controle adequadas não forem adotadas como se observa na Figura 8. Em áreas acidentadas como estas, a água possui muita energia para transporte, o que torna necessário em estradas a sua canalização até o talvegue, de forma a reduzir a erosão. Em alguns casos, são estas as que mais produzem sedimentos e assoreiam as várzeas a jusantes.



Figura 8 – Erosão da estrada na microbacia do córrego do Oratório. O carreamento de sedimentos é elevado.

### **4.3. Distribuição e quantificação das unidades de uso**

A partir das viagens de campo, análise e interpretação das aerofotos e do mosaico digital foram estabelecidas as classes de usos para as diferentes microbacias (Quadro 8).

#### **4.3.1. Pastagem**

O mapeamento desta unidade (Figuras 9, 10, 11 e 12) englobou pastagens limpas e sujas além de outras diferentes unidades de uso, difíceis de serem mapeadas pelas pequenas extensões de áreas, consideradas pouco expressivas.

**MAPA DE USO DO SOLO  
MICROBACIA DO CÓRREGO ORATÓRIO  
GUARAPARI - ES**

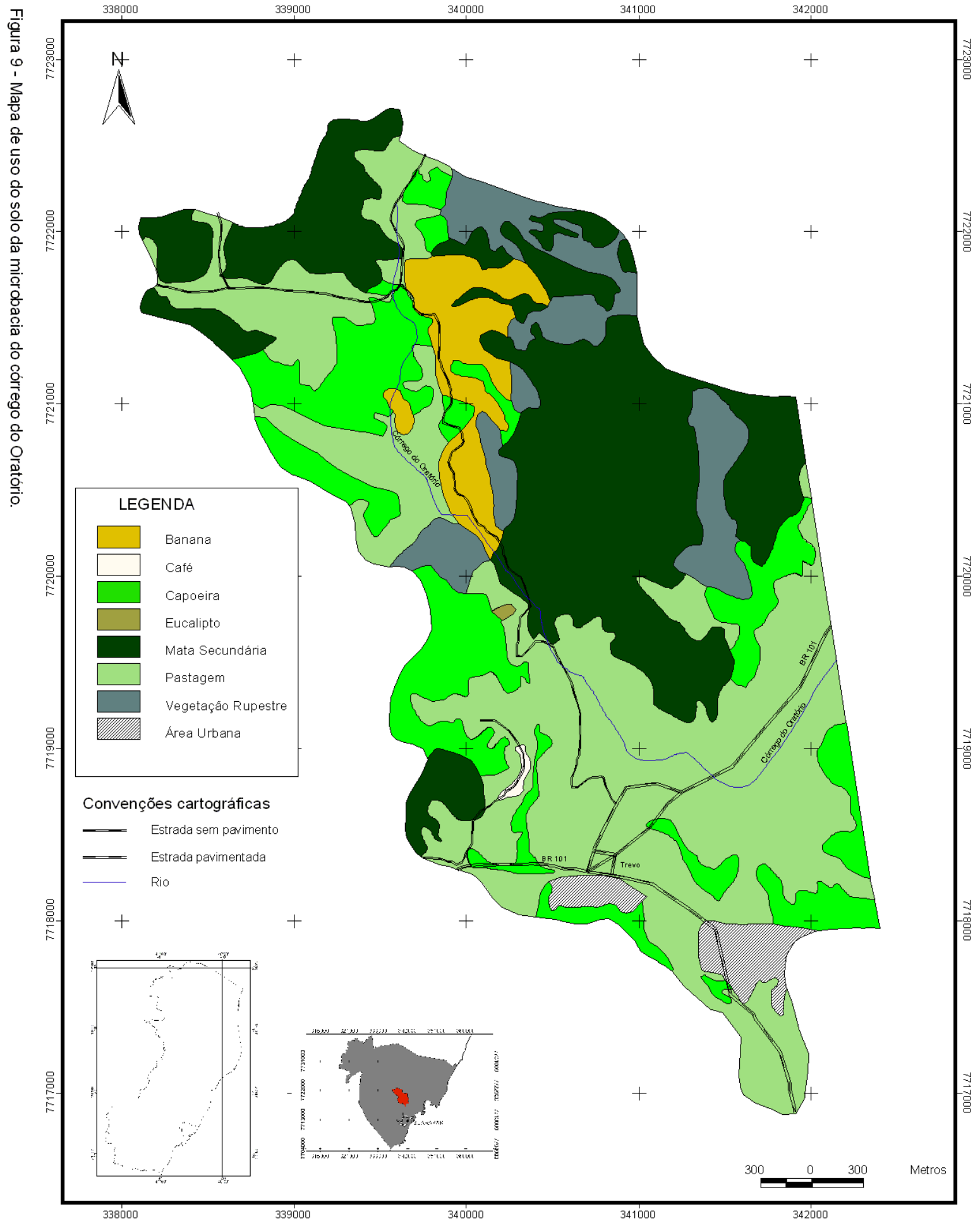


Figura 9 - Mapa de uso do solo da microbacia do córrego do Oratório.



Fotografias aéreas não-convencionais escala aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
Mosaico digital semicontrolado escala aprox. 1:25.000.  
Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
Autores: Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani

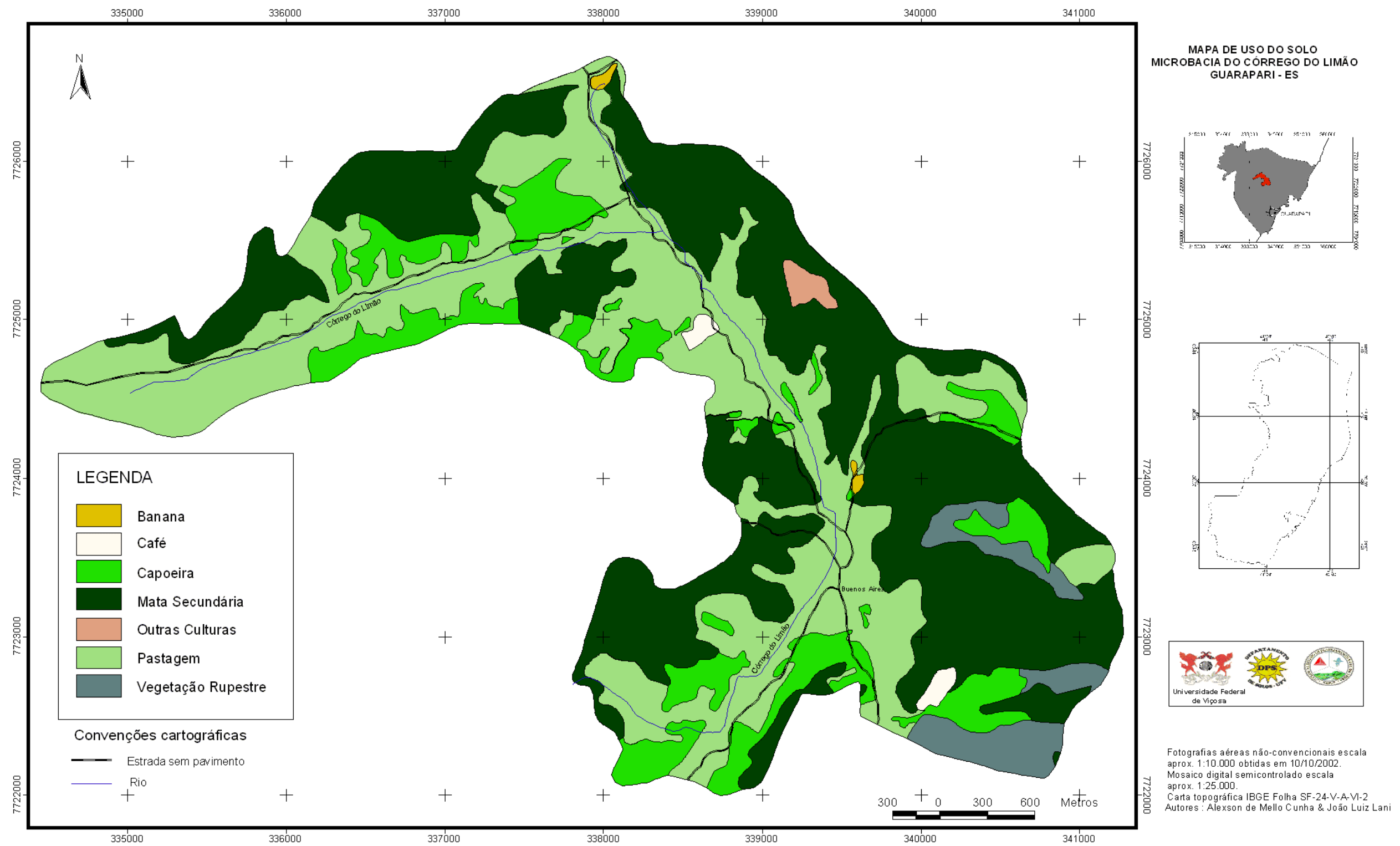
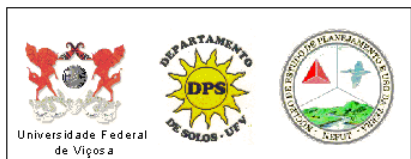
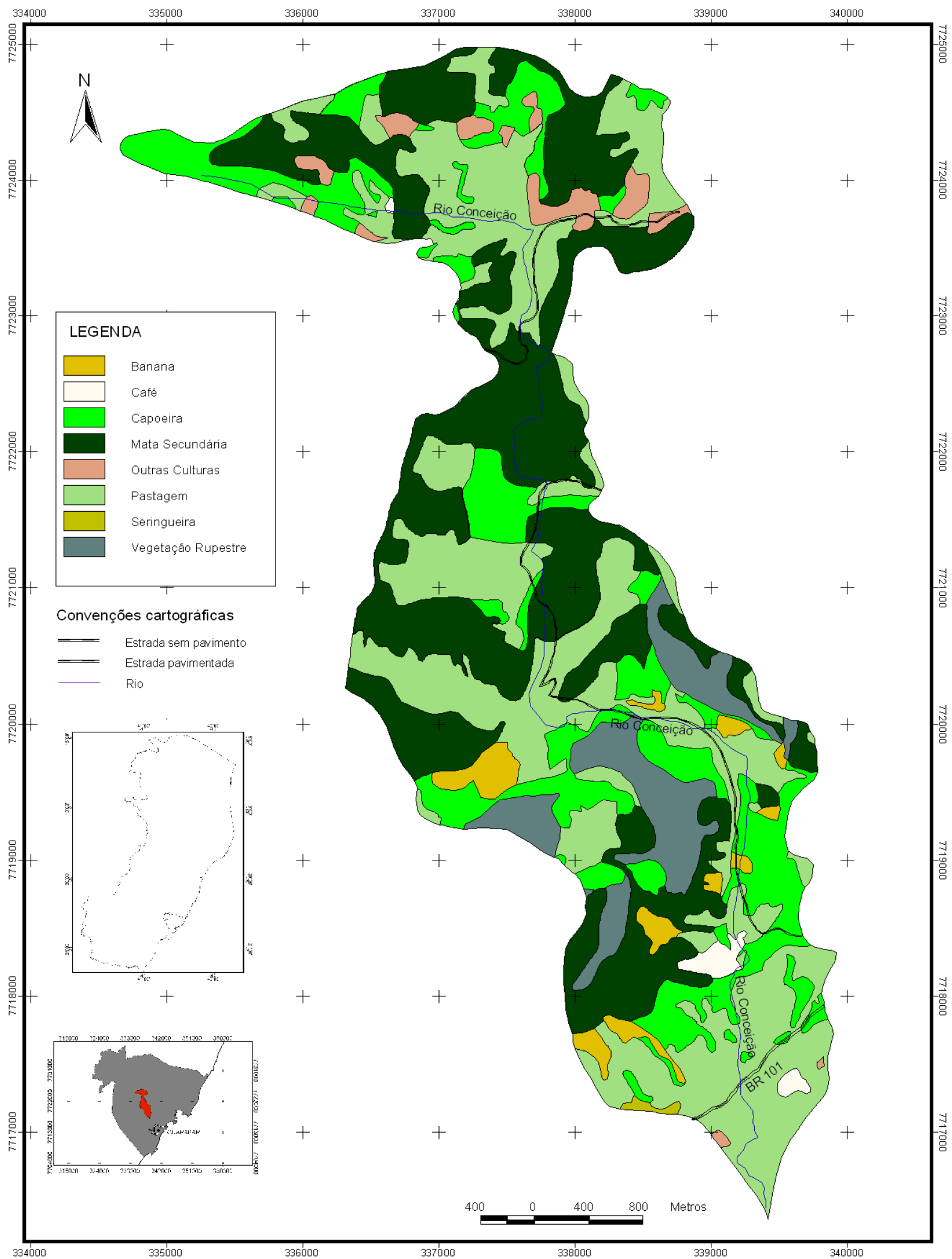


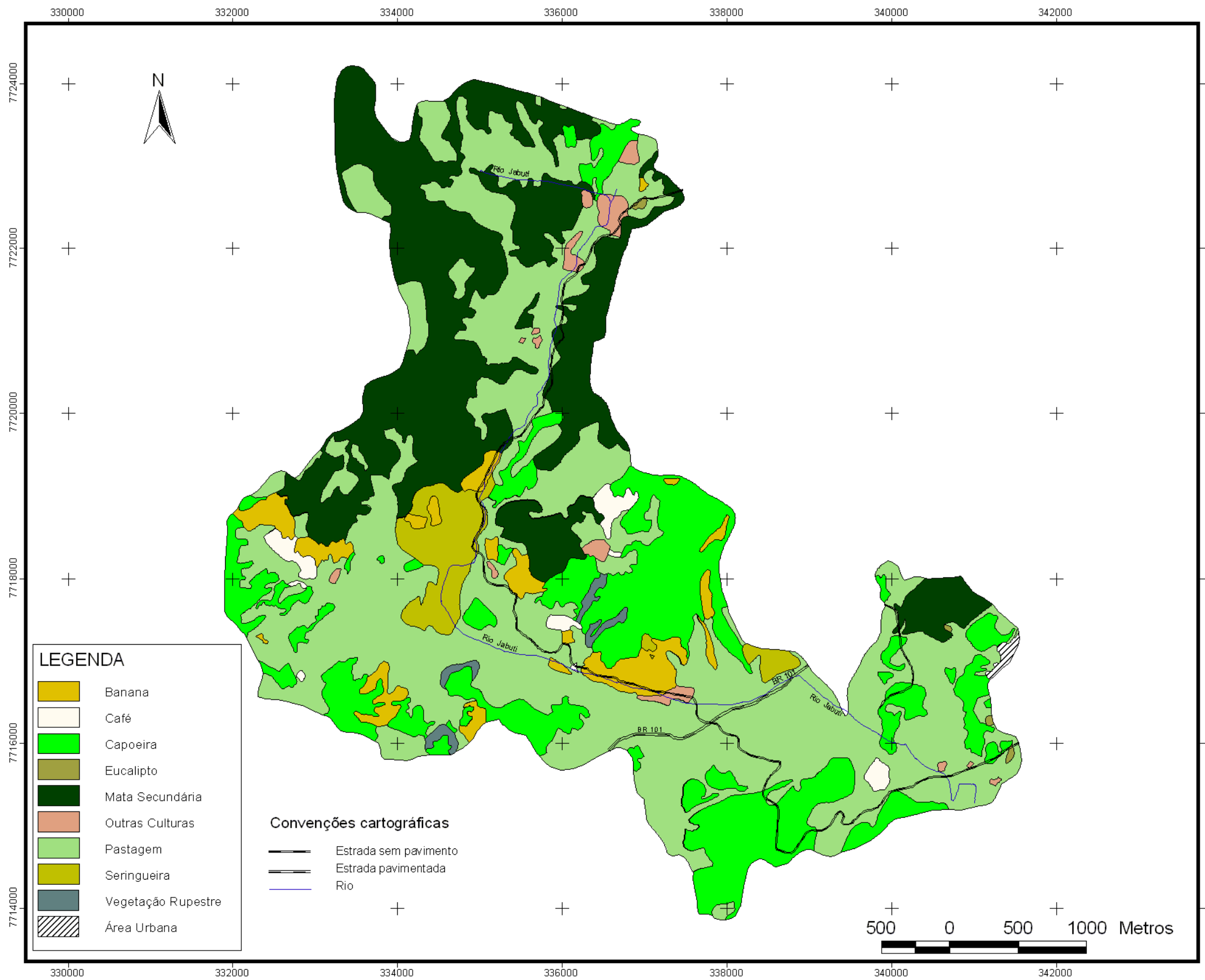
Figura 10 - Mapa de uso do solo da microbacia do córrego do Limão

MAPA DE USO DO SOLO  
MICROBACIA DO RIO CONCEIÇÃO  
GUARAPARI - ES

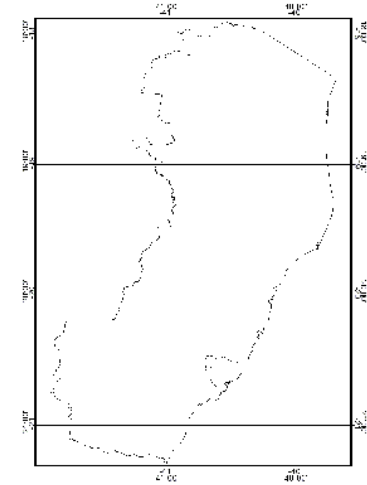
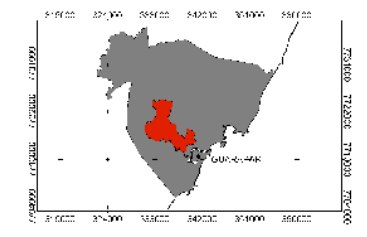
Figura 11 - Mapa de uso do solo da microbacia do rio Conceição.



Fotografias aéreas não-convencionais escala  
aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
Mosaico digital semicontrolado escala  
aprox. 1:25.000.  
Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
Autores : Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani



**MAPA DE USO DO SOLO  
MICROBACIA DO RIO JABUTI  
GUARAPARI - ES**



Elementos Básicos:  
 Fotografias aéreas não-convencionais escala  
 aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
 Mosaico digital semicontrolado escala  
 aprox. 1:25.000.  
 Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
 Autores: Alexson de Mello Cunha e João Luiz Lani

Figura 12 - Mapa de uso do solo da microbacia do rio Jabuti.

Quadro 8 – Usos dos solos nas diferentes microbacias hidrográficas

Usos	Microbacias hidrográficas							
	Córrego do Limão		Córrego do Oratório		Rio Conceição		Rio Jabuti	
	Área		Área		Área		Área	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Pastagem	465,9	38,2	470,2	39,5	575,9	38,2	1667,7	41,27
Mata Secundária	533,4	43,7	339,9	28,6	541,8	36,0	982,6	24,32
Capoeira	158,4	13,0	192,5	16,2	285,7	19,0	936,3	23,17
Vegetação Rupestre	48,6	4,0	96,8	8,1	11,7	0,8	24,9	0,62
Banana	2,2	0,2	60,1	5,1	39,9	2,7	177,0	4,38
Café	6,0	0,5	2,1	0,2	12,6	0,8	51,5	1,27
Seringueira	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,2	142,4	3,52
Eucalipto	0,0	0,0	0,9	0,1	0,0	0,0	3,7	0,09
Outras culturas	6,3	0,5	0,0	0,0	36,6	2,4	48,9	1,21
Área urbana	0,0	0,0	28,0	2,4	0,0	0,0	6,1	0,15
Total	1220,8	100,0	1.190,5	100,0	1506,6	100,0	4041,1	100

Outubro/2002.

Com relação às pastagens, as quatro microbacias apresentaram praticamente o mesmo percentual de área ocupada. No entanto, observa-se (Quadro 8) que a microbacia do rio Jabuti se destacou em termos de área absoluta com pastagem (1667,7 ha). Com exceção do córrego do Limão, as microbacias possuem a predominância de áreas com pastagens. Estas na sua grande maioria bem degradadas.

Quanto à distribuição na paisagem esta unidade ocupa de forma generalizada os terrenos de relevo mais suave (Gleissolos e Latossolos do Tabuleiro Costeiro) e encostas íngremes das elevações. Raramente ocorre sobre os topos. Nestes, predominam os remanescentes da Mata Atlântica.

A formação de pastagens nas quatro microbacias, semelhantemente ao que ocorre nas áreas de relevo acidentado do sudeste brasileiro, ocupa grandes áreas (criação extensiva), geralmente resultando um baixo retorno econômico. Conforme Resende et al. (1999), em lugares onde a agricultura é de baixa aplicação de insumos, tal como acontece nas áreas montanhosas de Guarapari, a fertilidade natural dos solos é de extrema importância para a agricultura familiar. A ocorrência generalizada de solos distróficos na região de Guarapari faz com que os fundos de vales amplos, ambientes mais conservadores, sejam preferidos pelos agricultores para formação de pastagem e criação de gado. Este padrão de uso foi observado a campo e também pelas aerofotos.

A drenagem artificial das várzeas (Figura 13), onde ocorrem os Gleissolos é uma prática comum entre os agricultores. Estes ambientes

possuem grande importância na retenção de água no sistema, funcionam como reservatórios dinâmicos de água. A drenagem é benéfica para o agricultor, pois assim, estes teriam uma maior área de pastagem, geralmente a braquiária. No entanto, do ponto de vista ambiental, com vista principalmente a regularização da vazão, esta prática não teria o mesmo benefício. Com a drenagem há um aumento do fluxo de água, elimina-se o efeito destes solos na retenção de água. Como se sabe, para o aumento da produção de água são necessárias práticas que visem aumentar o tempo de residência da água nas bacias e estes solos (ambientes) drenagem lenta seriam imprescindíveis.

Na hipótese de um conflito de interesses, onde, de um lado, está o agricultor com a necessidade de formar pastagens para sua sobrevivência e permanência no campo e, de outro lado, a demanda de água pela sociedade, esta última poderia pagar ao agricultor para manter estas áreas como preservação ambiental (caixas d'água). Este custo é muito baixo quando se leva em conta a baixa produtividade da pecuária e a importância deste ambiente como reservatório de água.



Figura 13 – Drenagem de várzea na microbacia córrego do Limão.

Ao se levar em conta que a estimativa de produtividade é de 0,4 unidade animal por hectare (UA/ha) e que se demora 36 meses para engordar animal de 15 arrobas, poderia-se fazer uma reflexão econômica:

Valor da arroba de carne: R\$ 45,00

$0,4 \text{ UA/ha} \times 15 \text{ arrobas} \times \text{R\$ } 45,00 = \text{R\$ } 270,00$  (valor bruto por animal)

$\text{R\$ } 270,00 / 36 \text{ meses} = \text{R\$ } 7,50/\text{mês}$

Logo, o valor por cada hectare de várzea mantido como área de preservação, teria um custo de menos de R\$ 7,50 por mês. Vale lembrar ainda que os custos com arames, vacinas, mão-de-obra, etc. não foram contabilizados, o que torna o retorno econômico do uso dessas áreas muito baixo para o pecuarista.

Então, sugere-se que estas áreas poderiam ser adotadas por empresas das grandes cidades ou pelas empresas que fornecem água à população. Nesse sentido, a preservação se torna necessária, entretanto os agricultores não deveriam arcar com todos os custos, uma vez que o benefício seria de muitos.

Nesse contexto, a pesquisa poderia indicar as áreas de interesse, os índices de produtividades e também os valores a serem pagos.

#### **4.3.2. Cobertura florestal**

O percentual de área coberta com mata secundária é maior nas microbacias do córrego do Limão e do rio Conceição, com 43,7% e 36,0%, respectivamente. Nas microbacias do córrego do Oratório e do rio Jabuti, os fragmentos de Mata Atlântica ocupam 28,6% e 24,3%, respectivamente.

A distribuição das áreas com mata possui uma feição semelhante nas quatro microbacias. Esta forma de uso ocorre predominantemente nos topos dos morros e também coincidindo com a maior parte das encostas íngremes, onde ocorrem os Cambissolos. Conforme Martins & Dias (1999), as matas de topo por estarem sobre os solos mais profundos, são consideradas como pontos estratégicos para recarga dos depósitos subterrâneos. Distribuição semelhante para esta forma de uso foi constatada por Quinteiro (1997), na região da Viçosa-MG. Os solos pobres e a declividade acentuada foram provavelmente os fatores que limitaram a substituição destes por pastagens.

Uma feição que foi observada no mosaico (Figura 14) e nas aerofotos foi a presença de clareiras no interior das matas. Isto evidencia um processo de desmatamento ilegal, talvez com a intenção de tornar mais difícil a fiscalização pelos órgãos de defesa ambiental.

### Mosaico semicontrolado

7729000



7726000

7723000

7720000

7717000

7714000



Esc. aprox. 1:140.000

7711000

331000

334000

331000

331000

331000

Figura 14 – Mosaico semicontrolado de aerofotos não-convencionais das áreas das microbacias dos córregos do Limão e do Oratório e dos rios Conceição e Jabuti.

As capoeiras aparecem algumas vezes em áreas isoladas. Outras, acompanham os cursos d'águas. A maioria está associada às bordas das matas secundárias, formando um gradiente, às vezes difícil de se observar um limite definido entre estas duas unidades de uso, quando observado pelas aerofotos.

Ao se considerar a soma dos percentuais de mata secundária mais capoeira como sendo o total de cobertura florestal, as quatro microbacias apresentaram mais de 35% com tal cobertura, a maior parte sobre terrenos com mais de 45% de declive. Conforme Azevedo (1995) e Martins & Dias (2001), este tipo de cobertura vegetal favorece a infiltração da água e ameniza os problemas de erosão.

#### **4.3.3. Culturas**

Como se observa (Quadro 8), as microbacias do córrego do Oratório e do rio Jabuti possuem maior área com a cultura da banana. Esta cultura em Guarapari, assim como em outros municípios da região pode ser utilizada como indicadora do ambiente aqui denominado de Oratório. Os pequenos agricultores identificam bem este ambiente, quando o interesse é produzir banana. Em grande parte das vezes o seu cultivo está associado a terrenos com muitos afloramentos de rocha ou fragmentos destas, geralmente nas encostas íngremes onde predominam os Cambissolos. Os dados obtidos no mapeamento (Quadro 8) refletem bem o que foi observado no campo. Nos Ambientes Córrego do Limão e Buenos Aires que apresentam solos mais intemperizados, mais profundos e mais pobres (microbacia do córrego do Limão), não há muita presença desta cultura. No entanto, nas outras microbacias que possuem solos rasos, especialmente no ambiente Oratório a cultura aparece de forma marcante. Deve-se ressaltar que a cultura está associada aos solos mais rasos e também à maior precipitação pluviométrica, devido às chuvas orográficas.

A distrofia dos solos da região parece ser a razão pela qual os pequenos agricultores escolhem estes locais. Os solos aí estão mais próximos à rocha e portanto menos distróficos. Assim, há mais chances de se encontrarem teores mais elevados de potássio e magnésio, ambos nutrientes importantes na produção de banana. A biotita presente nas rochas da região

(granito e gnaiss leuco e mesocráticos), é um dos principais minerais ricos nesses nutrientes. Nos solos mais profundos do córrego do Limão, mesmo que a rocha de origem tenha tido a mesma estrutura e composição mineralógica, o solo é pobre, devido a menor dissecação da paisagem menor rejuvenescimento, quando comparado, por exemplo, aos terrenos do córrego do Oratório.

Outro aspecto de uso observado a campo, foi a preferência do agricultor em local os plantios de banana, quase exclusivamente, nas faces de encostas voltadas para leste. As encostas voltadas para oeste e norte tendem a possuir maior estresse hídrico, em razão de receberem o máximo de insolação.

Muitas áreas com o cultivo da bananeira no Brasil, estão em terrenos de declividade acentuada. Esses locais possuem inconveniência como problemas de erosão e presença de pedras na superfície que dificultam a utilização de implementos agrícolas. Nestas áreas, muitas vezes, em caráter de exploração comercial só é possível o cultivo da bananeira (Manica, 1998). Apesar de solos rasos sobre rochas, nesses locais a drenagem é relativamente boa, condição importante para a produção de banana.

Os solos de várzeas, muito procurados por pequenos agricultores, além de serem os mais ricos em nutrientes, estão próximos dos cursos d'água. No entanto, não são utilizados com tanta freqüência para o cultivo da bananeira, provavelmente por haver maiores problemas de drenagem.

Nos Ambientes Córrego do Oratório e Tabuleiro Costeiro, o uso típico das várzeas se dá com a pastagem de braquiária. Nos demais ambientes, foi observada uma maior utilização das várzeas com o cultivo de outras plantas, geralmente hortaliças e fruticultura.

A cultura do café, especificamente o conilon (*Coffea canephora*), se destaca em áreas de altitudes menores (abaixo de 450 m). Na microbacia do rio Jabuti, estão as maiores áreas com esta cultura (Quadro 8). O clima mais quente, apesar de menos chuvoso, parece ser mais adequado para tal uso. Além disso, segundo alguns agricultores, nas partes mais elevadas o vento forte não é favorável à lavoura de café e o relevo dificulta o trabalho.

Como se observa (Quadro 8), as microbacias do rio Jabuti e do rio Conceição apresentaram uso mais diversificado. Isto pode estar associado ao formato mais alongado e maiores áreas de terra. Deste modo, estas englobam

então maior número de ambientes diferenciados. Além disso, as duas últimas possuem maior área próximo à BR 101, o que facilita o acesso a estas.

Os solos mais rasos do córrego do Oratório parecem ser limitantes à seringueira e ao eucalipto. Os plantios de seringueira são mais comuns na microbacia do rio Jabuti. Na microbacia do córrego do Limão, a menor diversificação de ambientes e os solos de menor fertilidade, parecem ter efeito na pouca diversificação agrícola.

As áreas urbanas ocorrem no Ambiente Tabuleiros Costeiros, onde a expansão urbana avança em direção à área do embasamento cristalino, a oeste. Apesar da área urbana estar no final das microbacias (foz), à medida que o crescimento urbano avança, medidas para mitigação dos problemas de impermeabilização do solo pela pavimentação deveriam ser adotadas do ponto de vista da produção de água, bem como ordenar os cortes realizados no solo para edificação de construções etc.

#### **4.4. Análise das águas**

Em quase todas as amostras analisadas, os valores de pH estiveram dentro da faixa de 6,0 a 6,8 (Quadro 9), considerada normal para águas classe 3 de acordo com Brasil (1986). Apenas as amostras 7 e 14 apresentaram pH relativamente baixo (5,4 e 5,8 respectivamente). Em geral, estes valores se assemelharam aos encontrados em outras microbacias com atividades predominantemente agrícolas, conforme constatado em vários estudos (Azevedo, 1995; Fernandes, 1996; Quinteiro, 1997, Campos, 1999). Segundo Castro (1980), um pH menor que 6,5 ou maior que 8,5 indica a presença de algum poluente. O ponto de coleta 7 foi próximo de um estábulo e de algumas casas, possivelmente a fonte de algum poluente. Talvez este fato possa explicar o valor mais baixo de pH. Da mesma forma, o ponto 14 por ter sido na parte final da microbacia (próximo à BR 101), onde o córrego passou por muitos locais potencialmente poluidores (casas, criações, etc.).

Quadro 9 - Resultados analíticos das diferentes amostras de águas das microbacias estudadas

Nº amostra	pH	CE	Na	K	P	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	Fe	Cd	Cr	Pb	Ni
		dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>												
Córrego do Limão															
1	5,9	0,049	2,3	2,2	0,13	0,85	6,63	0,063	0,038	nd	0,24	nd	nd	nd	nd
2	6,5	0,060	3,0	2,0	0,09	0,66	2,87	0,064	0,036	nd	0,17	nd	nd	nd	nd
3	6,4	0,080	5,0	3,3	0,34	0,35	1,03	0,082	0,034	nd	3,35	nd	nd	nd	nd
4	6,4	0,048	5,3	0,9	0,07	0,22	1,45	0,058	0,034	nd	0,09	nd	nd	nd	nd
5	6,8	0,049	3,6	0,7	0,04	0,09	0,88	0,058	0,033	nd	0,12	nd	nd	nd	nd
6	6,1	0,050	5,6	0,9	0,04	0,25	1,71	0,058	0,032	nd	0,05	nd	nd	nd	nd
Média	6,3	0,060	4,1	1,7	0,12	0,40	2,43	0,060	0,030	-	0,67	-	-	-	-
CV (%)	5,0	22,45	32,8	61,0	96,12	72,2	89,61	14,58	6,280	-	196,21	-	-	-	-
Rio Conceição															
7	5,4	0,050	7,8	1,0	0,05	0,23	2,32	0,054	0,032	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	6,5	0,053	3,2	1,0	0,04	0,19	0,95	0,054	0,031	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	6,8	0,058	3,3	1,0	0,04	0,31	1,13	0,055	0,031	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	6,5	0,061	4,1	1,0	0,04	0,44	1,06	0,056	0,032	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Média	6,3	0,060	4,6	1,0	0,04	0,29	1,37	0,050	0,030	-	-	-	-	-	-
CV (%)	9,6	8,890	47,2	0,0	11,76	37,70	46,96	1,750	1,830	-	-	-	-	-	-
Rio Jaboti															
11	6,0	0,050	3,2	0,9	0,06	0,12	0,87	0,055	0,034	nd	0,07	nd	nd	nd	nd
12	6,8	0,053	7,1	1,4	0,05	0,30	1,76	0,054	0,031	nd	0,00	nd	nd	nd	nd
13	6,6	0,051	3,0	1,2	0,04	0,18	0,85	0,054	0,031	nd	0,00	nd	nd	nd	nd
14	5,8	0,058	3,2	1,1	0,04	0,29	1,03	0,060	0,030	nd	0,04	nd	nd	nd	nd
Média	6,3	0,050	4,13	1,15	0,05	0,22	1,13	0,060	0,030	-	0,03	-	-	-	-
CV (%)	7,6	6,720	48,14	18,10	20,16	39,25	38,07	5,150	5,500	-	123,76	-	-	-	-
Córrego do Oratório															
15	6,5	0,054	4,4	0,5	0,06	0,36	1,07	0,053	0,032	0,008	nd	nd	nd	nd	nd
16	6,8	0,054	4,3	0,7	0,04	0,31	1,27	0,054	0,031	nd	nd	nd	nd	nd	nd
17	6,5	0,058	6,5	0,9	0,04	0,45	1,99	0,056	0,032	nd	0,04	nd	nd	nd	nd
Média	6,6	0,060	5,1	0,7	0,05	0,37	1,44	0,050	0,030	0,00	0,01	-	-	-	-
CV (%)	2,8	4,170	24,5	28,6	24,74	19,00	33,52	2,810	1,820	173,21	173,21	-	-	-	-

nd – não detectado.

Os valores encontrados para a condutividade elétrica foram baixos, semelhante aos encontrados por Azevedo (1995) em outras bacias com uso de pastagem e mata secundária. Com estes valores de condutividade elétrica, as águas não apresentam nenhuma restrição para o seu uso em irrigação (Bernardo, 1995). A condutividade elétrica está relacionada com a quantidade de íons presentes na água (A.P.H.A., 1995). Estes valores indicam que o nível de entrada de nutrientes na água via poluentes de origem antrópica, não são elevados e que a liberação destes pelos solos ou pelo substrato rochoso não é alta, refletindo a sua baixa fertilidade natural.

As análises tiveram caráter exploratório, pois foi feita uma única amostragem durante a época seca (setembro). Nessa condição os dados mostraram haver, em geral, uma homogeneidade nos resultados, principalmente nas concentrações dos íons Ca, Mg, K, Na e P, o que está relacionado com a baixa fertilidade encontrada em todos os solos estudados

Os maiores teores de Ca e Mg em locais como no ponto de coleta 1 e 2 podem estar relacionados a alguma intrusão de rochas básicas (diabásio) ou gnaisses mais ricos em minerais ferromagnesianos.

Em todas amostras analisadas, os teores de P total estão acima do limite máximo de  $0,025 \text{ mg L}^{-1}$  de P para serem enquadradas como de classe 3, conforme a resolução do CONAMA nº 20 de 18/06/1986. Especialmente na amostra 3, além da maior CE o teor de P total foi relativamente mais elevado que nas demais. Este ponto de amostragem 3 foi num canal de drenagem onde havia contaminação por esgoto doméstico despejado a montante, segundo um morador local. O pequeno volume de água do canal, sem o efeito da diluição nos canais principais, parece evidenciar fontes isoladas de contaminação por poluentes como detergentes, esgotos domésticos e de criações de animais. Este tipo de contaminação, foi também encontrada por Campos (1999) em microbacias na região do Planalto de Viçosa, cujos teores de P total encontrados variaram entre  $0,02$  a  $0,49 \text{ mg L}^{-1}$ .

Não foram detectados os elementos Cd, Cr, Pb e Ni, mostrando não haver fontes de poluição destes como, por exemplo, mineração ou qualquer tipo de processos agroindustriais nas microbacias, ou mesmo a contaminação originária da rocha ou do próprio solo.

## 4.5. Solos

### 4.5.1. Distribuição e quantificação das classes de solos

Ocorrem nas microbacias estudadas uma seqüência de solos em variados estádios de intemperismo. As classes de solos vão desde Neossolos Litólicos até os Latossolos Amarelos bem intemperizados. De forma a obter representatividade dos solos, foram caracterizados 8 perfis: P1 - Neossolo Litólico Hístico típico (RLi); P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico (PVd); P3 – Latossolo Vermelho Distrófico típico (LVd); P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (CXbd); P5 – Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico (RUBd); P6 – Argissolo Amarelo Distrófico típico (PAd); P7 – Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (GXbd); P8 – Latossolo Amarelo Distrófico típico (LAd).

A partir das observações de campo, descrições dos perfis, resultados analíticos e aerofotos não-convencionais, foi possível elaborar os mapas de solos com 11 unidades de mapeamento (Quadro 10 e Figuras 15, 16, 17 e 18).

Quadro 10 – Quantificação das unidades de mapeamento de solos nas diferentes microbacias hidrográficas

Unidades de mapeamento	Microbacias hidrográficas							
	Córrego do Limão		Córrego do Oratório		Rio Conceição		Rio Jabuti	
	----- Área -----							
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
CXbd1	158,8	13,0	665,1	55,9	231,3	14,4	567,2	12,9
GXbd1	72,3	6,0	4,8	0,4	11,7	0,7	281,2	6,4
Lad1	602,1	49,3	27,8	2,3	599,6	37,3	884,1	20,1
Lad2	247,1	20,2	0,0	0,0	367,9	22,9	892,0	20,4
Lax1	0,0	0,0	242,1	20,3	80,0	5,0	876,6	20,0
LVd1	1,75	0,1	7,57	0,6	0,0	0,0	0,0	0
PAd1	102,3	8,4	0,0	0,0	98,5	6,1	730,0	16,7
PVd1	1,3	0,10	24,2	2,0	94,4	5,9	0,0	0
RLi1	34,5	2,8	106,4	8,9	98,4	6,1	130,7	3,0
Rubd1	0,0	0,0	112,2	9,4	24,8	1,5	0,0	0
OJ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	0,4
<b>Total</b>	<b>1220,8</b>	<b>100,0</b>	<b>1.190,2</b>	<b>100,0</b>	<b>1606,6</b>	<b>100,0</b>	<b>4.363,6</b>	<b>100,0</b>

CXbd1 – Associação Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico; GXbd1 – Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico; LAd1 – Latossolo Amarelo Distrófico típico; LAd2 – Latossolo Amarelo Distrófico câmbico; LAX1 – Associação Latossolo Amarelo Coeso típico + Argissolo Amarelo Distrófico típico (Barreiras); LVd1- Latossolo Vermelho Distrófico típico; PAd1 – Argissolo Amarelo Distrófico típico; PVd1 – Argissolo Vermelho Distrófico típico; RLi1 – Associação Neossolo Litólico Hístico típico + afloramento de rocha; Rubd1 – Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico; OJ – Organossolo Tiomórfico.

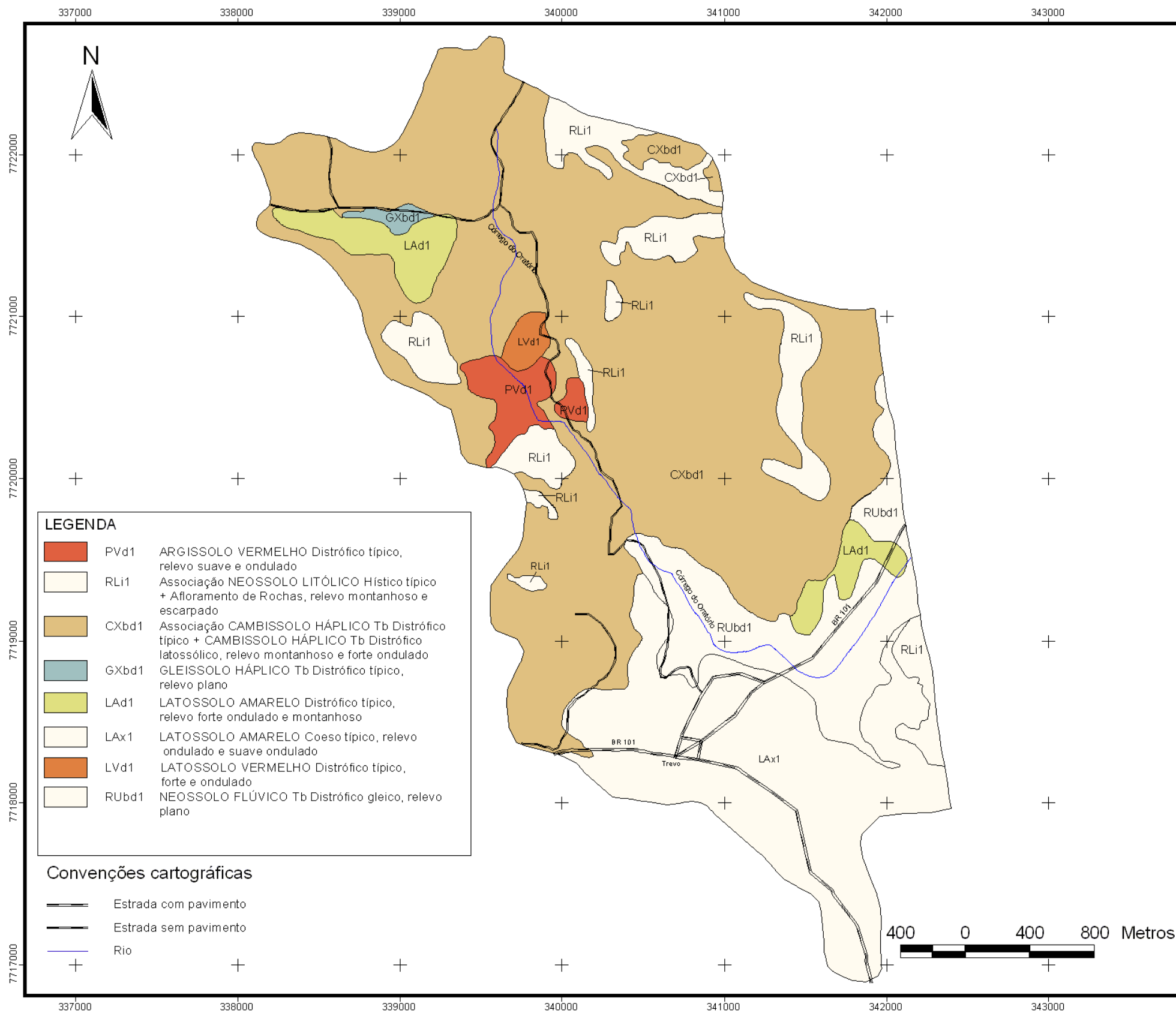
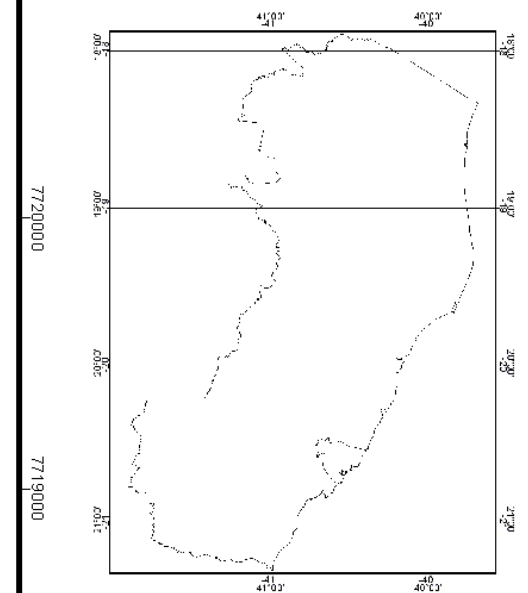
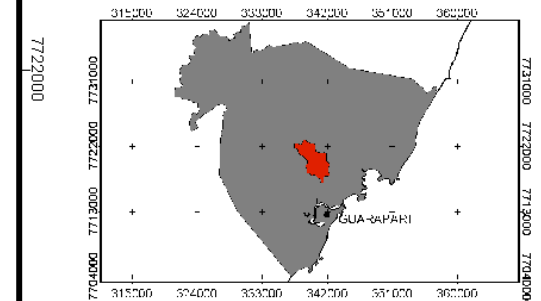
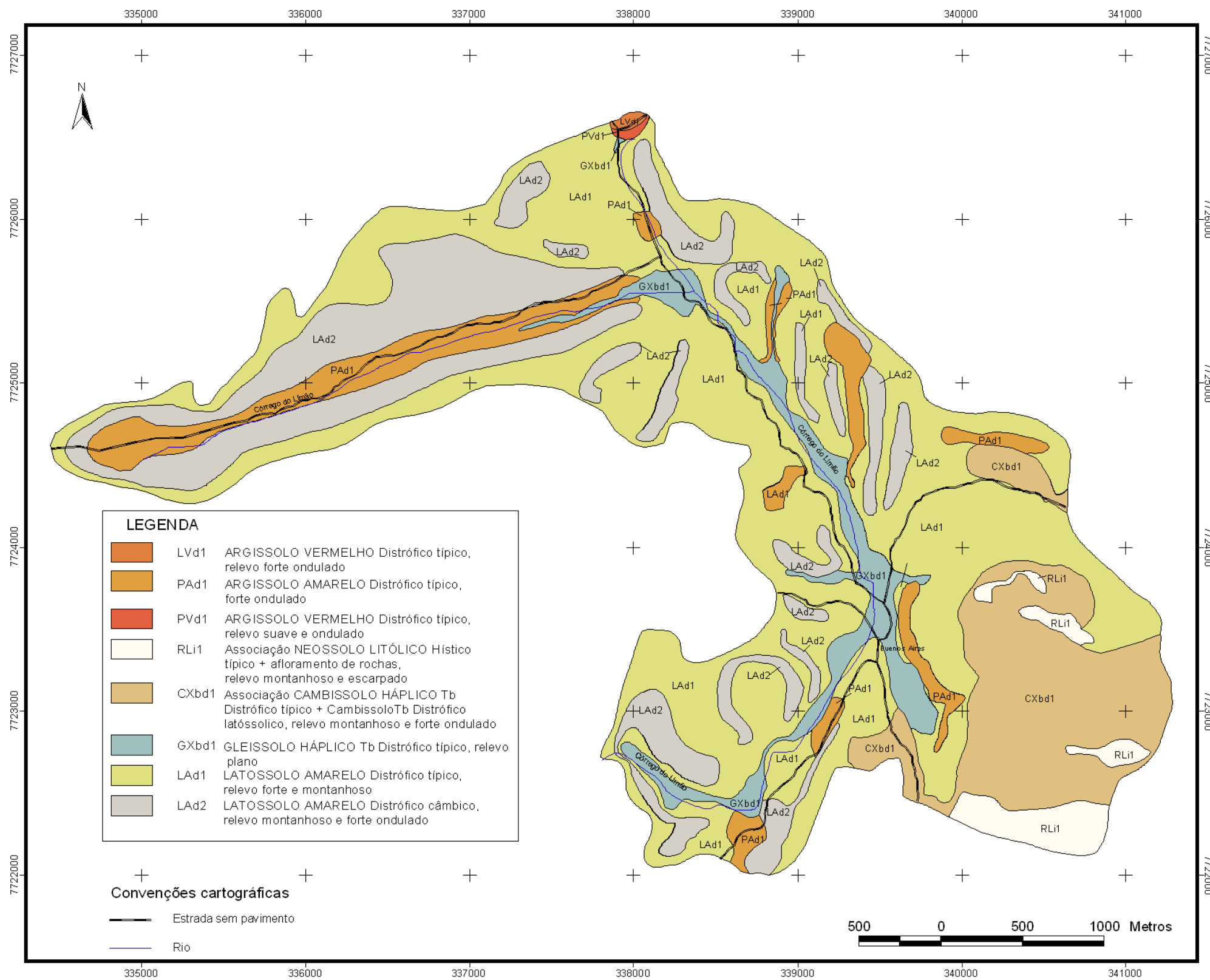


Figura 15 - Mapa de solos da microbacia do córrego do Oratório

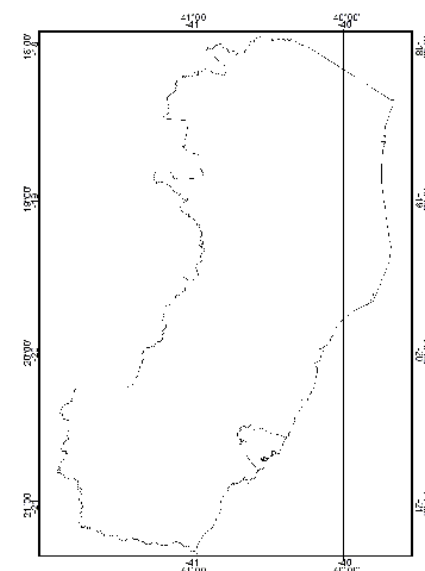
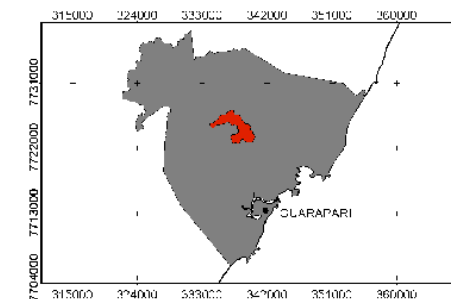
**MAPA DE SOLOS  
MICROBACIA DO CÓRREGO DO ORATÓRIO  
GUARAPARI - ES**



Elementos Básicos:  
Fotografias aéreas não-convencionais escala aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
Mosaico digital semicontrolado escala aprox. de 1:25.000.  
Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
Autores: Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani



**MAPA DE SOLOS  
MICROBACIA DO CÔRREGO DO LIMÃO  
GUARAPARI - ES**

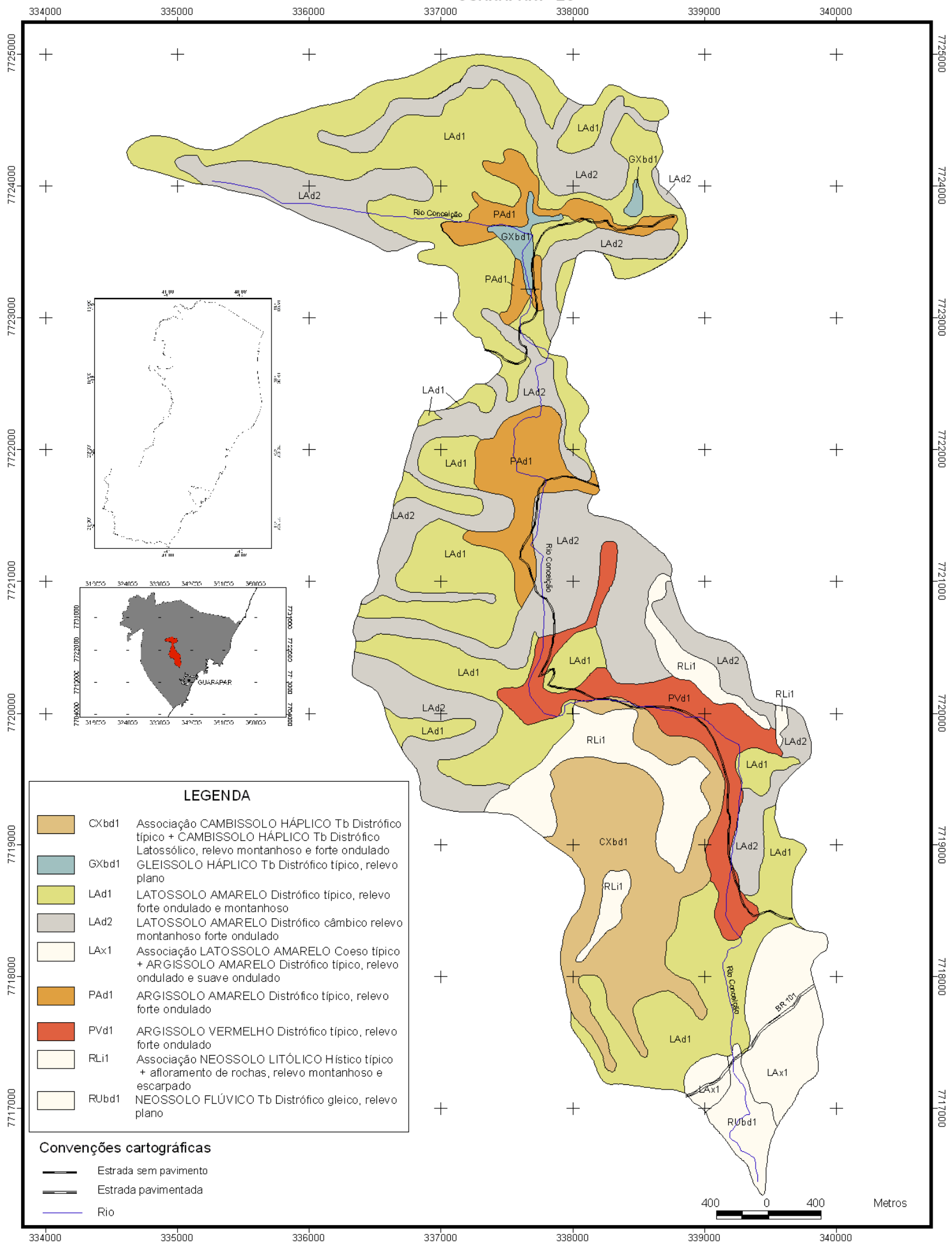


Elementos Básicos:  
Fotografias aéreas não-convencionais escala aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
Mosaico digital semicontrolado escala aprox. 1:25.000.  
Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
Autores : Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani

Figura 16 - Mapa de uso do solo da microbacia do córrego do Limão.

**MAPA DE SOLOS  
MICROBACIA DO RIO CONCEIÇÃO  
GUARAPARI - ES**

Figura 17 - Mapa de solos da microbacia do rio Conceição.



**LEGENDA**

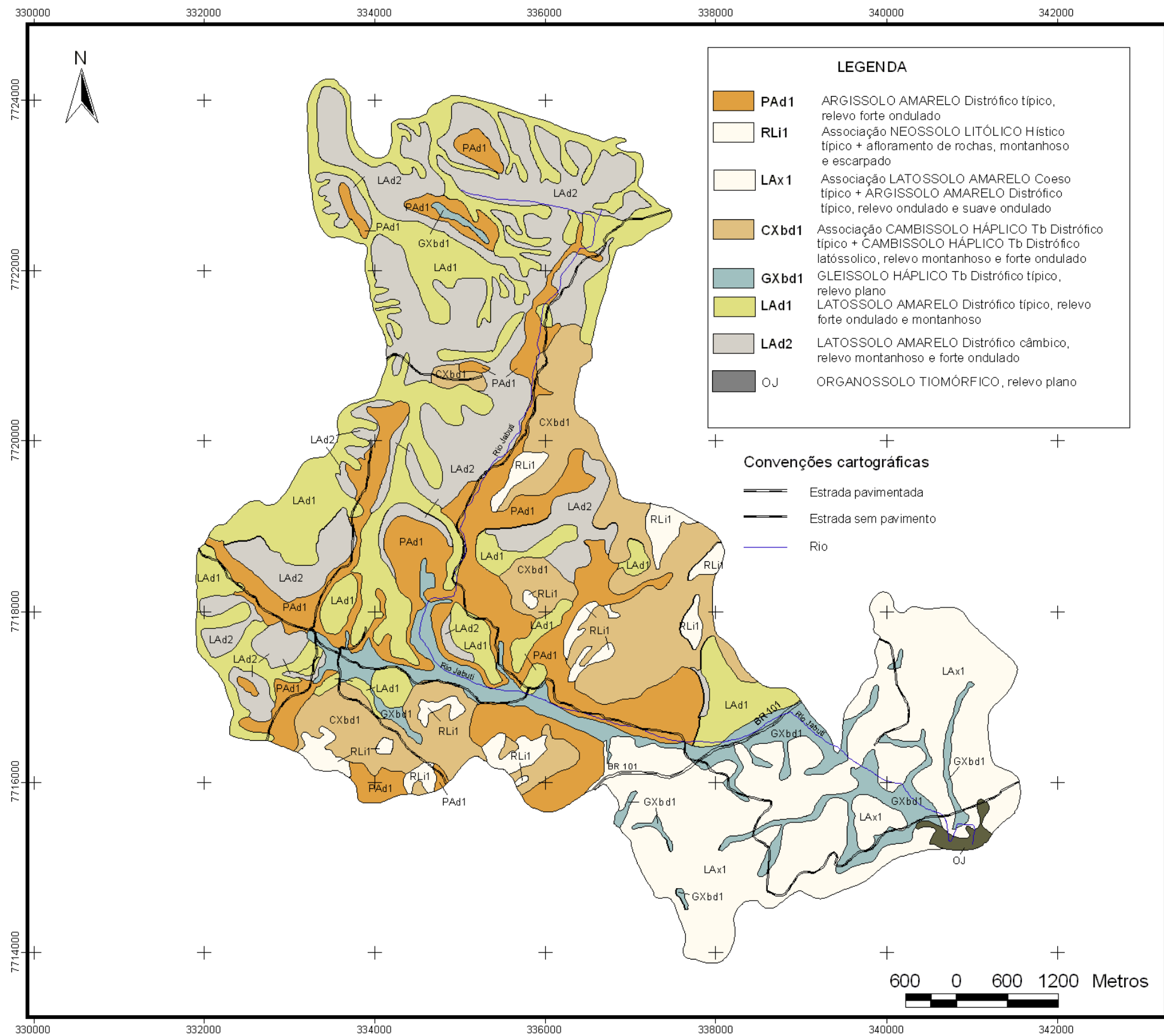
	CXbd1	Associação CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico Latossólico, relevo montanhoso e forte ondulado
	GXbd1	GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, relevo plano
	LAd1	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico, relevo forte ondulado e montanhoso
	LAd2	LATOSSOLO AMARELO Distrófico cámbico relevo montanhoso forte ondulado
	LAX1	Associação LATOSSOLO AMARELO Coeso típico + ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, relevo ondulado e suave ondulado
	PAd1	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico, relevo forte ondulado
	PVd1	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, relevo forte ondulado
	RLi1	Associação NEOSSOLO LITÓLICO Hístico típico + afloramento de rochas, relevo montanhoso e escarpado
	RUBd1	NEOSSOLO FLÚVICO Tb Distrófico gleico, relevo plano

**Convenções cartográficas**

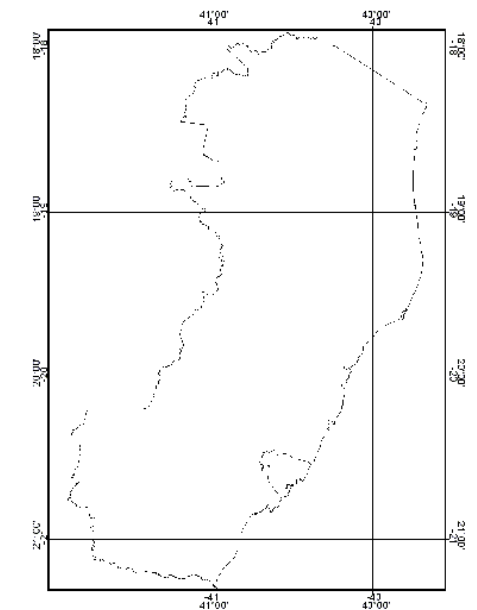
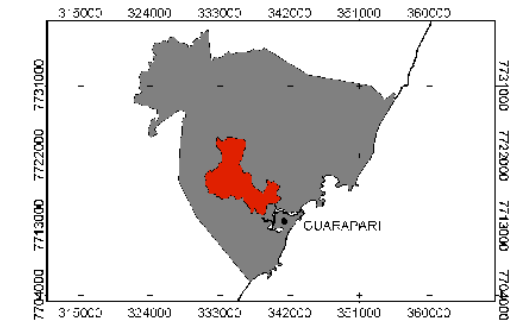
	Estrada sem pavimento
	Estrada pavimentada
	Rio



Elementos Básicos:  
Fotografias aéreas não-convencionais escala aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
Mosaico digital semicontrolado escala aprox. 1:25.000.  
Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
Autores: Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani



**MAPA DE SOLOS MICROBACIA DO RIO JABUTI GUARAPARI - ES**



Fotografias aéreas não-convencionais escala aprox. 1:10.000 obtidas em 10/10/2002.  
 Mosaico digital semicontrolado escala aprox. 1:25.000.  
 Carta topográfica IBGE Folha SF-24-V-A-VI-2  
 Autores : Alexson de Mello Cunha & João Luiz Lani

Figura 18 - Mapa de solos da microbacia do rio Jabuti.

Conforme a quantificação das áreas (Quadro 10) obtidas a partir dos mapas de solos na escala aproximada de 1:25.000, produzidos neste trabalho (Figuras 15, 16, 17 e 18), a microbacia córrego do Oratório apresentou a maior percentagem de área com as unidades de mapeamento que contém só um pouco profundo (8,9% de RLi1 e 55,9% de CXbd1). Isto evidencia um baixo potencial de infiltração e armazenamento de água. Apesar de 20% da área conter solos do Tabuleiro Costeiro, estes possuem limitações por apresentarem horizontes coesos, portanto com certa restrição à infiltração da água e suscetibilidade ao carreamento de sedimentos. Além desse aspecto negativo à produção de água, acrescenta-se ainda o menor índice de compactação e altas declividades, os quais tendem a elevar o coeficiente de variação da vazão e aumentar os riscos de carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

Nas áreas elevadas da microbacia do córrego do Oratório, os processos erosivos tendem naturalmente a ser mais atuantes. Devido às limitações naturais impostas por estes ambientes aos usos agrícolas, estes, do ponto de vista da produção de água, talvez fossem melhor utilizados mantendo-se as coberturas vegetais naturais (Mata Atlântica). Segundo Guerra & Cunha (1996), chuvas concentradas, encostas desprovidas de vegetação, contato solo-rocha abrupto, descontinuidades litológicas e pedológicas, encostas íngremes, são algumas condições naturais que podem acelerar o processo de degradação nas encostas das microbacias hidrográficas. Do ponto de vista social, pensando-se na permanência do homem no campo, fontes de rendas alternativas deveriam ser colocadas a disposição dos agricultores, de modo a reduzir a pressão de uso sobre estes ambientes frágeis. Práticas alternativas de uso mais ecológico, baseadas em sistemas agroflorestais ou silvipastoris poderiam ser alternativas viáveis.

A microbacia córrego do Limão apresentou o maior percentual de área com a unidade de mapeamento mais importante (LAd1) para incrementar a quantidade de água dos cursos d'água. Além do maior percentual de área com Latossolos Amarelos em posição de cabeceira, os remanescentes florestais ocupam também o maior percentual de área. Além disso, os vales com seção transversal em forma de "U" na maior parte da microbacia, com a presença de Gleissolos (6%), tendem a retardar a saída de água da microbacia, favorecendo a regularização da vazão e evita assim maiores problemas com enchentes a jusante. A drenagem das várzeas, nesse caso, parece não ser a

melhor prática a ser adotada pelos agricultores, quando o assunto é analisado com uma visão integradora.

A microbacia do rio Jabuti, por possuir a maior área, aproximadamente três vezes maior que as três demais, apresenta a maior área absoluta com os Latossolos Amarelos (LAd1). No entanto, é a microbacia que possui a menor cobertura florestal e os vales são mais encaixados, profundos e possuem seção transversal em forma de “V”. Possivelmente uma evolução geomorfológica relacionada a existência de linhas de falhas. Neste tipo de relevo com menor cobertura florestal, comparado às condições do ambiente Córrego do Limão, espera-se que água tenha menor tempo para infiltrar, produza um maior fluxo de água superficial e se concentrem mais rapidamente, produzindo um volume maior de deflúvio superficial por um período curto.

Os Latossolos Amarelos Distróficos câmbicos, a exceção da microbacia córrego do Oratório, ocupam cerca de 20% das demais microbacias, geralmente em declives acentuados. Apesar de apresentar horizonte A+B pouco espesso, possuem um horizonte C profundo. Conforme Guerra & Cunha (1996), chuvas fortes associadas ao forte declive, a espessos mantos de intemperismo e ao desmatamento podem criar áreas potenciais de erosão e de movimentos de massa.

Parece lógico que com relação aos solos, três metas visando a produção de água deveriam ser alcançadas: 1 - redução ao máximo dos riscos de erosão nas áreas de declives acentuados com solos pouco profundos e portanto mais instáveis; 2 - maximização dos potenciais de infiltração e armazenamento de água nos solos muito intemperizados e profundos das áreas mais estáveis e; 3 - a preservação dos Gleissolos como “caixas d’água”.

#### **4.5.2. Características químicas**

A acidez ativa dos solos variou de elevada ( $4,5 < \text{pH} > 5,0$ ) a fraca ( $5,1 < \text{pH} > 6,0$ ). Em média, os maiores valores de pH foram encontrados para os perfis P4 (Cambissolo Háplico) e P7 (Gleissolo Háplico) (Quadro 11).

Quadro 11 - Resultados das análises químicas dos solos

Horiz	Prof. cm	pH		pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	t	V	m	C	P	P-rem		
		H <sub>2</sub> O	KCl																	
													cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%		dag kg <sup>-1</sup>		mg dm <sup>-3</sup>	
P1 - Neossolo Litólico Hístico típico																				
H	0 - 10	5,2	4,2	-1,0	0,2	0,3	0,06	0,02	0,5	1,0	15,5	17,64	1,5	12	6	12,99	5	6,6		
P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico																				
Ap1	0 - 2	6,0	4,9	-1,1	1,3	0,8	0,16	0,01	2,2	0,0	1,3	1,8	2,2	29	0	3,38	9	47,2		
Ap2	2 - 12	5,1	4,0	-1,1	0,6	0,6	0,20	0,01	1,4	0,7	3,4	4,8	2,1	28	16	2,57	5	27,1		
E	12 - 24	4,8	3,9	-0,9	0,3	0,4	0,14	0,01	0,8	1,1	3,5	4,4	1,9	20	25	2,17	4	24,5		
BA	24 - 42	4,8	3,9	-0,9	0,4	0,4	0,13	0,01	0,9	1,2	3,6	4,5	2,1	20	26	1,90	4	19,6		
Bt1	42 - 80	4,9	4,0	-0,9	0,6	0,5	0,06	0,02	1,1	1,3	4,1	5,3	2,4	22	26	1,76	4	8,3		
Bt2	80 - 122	4,8	4,0	-0,8	0,4	0,5	0,03	0,02	0,9	1,5	4,3	5,3	2,4	17	30	1,49	3	4,5		
BC	122 - 150	4,9	4,0	-0,9	0,4	0,5	0,03	0,02	1,0	1,4	3,9	4,9	2,4	19	29	1,22	3	4,0		
C	150 - 185 +	5,0	4,1	-0,9	0,4	0,6	0,04	0,01	1,0	1,0	3,4	4,4	2,0	21	23	0,29	4	6,1		
Cr	450 - 480 +	5,3	4,0	-1,3	0,2	0,7	0,03	0,02	0,9	1,2	2,8	3,7	2,1	24	32	0,29	4	23,5		
P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico																				
Ap	0 - 12	5,7	4,5	-1,2	1,7	1,1	0,22	0,02	3,0	0,2	5,1	8,1	3,2	37	2	3,79	5	22,4		
BA	12 - 27	4,9	4,1	-0,8	0,2	0,4	0,07	0,01	0,6	1,0	4,4	5,1	1,6	12	20	1,76	4	10,9		
Bw1	27 - 62	4,9	4,1	-0,8	0,2	0,3	0,04	0,01	0,5	0,4	5,2	5,7	0,9	9	7	1,49	4	12,6		
Bw2	62 - 125	5,1	4,2	-0,9	0,3	0,4	0,04	0,01	0,7	0,5	3,1	3,8	1,3	18	14	1,36	4	8,6		
Bw3	125 - 163	4,8	4,1	-0,7	0,1	0,3	0,02	0,01	0,4	0,9	3,2	3,6	1,3	11	26	1,36	3	6,6		
Bw4	163 - 220 +	4,9	4,1	-0,8	0,2	0,1	0,08	0,05	0,4	0,6	2,8	3,2	1,0	16	21	0,94	5	7,9		
P4 - Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico																				
Ap	0 - 12	6,5	5,3	-1,2	4,7	2,3	0,46	0,02	7,5	0,0	2,7	10,2	7,5	73	0	3,66	7	31,9		
AB	12 - 28	5,8	4,6	-1,2	2,3	1,4	0,28	0,01	3,9	0,1	3,6	7,5	4,0	52	1	2,16	5	23,0		
BA	28 - 40	5,3	4,3	-1,0	1,4	0,7	0,23	0,01	2,3	0,2	3,5	5,9	2,6	40	4	1,62	4	23,3		
Bi1	40 - 60	5,5	4,5	-1,0	1,6	0,6	0,18	0,01	2,3	0,1	3,1	5,5	2,5	43	3	1,62	4	14,9		
Bi2	60 - 80	5,7	4,7	-1,0	1,4	0,5	0,15	0,01	2,1	0,1	2,3	4,4	2,2	47	2	1,36	4	11,0		
Bi3	80 - 110+	5,7	4,8	-0,9	1,3	0,5	0,09	0,02	1,9	0,1	2,3	4,2	2,0	45	2	1,36	4	9,1		

Continua ...

Cont. Quadro 11 - Resultados das análises químicas dos solos

Horiz	Prof. cm	pH		pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	SB	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	t	V	m	C	P	P-rem
		H <sub>2</sub> O	KCl															
					----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----								----- % -----		dag kg <sup>-1</sup>		-- mg dm <sup>-3</sup> ---	
P5 - Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico																		
Ap1	0 – 10	5,5	4,5	-1,0	1,5	0,9	0,22	0,03	2,6	0,1	2,8	5,5	2,75	47	3	2,03	14	35,2
Ap2	10 – 18	5,7	4,6	-1,1	3,1	1,5	0,08	0,04	4,7	0,1	5,6	10,3	4,77	45	0	3,66	10	21,3
C1	18 – 29	5,0	4,1	-0,9	1,3	0,7	0,05	0,03	2,1	0,7	8,9	11,0	2,83	19	7	3,79	9	6,7
C2	29 – 40	5,1	4,1	-1,0	0,6	0,4	0,02	0,02	1,0	0,4	4,6	5,6	1,39	18	7	1,76	9	18,5
C3	40 – 46	5,4	4,2	-1,2	0,6	0,4	0,02	0,02	1,0	0,3	1,9	2,9	1,34	34	12	0,95	13	32,4
Cg	46 – 69+	5,5	4,1	-1,4	1,5	0,7	0,03	0,03	2,2	0,1	6,0	8,2	2,31	27	1	2,57	11	13,9
P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico																		
Ap1	0 – 13	5,6	4,6	-1,0	1,6	1,1	0,13	0,01	2,8	0,1	3,4	6,3	2,94	45	2	3,52	4	24,1
Ap2	13 – 25	5,5	4,3	-1,2	0,8	0,7	0,06	0,01	1,5	0,3	4,3	5,9	1,87	26	6	3,11	4	30,1
AB	25 – 38	5,4	4,3	-1,1	0,8	1,0	0,05	0,01	1,8	0,4	4,3	4,7	2,16	37	8	2,71	3	22,8
Bt1	38 – 60	5,3	4,4	-0,9	0,3	0,4	0,02	0,01	0,7	0,3	2,9	3,7	1,03	19	10	1,90	2	12,1
Bt2	60 – 87	5,2	4,4	-0,8	0,2	0,4	0,02	0,01	0,6	0,4	2,7	3,3	1,03	18	14	1,36	2	7,6
Bt3	87 – 140	5,1	4,4	-0,7	0,3	0,3	0,02	0,01	0,6	0,3	2,7	3,3	0,93	18	10	1,07	4	6,0
Bt4	140 – 210+	5,2	4,7	-0,5	0,2	0,2	0,01	0,01	0,4	0,1	1,9	2,3	0,47	16	4	1,07	4	1,4
P7 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico																		
Ap1	0 – 17	5,7	4,2	-1,5	0,8	0,4	0,03	0,06	1,2	1,1	11,5	12,8	2,39	10	9	5,19	4	5,3
Cg1	17 – 37	5,5	4,3	-1,2	0,3	0,3	0,07	0,07	0,7	0,9	6,5	7,3	1,64	10	12	1,45	5	7,5
Cg2	37 – 65+	5,7	4,3	-1,4	0,3	0,2	0,03	0,03	0,5	0,6	4,2	4,8	1,16	11	13	1,08	4	7,0
P8 - Latossolo Amarelo Distrófico típico																		
Ap	0 – 25	5,7	4,5	-1,2	0,8	0,6	0,28	0,02	1,6	0,2	3,1	4,7	1,80	34	4	1,36	3	24,5
BA	25 – 52	5,0	4,3	-0,7	0,3	0,2	0,07	0,01	0,6	0,3	2,6	3,2	0,88	17	9	1,36	3	13,6
Bw1	52 – 89	5,0	4,4	-0,6	0,3	0,1	0,05	0,01	0,5	0,3	2,1	2,6	0,76	18	11	0,81	3	10,1
Bw2	89 – 122	5,0	4,3	-0,7	0,2	0,2	0,03	0,01	0,4	0,5	3,1	3,6	0,94	12	14	0,68	21	14,6
Bw3	122 – 173	4,7	4,2	-0,5	0,1	0,1	0,01	0,01	0,2	0,5	2,3	2,5	0,77	9	22	0,41	3	6,4
Bw4	173 – 220+	4,5	4,1	-0,4	0,1	0,1	0,02	0,01	0,2	0,7	2,8	3,0	0,98	8	25	0,14	2	8,1

Apesar de o P4 apresentar uma massa de solo porosa típica de latossolos, inclusive com presença de gibbsita (análise de raios-X), o pH mais elevado deste, parece indicar uma liberação de quantidades relativas de bases a partir da intemperização do material de origem próximo à superfície (rochas expostas), junto a massa do solo ou sobre a sua superfície, conforme observado a campo.

Os valores mais elevados de pH para o P7 (Gleissolo Háplico), assim como para alguns horizontes do P5 (Neossolo Flúvico), parece refletir o ambiente mais conservador, onde são ambientes receptores de bases e as saídas destas do sistema é mais lenta.

A acidez média (pH 5,2) e os baixos teores de bases trocáveis do P1, indica a pobreza em nutrientes advindos do material de origem. Além disso, associado à alta declividade do terreno e ao clima quente e úmido resulta em um intemperismo intenso e lixiviação acelerada de bases e sílica deste perfil. A existência de gibbsita também neste perfil corrobora essa idéia.

Os baixos valores de pH para os demais perfis P2, P3, P6 e P8 (respectivamente Argissolo Vermelho Distrófico típico, Latossolo Vermelho Distrófico típico, Argissolo Amarelo Distrófico latossólico e Latossolo Amarelo Distrófico argissólico) evidenciam um estágio de intemperismo relativamente avançado. Embora os valores de pH mostrem para todos os solos a predominância de carga líquida negativa, indicando não estarem os solos em estágio de intemperismo extremamente avançado.

Os maiores valores para saturação por bases foram encontrados no P4. Neste, os valores mais altos para cálcio e principalmente para magnésio estão, provavelmente, relacionados com a intemperização da biotita e feldspatos, originados do gnaiss. Os teores, também mais elevados de potássio disponível neste perfil, evidencia este fato.

O magnésio e o potássio são dois nutrientes comuns nas rochas graníticas e gnáissicas que ocorrem na região de Guarapari. É provável que a menor distrofia destes solos esteja ligada à intemperização destas rochas. Os teores de cálcio são considerados bons e os de magnésio e potássio muito bom (Comissão ... 1999). Estes dois últimos nutrientes, mais disponíveis naturalmente nos Cambissolos, são uns dos mais exigidos pela cultura da bananeira, o que faz disto um fato importante quando se sabe que a fertilização química não é uma prática muito utilizada entre os agricultores da microbacia

para tal finalidade. Todos os perfis apresentaram de teores nutrientes mais elevados nos horizontes superficiais, o que denota o efeito das plantas na reciclagem de nutrientes.

Os teores de fósforo disponível são considerados de baixo a muito baixo (Comissão ... 1999). Dentro de cada perfil os teores de fósforo disponível aumentaram levemente próximo à superfície do solo, onde os teores de matéria orgânica foram mais elevados. Da mesma forma, os teores de fósforo remanescente tenderam a acompanhar o aumento do teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais.

O Gleissolo apresentou menor teor de fósforo disponível do que o Neossolo Flúvico. Isso se deve à textura mais argilosa e aos maiores teores de óxidos de ferro jovens e com maior capacidade de adsorção no primeiro.

Os teores de alumínio trocáveis foram considerados de médio a alto na maioria dos solos. De modo geral, estes valores foram menores próximos à superfície do solo, onde houve maior acúmulo de bases por efeito da reciclagem de nutrientes, fato este observado também por Araújo (1999). De modo geral, apesar de os solos serem pobres em nutrientes, os teores de alumínio trocável não foram muito elevados, devido provavelmente, aos valores de pH não muito baixo e pela influência dos teores de matéria orgânica.

Em geral, os teores de C orgânico decresceram em profundidade e as concentrações de fósforo remanescente tenderam a aumentar, Isto de acordo com Oades et al. (1989) evidencia a competição entre ânions orgânicos e fosfatos pelos sítios de adsorção na superfície dos óxidos de ferro e de alumínio.

#### **4.5.3. Ataque sulfúrico**

Os valores de Ki próximo de 2,0, na sua maioria, abaixo desse limite (Quadro 12) para todos os horizontes diagnósticos subsuperficiais dos perfis estudados, indicam o avançado estágio de intemperismo destes, embora se tenha solo classificado como Cambissolo. Isto ocorreu até mesmo para os solos mais jovens (P1, P4, P5 e P7). Nos horizontes superficiais os valores de Ki foram, em geral, superiores aos horizontes subsuperficiais indicando

Quadro 12 - Resultados de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, MnO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtidos pelo ataque sulfúrico na TFSA e relações moleculares Ki, Kr e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dos solos estudados

Horiz.	Prof.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	--- cm ---	----- dag kg <sup>-1</sup> -----						mg kg <sup>-1</sup>				
----- P1 - Neossolo Litólico Hístico típico -----												
H	0 - 10	20,0	18,0	4,28	0,66	0,08	0,14	45	1,88	1,61	4,45	
----- P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico -----												
Ap1	0 - 2	10,6	6,9	2,14	0,31	0,13	0,06	48	2,62	2,19	5,01	
Ap2	2 - 12	25,4	13,7	6,77	0,48	0,18	0,07	37	3,14	2,39	3,17	
E	12 - 24	18,6	17,0	3,94	0,63	0,17	0,05	24	1,86	1,62	6,75	
BA	24 - 42	20,0	18,0	4,83	0,83	0,17	0,05	21	1,88	1,61	5,84	
Bt1	42 - 80	18,1	31,7	8,17	1,35	0,18	0,08	33	0,97	0,83	6,08	
Bt2	80 - 122	26,7	32,1	8,45	1,31	0,20	0,08	37	1,41	1,21	5,96	
BC	122 - 150	18,1	20,0	7,79	1,25	0,18	0,08	83	1,53	1,23	4,03	
C	150 - 185 +	19,6	23,1	5,70	1,05	0,18	0,09	160	1,44	1,24	6,34	
Cr	450 - 480 +	24,1	26,9	9,38	1,38	0,39	0,08	50	1,52	1,24	4,49	
----- P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico -----												
Ap	0 - 12	22,3	20,9	7,51	1,23	0,11	0,11	27	1,81	1,47	4,37	
BA	12 - 27	22,4	28,0	8,16	1,33	0,11	0,08	20	1,36	1,14	5,38	
Bw1	27 - 62	24,6	27,7	8,12	1,28	0,09	0,09	21	1,51	1,27	5,34	
Bw2	62 - 125	22,4	32,0	7,95	1,22	0,09	0,09	20	1,19	1,02	6,31	
Bw3	125 - 163	24,8	27,8	7,57	1,20	0,07	0,08	18	1,52	1,29	5,75	
Bw4	163 - 220 +	25,1	29,1	7,58	1,20	0,09	0,08	10	1,47	1,26	6,00	

Continua ...

Cont. Quadro 12 - Resultados de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, MnO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtidos pelo ataque sulfúrico na TFSA e relações moleculares Ki, Kr e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dos solos estudados

Horiz.	Prof.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	--- cm ---	----- dag kg <sup>-1</sup> -----						mg kg <sup>-1</sup>				
----- P4 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico -----												
Ap	0 – 12	18,7	13,8	4,25	0,53	0,34	0,12	384	2,29	1,92	5,10	
AB	12 – 28	17,7	16,5	4,27	0,64	0,32	0,11	455	1,82	1,56	6,05	
BA	28 – 40	17,3	15,7	3,80	0,56	0,27	0,09	379	1,87	1,62	6,47	
Bi1	40 – 60	20,9	17,6	4,55	0,66	0,29	0,10	365	2,01	1,72	6,07	
Bi2	60 – 80	21,1	19,0	4,45	0,69	0,28	0,09	308	1,89	1,64	6,69	
Bi3	80 – 110+	25,6	19,4	4,86	0,69	0,29	0,08	134	2,24	1,93	6,25	
----- P5 - Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico -----												
Ap1	0 – 10	14,8	12,2	4,30	0,67	0,36	0,08	76	2,07	1,69	4,44	
Ap2	10 – 18	24,5	21,2	6,76	1,16	0,48	0,14	148	1,96	1,62	4,92	
C1	18 – 29	26,4	26,6	7,81	1,43	0,41	0,16	109	1,68	1,42	5,34	
C2	29 – 40	19,9	18,8	5,22	1,12	0,43	0,10	66	1,79	1,52	5,64	
C3	40 – 46	13,1	11,2	3,78	0,51	0,38	0,06	74	1,99	1,63	4,64	
Cg	46 – 69+	16,2	20,2	6,60	1,11	0,52	0,15	121	1,36	1,13	4,79	
----- P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico -----												
Ap1	0 – 13	19,6	22,5	6,15	1,12	0,08	0,08	26	1,48	1,26	5,73	
Ap2	13 – 25	21,5	24,2	6,90	1,35	0,08	0,08	26	1,51	1,28	5,49	
AB	25 – 38	21,9	24,2	6,40	1,37	0,08	0,08	20	1,54	1,31	5,93	
Bt1	38 – 60	18,4	24,2	8,25	1,67	0,08	0,07	17	1,29	1,06	4,59	
Bt2	60 – 87	23,41	31,4	9,48	1,57	0,08	0,11	18	1,27	1,06	5,18	
Bt3	87 – 140	24,9	28,5	8,69	1,51	0,08	0,07	13	1,48	1,24	5,14	
Bt4	140 – 210+	18,0	21,8	9,64	1,64	0,09	0,08	18	1,40	1,09	3,54	

Continua ...

Cont. Quadro 12 - Resultados de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, MnO e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtidos pelo ataque sulfúrico na TFSA e relações moleculares Ki, Kr e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dos solos estudados

Horiz.	Prof.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ki	Kr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	--- cm ---	----- dag kg <sup>-1</sup> -----						mg kg <sup>-1</sup>				
----- P7 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico -----												
Ap	0 – 17	24,4	25,6	6,95	1,54	0,34	0,15	28	1,62	1,38	5,77	
Cg1	17 – 37	25,1	27,6	7,96	1,53	0,43	0,11	34	1,54	1,30	5,42	
Cg2	37 – 65+	16,0	24,0	7,36	1,43	0,65	0,09	28	1,13	0,94	5,11	
----- P8 - Latossolo Amarelo Distrófico típico -----												
Ap	0 – 25	17,3	18,1	6,03	1,01	0,07	0,10	83	1,62	1,34	4,71	
BA	25 – 52	19,3	27,0	7,46	1,35	0,07	0,11	66	1,21	1,03	5,66	
Bw1	52 – 89	21,9	27,0	8,15	1,37	0,07	0,11	21	1,37	1,15	5,19	
Bw2	89 – 122	16,0	24,8	7,27	1,07	0,07	0,20	21	1,10	0,92	5,34	
Bw3	122 – 173	15,9	26,1	6,84	1,05	0,07	0,09	13	1,03	0,89	5,99	
Bw4	173 – 220+	27,0	28,6	7,30	1,10	0,07	0,07	26	1,60	1,38	6,14	

reciclagem da sílica pela vegetação conforme observado por Araújo (1999) em solos do Acre. Estes valores de  $K_i$  embora sujeitos a alguma variação estão, em geral, entre 1,0 e 2,0. Os valores mais baixos nesses solos, próximos de 1,0, indicam a presença da gibbsita. O que foi confirmada pela difratometria de raios-X .

Os valores elevados de  $K_i$  e de  $K_r$  (maiores que 0,75), indicam que são caulíníticos (EMBRAPA, 1999). Embora sejam caulíníticos, conforme os resultados obtidos pelo ataque sulfúrico, os difratogramas de raios-X mostram picos de gibbsita de alta intensidade de reflexão, com menor distância a meia altura quando comparado ao pico de primeira ordem da caulinita, refletindo boa cristalinidade e quantidades relativamente altas de gibbsita na fração argila.

De modo geral, com os teores de  $Fe_2O_3$  apresentados (Quadro 12), estes solos são enquadrados em sua maior parte como hipoférricos ( $< 8 \text{ dag.kg}^{-1}$ ) e em menor proporção como mesoférricos (8 a  $18 \text{ dag kg}^{-1}$ ). Os baixos teores de  $Fe_2O_3$  e de  $TiO_2$  refletiram a pobreza de nutrientes na rocha de origem (granito e gnaisse).

Os menores teores de  $Fe_2O_3$  e de  $TiO_2$  para o P4 (Cambissolo Háplico) indicam que, provavelmente, este foi originado de uma rocha gnáissica mais pobre em minerais ferromagnesianos. Os valores acima de 2,0 para a relação  $Al_2O_3/Fe_2O_3$  para este e os demais perfis, indicam baixos teores de minerais máficos na rocha de origem (Resende, 1983). O fato de a rocha ser mais pobre parece não ter relação alguma com a maior disponibilidade de nutrientes para este perfil, quando observada a análise química de rotina (Quadro 11). Entretanto, os maiores teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis neste perfil, parece reforçar a idéia de que a proximidade da rocha à superfície do solo faz com que esta libere constantemente nutrientes ao longo do tempo, tornando os solos menos distróficos.

No perfil P7 (Gleissolo Háplico) os teores de  $Fe_2O_3$  foram semelhantes aos demais perfis, sugerindo não ter havido desferrificação acentuada, embora o ambiente seja de redução. Este fato justifica as cores amareladas deste solo ao invés de cores acinzentadas.

Os teores totais de potássio mais elevados nos perfis P4, P5 e P7 (Cambissolo Háplico, Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico, respectivamente) está provavelmente relacionado à presença da biotita. No P4 a biotita advém diretamente da rocha, enquanto nos perfis P5 e P7 a presença desta é devido

aos ambientes conservadores em que se encontram e por receberem sedimentos vindos das encostas íngremes.

No perfil P4 os teores mais elevados de potássio total se correlacionam com os maiores teores de potássio trocável. No entanto, para os perfis P5 e P7 isto não ocorreu. É possível que o ambiente redutor esteja impedindo a decomposição da biotita.

Os teores totais de  $P_2O_5$  foram semelhantes em todos os perfis. A lixiviação de parte do potássio total nos solos mais intemperizados foi evidente, no entanto isto não ocorreu com o fósforo, o que indica que este ficou retido no sistema, adsorvido na goethita e na hematita, embora não prontamente disponível.

#### **4.5.4. Ferro extraído com ditionito e com oxalato**

Os maiores valores de ferro extraído por oxalato (Quadro 13) foram encontrados para o Neossolo Litólico ( $0,83 \text{ dag kg}^{-1}$ ) e para o Gleissolo Háptico ( $1,22 \text{ dag kg}^{-1}$ ). No Neossolo Litólico este valor mais elevado parece estar associado ao seu estágio inicial de intemperismo, originando formas mais solúveis de óxidos de ferro. No Gleissolo Háptico, o valor mais elevado se relaciona com o ambiente hidromórfico, onde a deficiência de oxigênio é a causa da formação de óxidos de ferro de má cristalinidade. No horizonte A do Gleissolo Háptico o teor de ferro extraído por oxalato é menor, provavelmente refletindo o abaixamento do lençol freático, devido a drenagem artificial feita neste solo e a pronta formação de formas mais cristalinas.

Foi observada uma tendência no aumento da relação  $Fe_o/Fed$  (Quadro 13) nos horizontes superficiais para os perfis P2, P4 e P8 (Argissolo Vermelho, Cambissolo Háptico e Latossolo Amarelo, respectivamente). Este fato está provavelmente relacionado ao maior teor de matéria orgânica nestes horizontes. No entanto, o efeito da matéria orgânica nestes horizontes não foi notado para os perfis P3, P5, P6 e P7 (Latosolo Vermelho, Neossolo Flúvico, Argissolo Amarelo e Gleissolo Háptico, respectivamente).

Quadro 13 - Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> solúvel em citrato-ditionito (Fed) obtidos em quatro extrações sucessivas e em oxalato de amônio (Feo), relação Feo/Fed, e Fe proveniente do ataque sulfúrico nas classes de solos estudadas

Perfil	Solo	Horiz.	Extrações						Relações	
			Fed				Feo	Fed/ Fed <sup>1</sup>	Fed/ Fes <sup>2</sup>	
			1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	única			
----- dag kg <sup>-1</sup> -----										
P1	RLi	A	4,43	1,32	0,84	0,51	7,11	1,19	0,17	1,66
P2	PVd	Ap2	5,76	0,41	0,07	0,04	6,29	0,87	0,14	0,93
		E	7,97	0,44	0,13	0,04	7,15	0,94	0,13	1,81
		Bt2	7,29	0,44	0,06	0,01	7,81	0,69	0,09	0,92
		C	7,38	0,36	0,03	0,01	7,78	0,66	0,08	1,36
P3	LVd	A	6,69	1,52	0,54	0,23	8,98	0,63	0,07	1,20
		Bw2	7,64	1,57	0,72	0,26	10,18	0,76	0,07	1,28
P4	CXbd	Ap	5,16	0,54	0,13	0,14	5,98	1,04	0,17	1,41
		Bi2	5,29	0,49	0,10	0,07	5,95	0,74	0,13	1,34
P5	RUbd	A1	7,68	2,12	0,57	0,33	10,70	0,73	0,07	2,49
		C1	7,64	1,87	0,60	0,40	10,51	0,73	0,17	1,35
P6	PAd	Ap1	5,31	2,10	1,62	0,92	9,94	0,51	0,05	1,62
		Bt2	6,56	2,62	0,82	1,36	11,35	0,53	0,05	1,20
P7	GXbd	Ap	5,12	1,94	1,13	0,61	8,81	0,97	0,11	1,27
		Cg1	6,12	1,94	1,04	0,53	9,64	1,74	0,18	1,21
P8	LAd	Ap	4,52	2,82	1,67	0,37	9,38	0,72	0,08	1,56
		Bw2	9,20	3,30	0,70	0,34	13,54	0,57	0,04	1,86

RLi - Neossolo Litólico Hístico típico; PVd - Argissolo Vermelho Distrófico típico; LVd - Latossolo Vermelho Distrófico típico; CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico latossólico; RUbd - Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico; PAd - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico; GXbd - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico; LAd - Latossolo Amarelo Distrófico argissólico.

<sup>1</sup> Somatório das quatro extrações com citrato-ditionito em relação ao Feo.

<sup>2</sup> Somatório das quatro extrações com citrato-ditionito em relação ao Fe do ataque sulfúrico.

Entre os solos bem drenados (P2, P3, P4, P6 e P8) o Latossolo Amarelo (P8) foi o que se mostrou com maior teor de óxidos de ferro bem cristalizados. O menor valor da relação Feo/Fed (0,04 dag kg<sup>-1</sup>) demonstra este fato. Além da boa condição de drenagem, é possível que o fator tempo (solo mais intemperizado) tenha influenciado na cristalinidade dos óxidos de ferro deste perfil. A maior relação obtida entre o teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> extraído pelo citrato-ditionito e o teor de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> obtido por ataque sulfúrico (Quadro 13) indica o maior estágio de intemperismo do P8, de acordo com o observado por Nunes

(1999) no estudo de Latossolos da região de Viçosa. No entanto, esses maiores valores nem sempre indicam isso, como se observa no horizonte Ap1 do Neossolo Flúvico (2,48), em razão de sua textura arenosa. Isto se verifica devido ao fato de citrato-ditionito extrair o ferro da fração argila e o ataque sulfúrico extrair da TFSA.

Nas extrações sucessivas por citrato-ditionito (Figuras 19 e 20) os perfis de cores mais amareladas (P1, P6, P7 e P8), a exceção do P4, apresentaram comportamentos diferentes dos outros perfis quanto à resistência dos óxidos de ferro à dissolução. Enquanto após a primeira extração os teores de ferro extraídos permaneceram quase no mesmo nível para o Latossolo Vermelho (P3) e principalmente para o Argissolo Vermelho (P2) e Cambissolo Háplico (P4), nos perfis de solos amarelados, exceto P4, mesmo na quarta extração quantidades consideráveis de óxidos de ferro foram recuperadas. Essa dinâmica de extração deu-se tanto no horizonte A como no horizonte B. Embora as quantidades totais ao final das quatro extrações tenham sido diferenciadas para cada perfil entre os dois horizontes analisados.

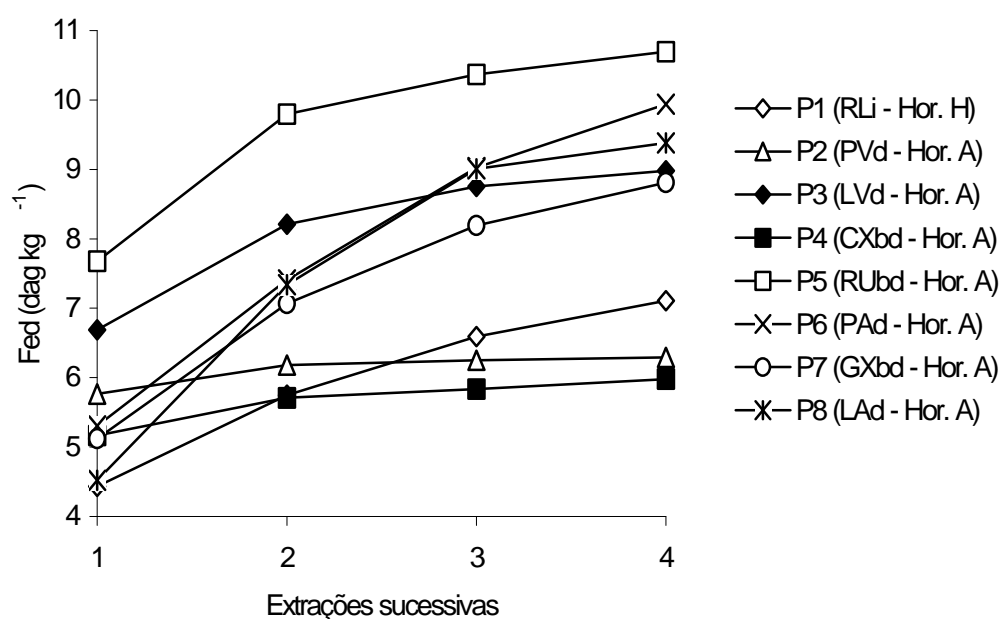


Figura 19 – Teores acumulativos de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> das argilas do horizonte H do perfil P1 e dos horizontes A dos perfis P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 , extraídos sucessivamente por ditionito

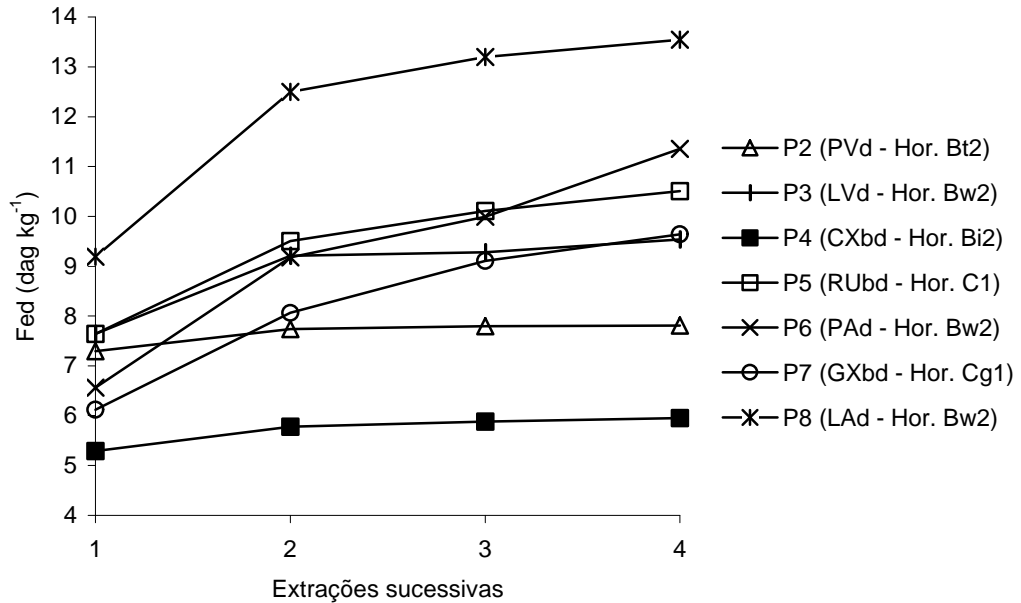


Figura 20 – Teores acumulativos de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> das argilas dos horizontes Bt2, Bw2, Bi2, C1, Bt2, Cg1, e Bw2, dos respectivos perfis P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8, extraídos sucessivamente por ditionito.

O solo com maior teor de óxidos de ferro e portanto com maior potencial de fitotoxidez foi o Latossolo Amarelo (P8). As maiores resistências à extração foram observadas para o P8 e para o Argissolo Amarelo (P6). Os comportamentos diferenciados dos solos evidencia uma maior efetividade do citrato-ditionito no ataque à hematita, em relação à goethita conforme constatado por Fontes (1988) e Nunes (1999). Os tipos de óxidos, cristalinidade e substituição por alumínio são importantes fatores na dissolução (Fontes, 1988). Deste modo, a explicação para o P4 ter alcançado um platô após a primeira extração, poderia ser a baixa cristalinidade dos óxidos de ferro e, de acordo com Torrent et al. (1987), devido a uma menor substituição de ferro por alumínio na goethita.

#### 4.5.5. Mineralogia da fração argila

Com base nos difratogramas de raios-X, dois grupos de solos com mineralogia relativamente semelhante foram observados. Do primeiro grupo constaram os solos mais intemperizados, representados pelos perfis P2, P3, P6 e P8 (Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, respectivamente). Nestes, os principais minerais foram a

caulinita, a gibbsita e a goethita (Figuras 21 a 25). Picos de hematita ocorreram apenas nos perfis de cores avermelhadas (P2 e P3). Neste grupo, apenas no P2 apareceram pequenos picos de minerais 2:1 (ilita, Figura 24). Além da presença de ilita, os pequenos picos da gibbsita no horizonte C do P2 indicam a menor intensidade de intemperismo neste horizonte.

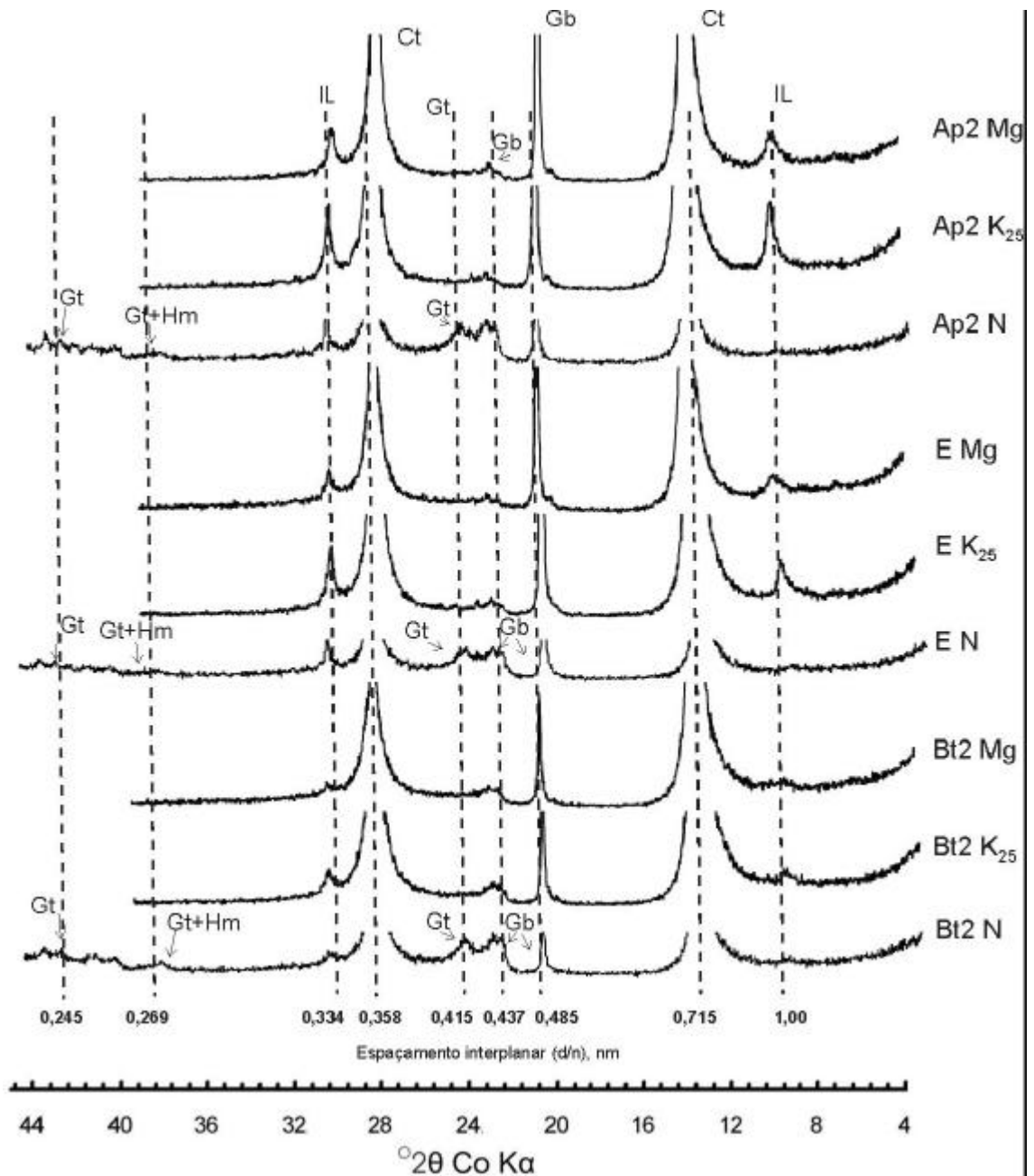


Figura 21 – Difratoqramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) dos horizontes Ap2, E e Bt2 do Argissolo Vermelho Distrófico típico (P2); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25 °C (K 25); saturada com Mg (Mg). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; IL – ilita; Gt – goethita; Hm – hematita.

Nos horizontes A e B dos perfis P3, P6 e P8 (Figuras 21a 25) os picos de gibbsita fora mais intensos e com pequena largura a meia altura, o que indica boa cristalinidade deste mineral. Este fato é melhor observado na Figura 26 onde estão plotados todos os perfis. Tais características dos picos da gibbsita parecem indicar condições ambientais muito favoráveis à sua formação e à sua estabilidade, tais como chuvas freqüentes, temperaturas elevadas e boa drenagem.

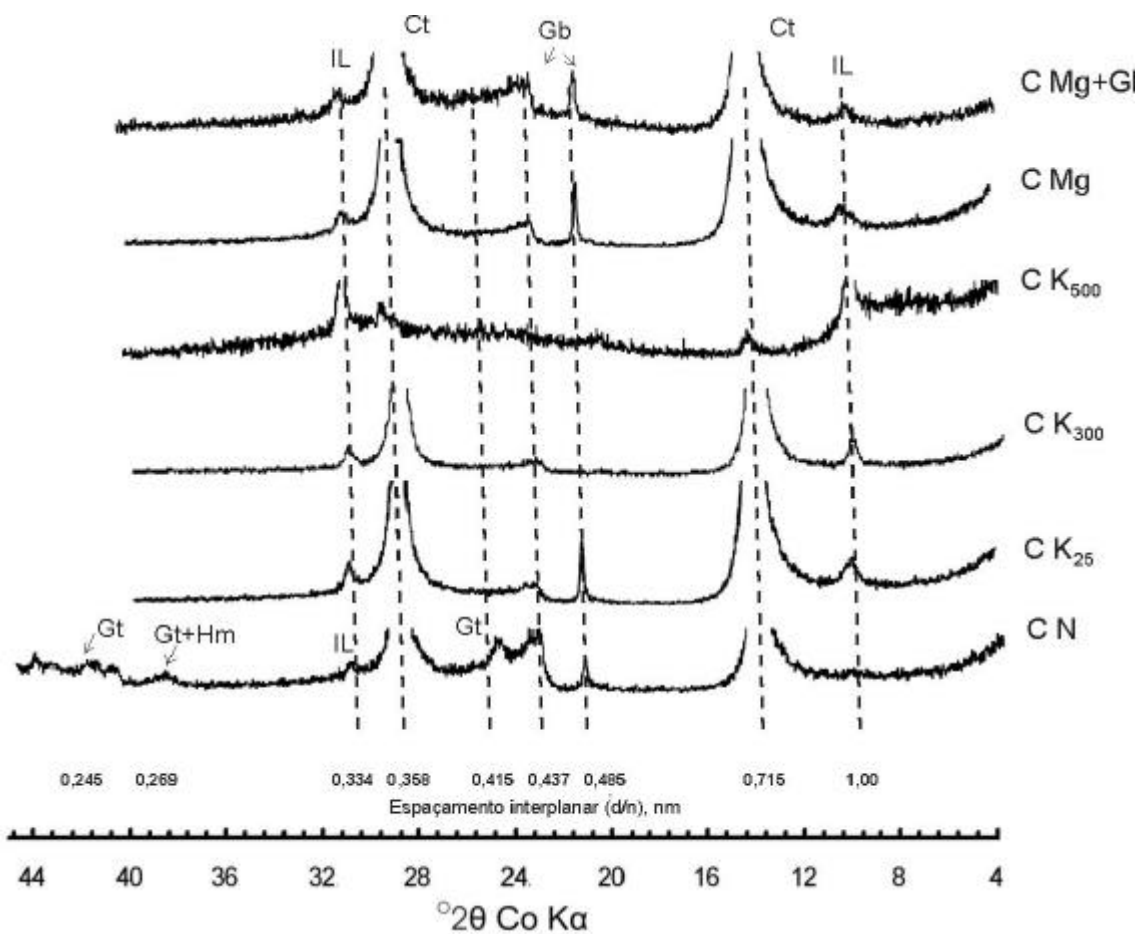


Figura 22 – Difractogramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) do horizonte C do Argissolo Vermelho Distrófico típico (P2); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25, 300 e 500°C (K 25, K 300, K 500); saturada com Mg (Mg) e com Mg + glicerol (Mg+Gl). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; IL – illita; Gt – goethita; Hm – hematita.

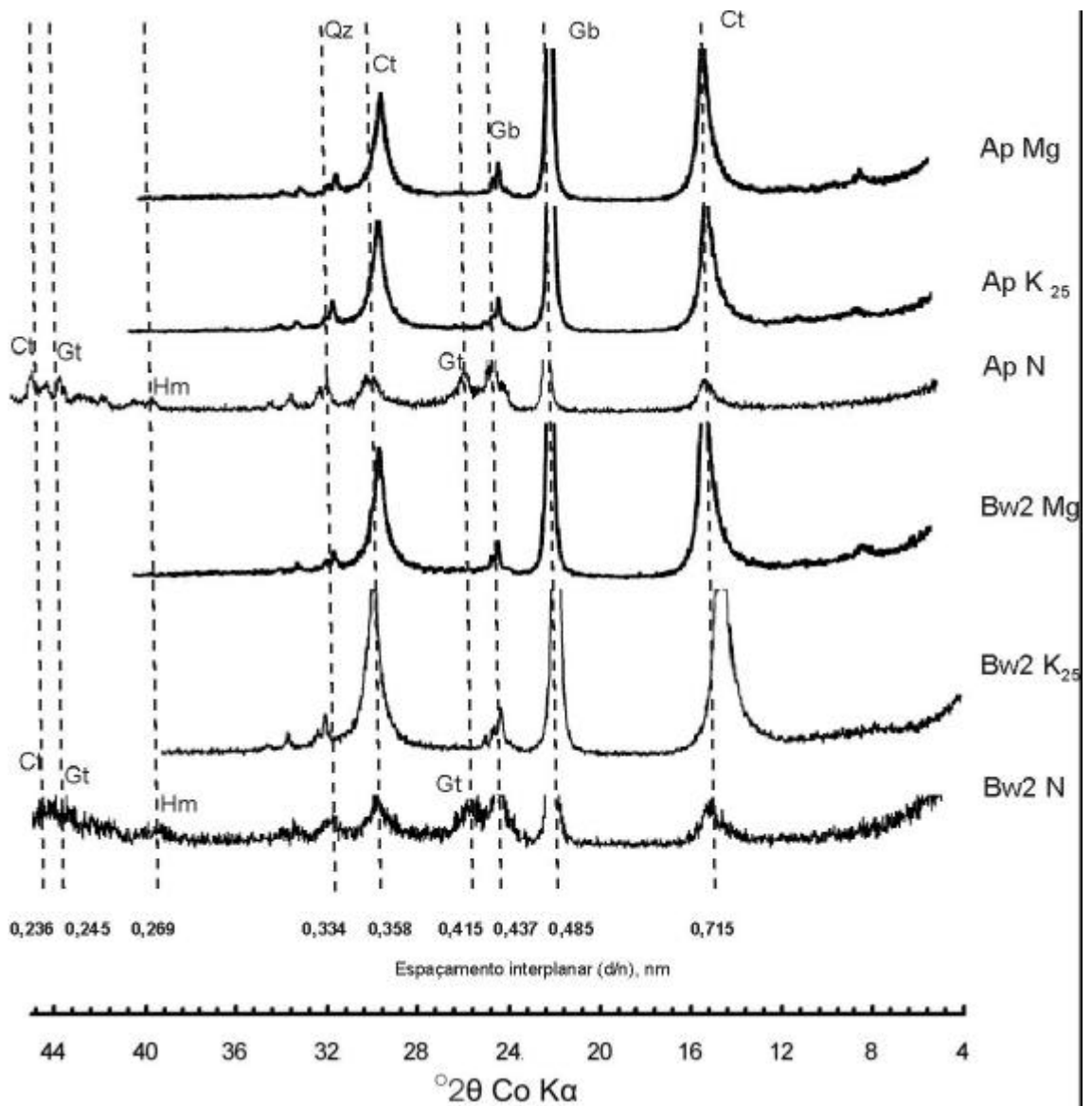


Figura 23 – Difratoigramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) dos horizontes Ap e Bw2 do Latossolo Vermelho Distrófico típico (P3); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25 °C (K 25) e saturada com Mg (Mg). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; Hm – hematita; Qz – quartzo.

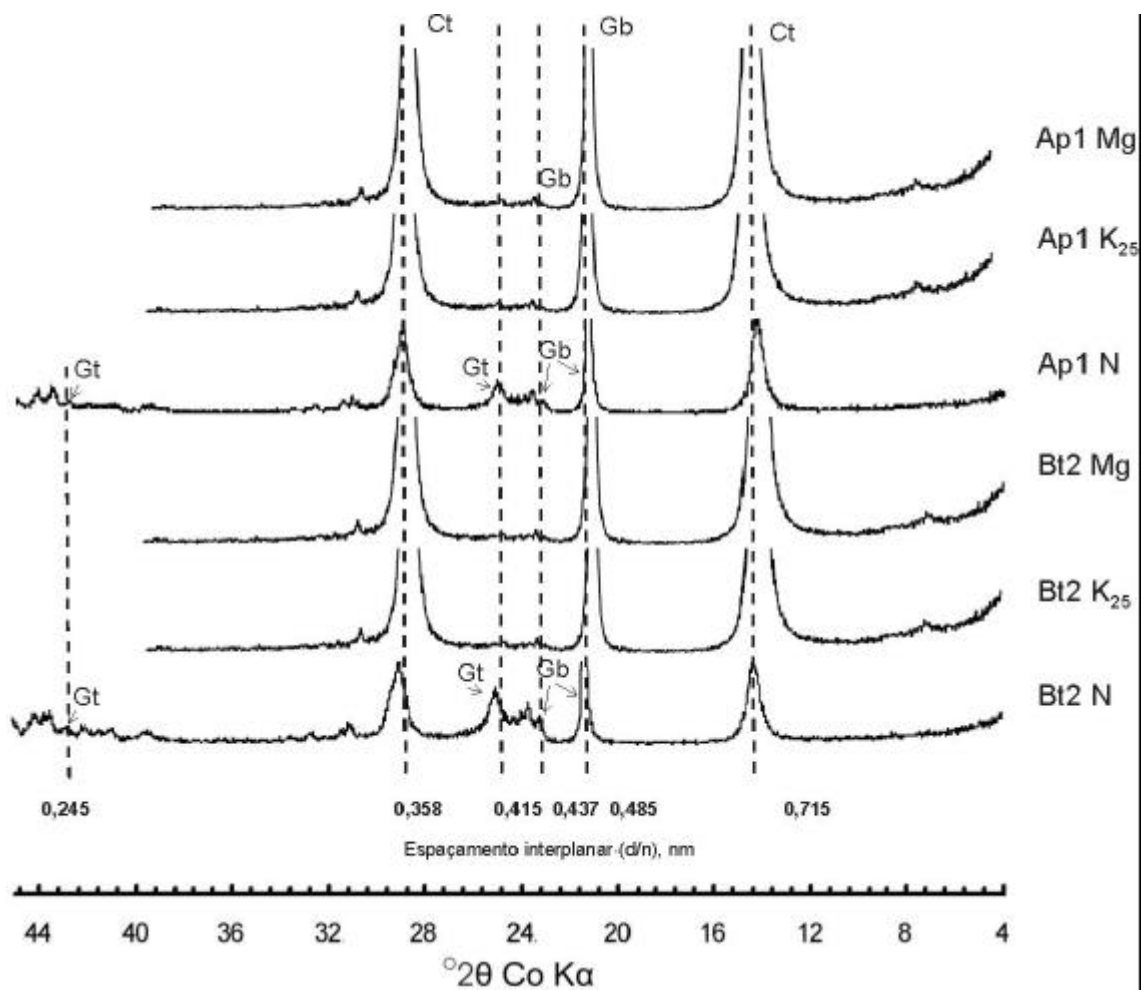


Figura 24 – Difratoogramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) dos horizontes Ap1 e Bt2 do Argissolo Amarelo Distrófico típico (P6); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25 °C (K 25) e saturada com Mg (Mg). Ct – caulinite; Gb – gibbsita; Gt – goethita.

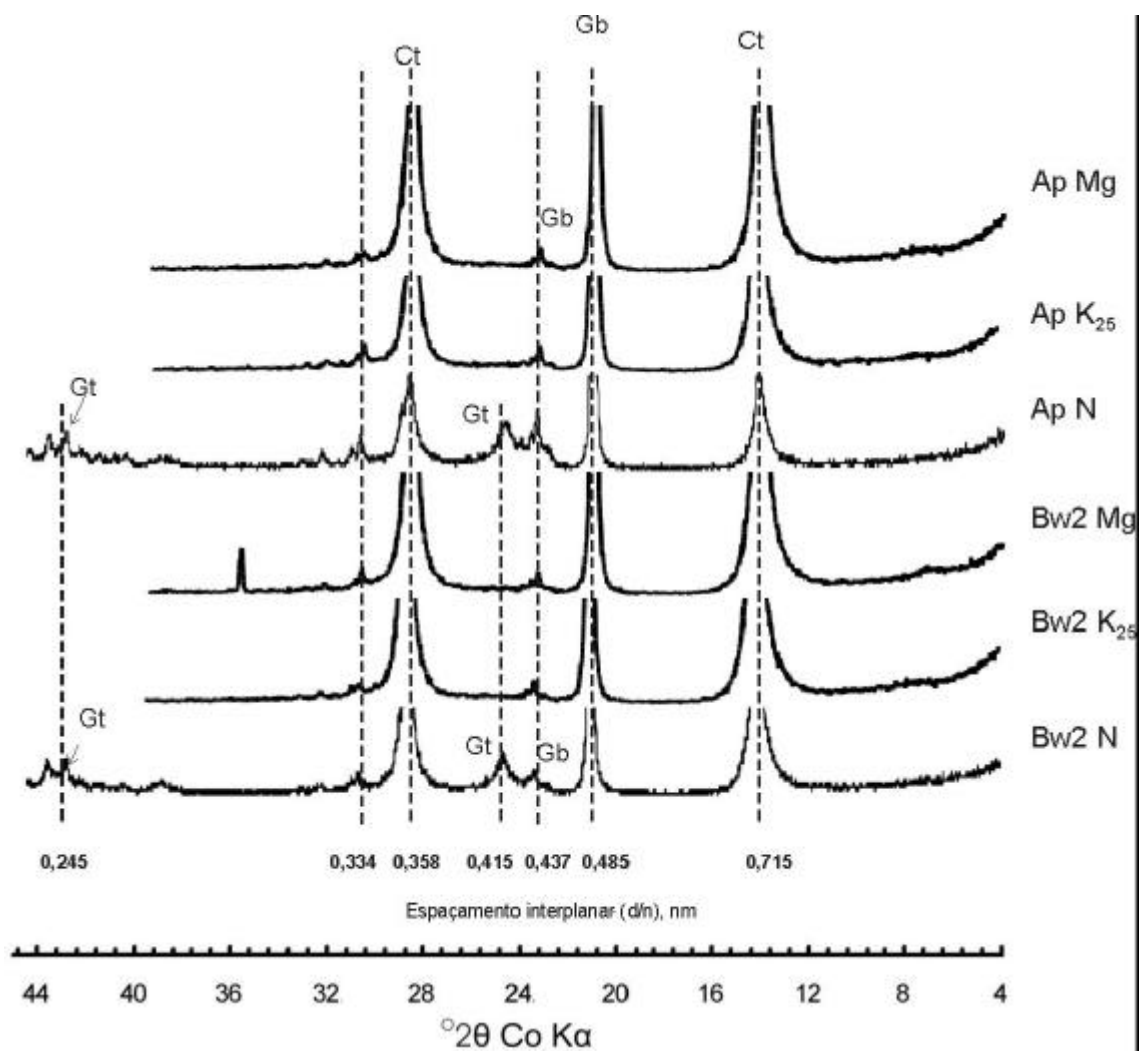


Figura 25 – Difratoigramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) dos horizontes Ap e Bw2 do Latossolo Amarelo Distrófico típico (P8); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25 °C (K 25) e saturada com Mg (Mg). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita.

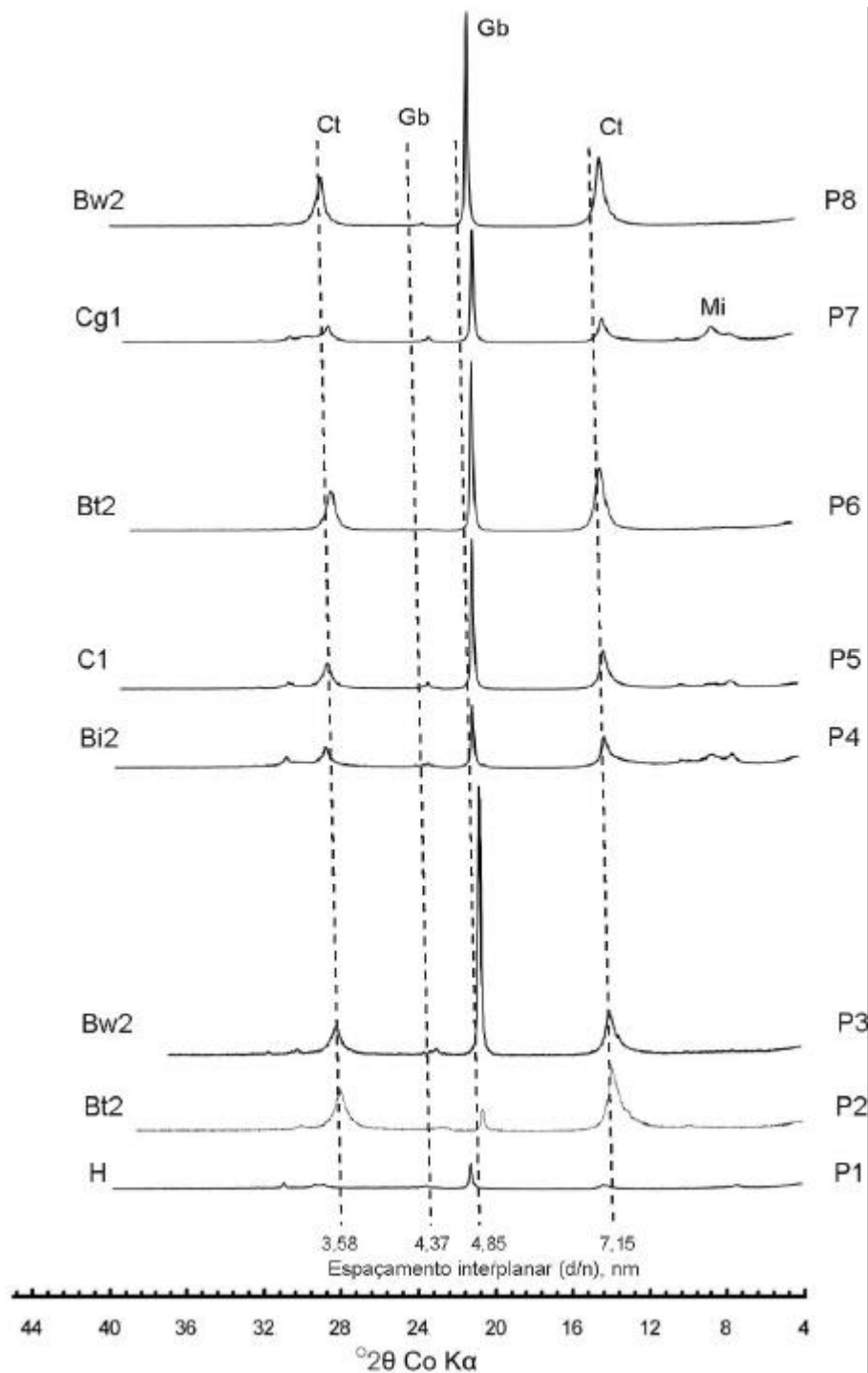


Figura 26 – Difractogramas de raios-X da fração argila (desferrificada, tratada com K e lâmina orientada) dos perfis P1- Neossolo Litólico Hístico típico (H), P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico (Bt2), P3 – Latossolo Vermelho Distrófico típico (Bw2), P4 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Bi2), P5 – Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico (C1), P6 – Argissolo Amarelo Distrófico típico (Bt2), P7 – Gleissolo Háplico Tb distrófico típico (Cg1) e P8 – Latossolo Amarelo Distrófico típico (Bw2). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita.

A semiquantificação dos minerais por alocação (Quadro 14) revelou a predominância da caulinita nos perfis P2, P3, P6 e P8 (Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, respectivamente). Nos horizontes A destes perfis, a quantidade de gibbsita pela alocação foi muito baixa (P3, P6 e P8) ou ausente (P2), possivelmente por reciclagem da sílica pela vegetação.

Nunes (1999) constatou discrepâncias marcantes entre a semiquantificação por alocação e por ATD. Semelhantemente, no presente estudo, tal discrepância também foi constatada. Pela alocação foi encontrado 15,25% de gibbsita, enquanto pela ATG e ATD foi de respectivamente 41% e 32% (Quadro 14) para amostras do mesmo material de solo do horizonte Bt2 do Argissolo Amarelo. As quantificações por ATD e ATG foram realizadas em razão dos picos intensos de gibbsita apresentados pelos difratogramas, incomuns a estes solos desenvolvidos de sedimentos do Grupo Barreiras, os quais são normalmente constituídos predominantemente por caulinita.

Quadro 14 - Semiquantificação de minerais da fração argila por alocação a partir dos teores de óxidos obtidos pelo ataque sulfúrico, ATD e ATG

Solo	Perfil	Horiz.	Composição mineralógica						
			— Ct —	— Gb —		— Gt —	— Hm —	— SiO <sub>2</sub> —	
			Alocação	ATD	ATG	Alocação			
dag kg <sup>-1</sup>									
PVd	2	Ap2	32,91	0,00	-	-	4,34	0,10	9,70
		Bt2	55,91	15,16	-	-	1,41	3,74	0,00
LVd	3	Ap	47,31	2,01	-	-	4,76	1,72	0,00
		Bw2	47,31	20,35	-	-	1,97	5,23	0,00
CXbd	4	Ap	32,91	0,00	-	-	4,45	0,00	2,70
		Bi	43,01	0,02	-	-	4,45	0,00	0,00
PAd	6	Ap1	45,16	7,47	-	-	8,18	0,00	0,00
		Bt2	49,46	15,25	32	41	9,54	0,00	0,00
LAd	8	Ap	36,56	3,49	-	-	8,18	0,00	0,00
		Bw2	34,41	12,99	-	-	12,27	0,00	0,00

PVd - Argissolo Vermelho Distrófico típico; LVd - Latossolo Vermelho Distrófico típico; CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico; PAd - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico; LAd - Latossolo Amarelo Distrófico argissólico. Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; Hm – hematita; SiO<sub>2</sub> – sílica amorfa.

No presente estudo, foi observado que apenas a estrutura do P3 (granular) condiz com a sua mineralogia (gibbsítica). Pois, de acordo com os modelos existentes, que explicam a formação de estrutura granular, os óxidos de ferro e de alumínio desorganizam o sistema e favorecem este tipo de estrutura (Resende, 1984) ou então unicamente pela presença da gibbsita, independente dos óxidos de ferro (Ferreira et al., 1999). O tipo de estrutura maciça que se desfaz em blocos subangulares e maciça que se desfaz em pequena granular, respectivamente para o Argissolo Amarelo (P6) e Latossolo Amarelo (P8), ambos com consideráveis teores de gibbsita, evidenciam a necessidade de estudos mais pormenorizados, com a finalidade de esclarecer melhor a gênese da estrutura destes solos e sua relação com a mineralogia.

Mesmo com a estrutura apresentada pelo Argissolo Amarelo (P6) é possível que pela presença de teores elevados de gibbsita, como verificada pela ATG, este solo tenha certa tendência de desenvolvimento de microestrutura granular, caso contrário seria necessário uma reformulação dos modelos de gênese da estrutura dos Latossolos propostos por Resende (1982) e por Ferreira et al. (1999).

O segundo grupo de solos relativamente semelhantes é constituído pelos perfis P1, P4, P5 e P7 (Neossolo Litólico, Cambissolo Háplico, Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico, respectivamente). Nestes, ocorrem minerais 2:1, como mica, vermiculita e vermiculita com hidróxi entre as camadas (Figura 27 a 30). Embora os pequenos picos pareçam indicar baixos teores destes. Os minerais predominantes são a caulinita, a gibbsita e, em menor proporção, os óxidos de ferro.

A existência simultânea de picos de gibbsita e de picos de vermiculita no P1 (Neossolo Litólico), constitui-se num indicativo da alta taxa de intemperismo. A presença de vermiculita pode estar relacionada com a intemperização da rocha que se encontra a apenas 10 cm de profundidade.

O clima quente parece ter favorecido um intenso intemperismo. Além disso, o relevo movimentado, associado à ocorrência de chuvas orográficas parece ter acelerado a lixiviação das bases, de modo a ter favorecido a formação e estabilidade da gibbsita. Este tipo de mineralogia, com picos de gibbsita de alta intensidade ao lado de picos de minerais 2:1, foi encontrada também para o Cambissolo Háplico (P4).

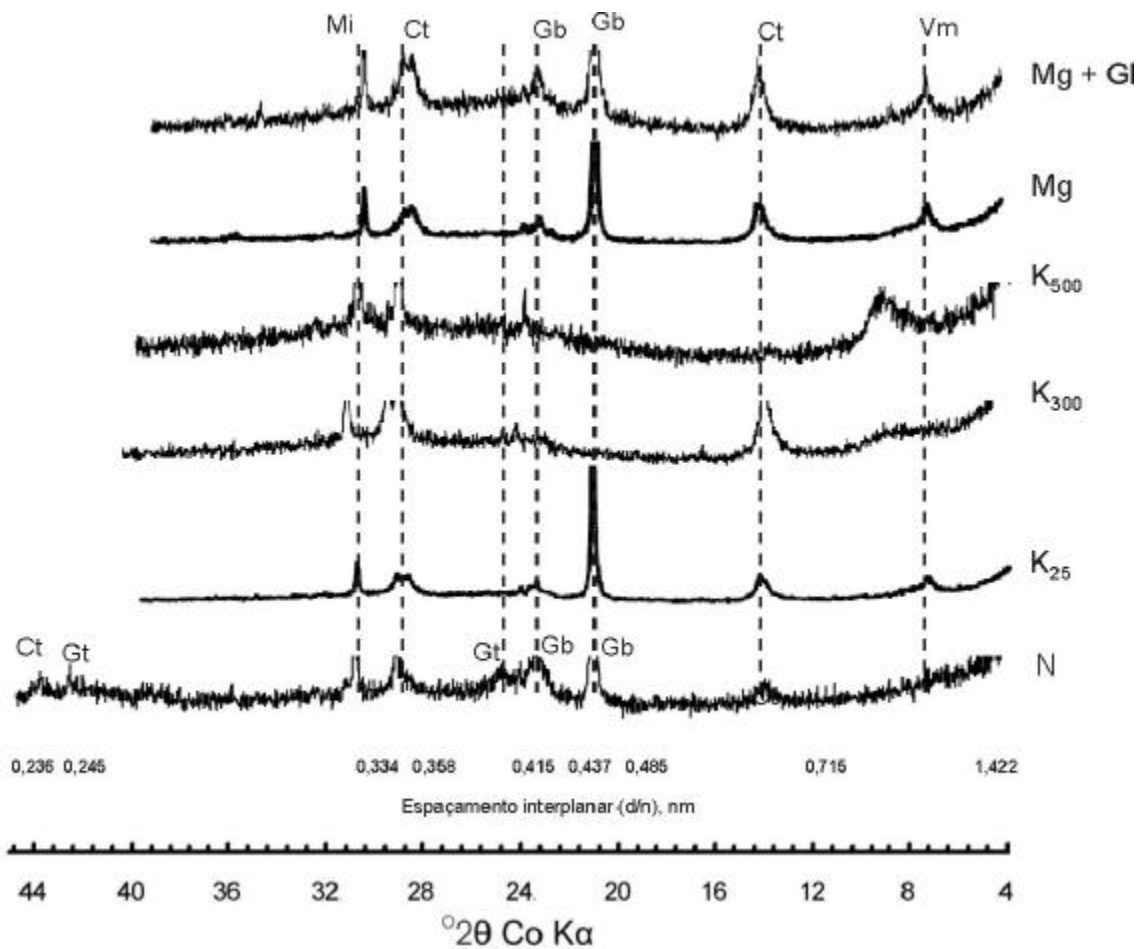


Figura 27 – Difratogramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) do Neossolo Litólico Hístico típico (P1); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25, 300 e 500 °C (K 25, K 300 e K 500), saturada com Mg (Mg) saturada com Mg (Mg) e com Mg+ glicerol (Mg+Gl). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; Vm - vermiculita; Qz – quartzo.

No Cambissolo Háplico (P4) a estrutura porosa e friável típica de Latossolos, parece estar condizente com a presença de gibbsita. Embora a morfologia, as análises físicas e químicas indiquem características de perfil de Latossolo, este foi classificado como Cambissolo Háplico Tb distrófico latossólico devido à presença da rocha próxima à superfície, fragmentos desta no perfil e conseqüentemente a presença de micas, vermiculita e vermiculita com hidróxi entre as camadas.

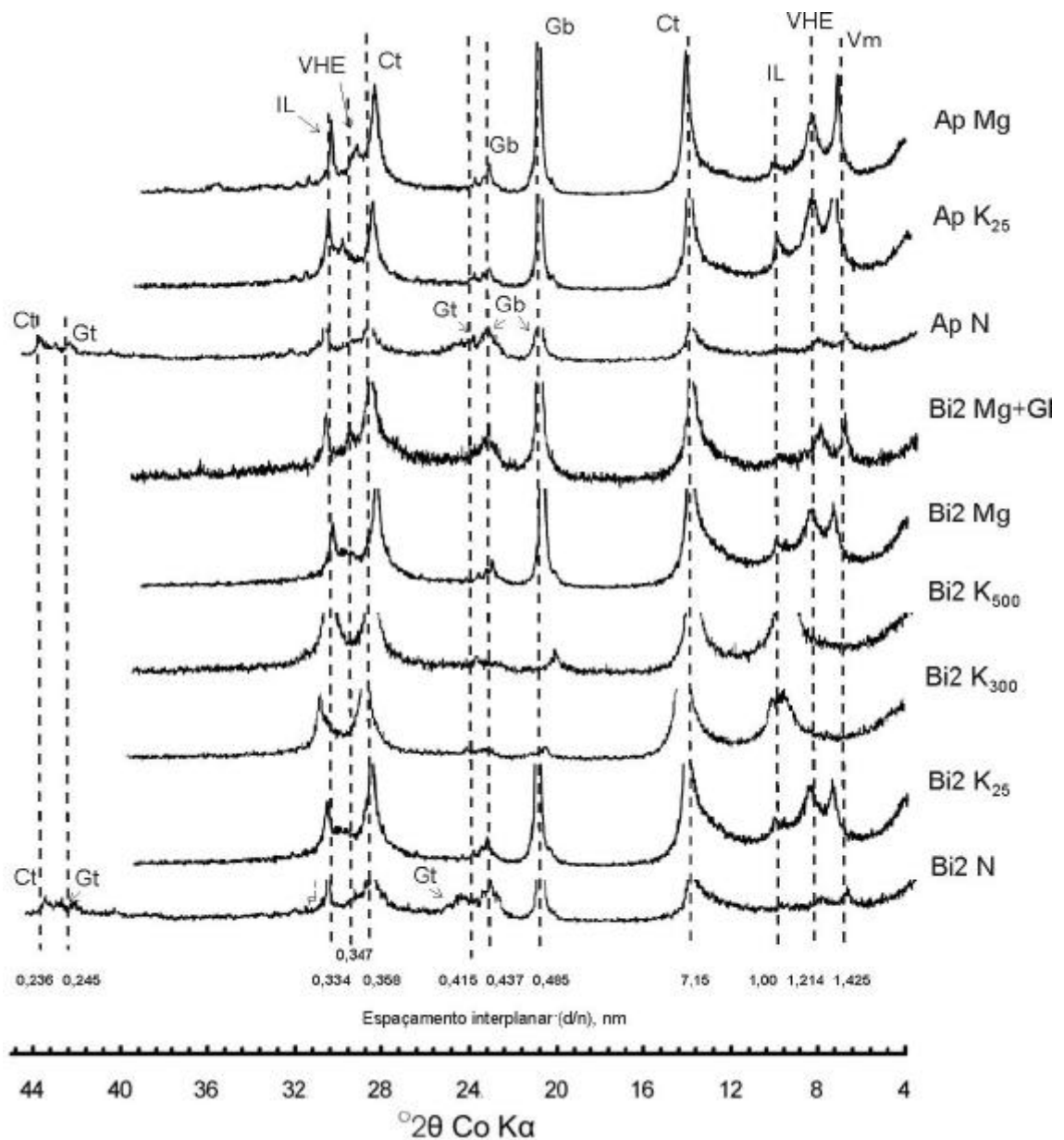


Figura 28 – Difratogramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) do Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico (P4); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25, 300 e 500 °C (K 25, K 300 e K 500), saturada com Mg (Mg) saturada com Mg (Mg) e com Mg+ glicerol (Mg+Gl). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; IL – ilita; VHE – vermiculita com hidróxi entre as camadas.

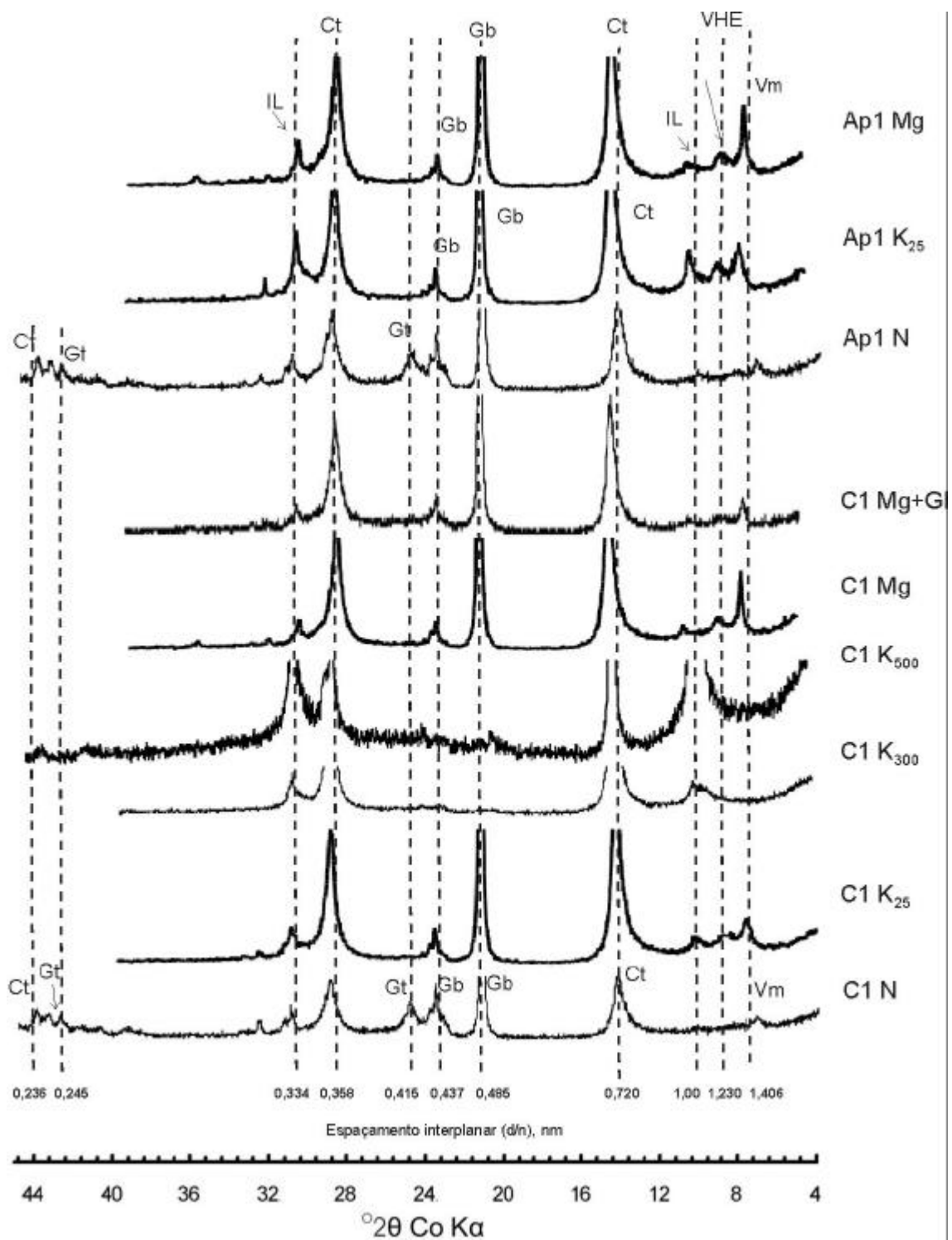


Figura 29 – Difratoqramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) do Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico (P5); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25, 300 e 500 °C (K 25, K 300 e K 500), saturada com Mg (Mg) saturada com Mg (Mg) e com Mg+ glicerol (Mg+Gl). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; IL – ilita; VHE – vermiculita com hidróxi entre as camadas.

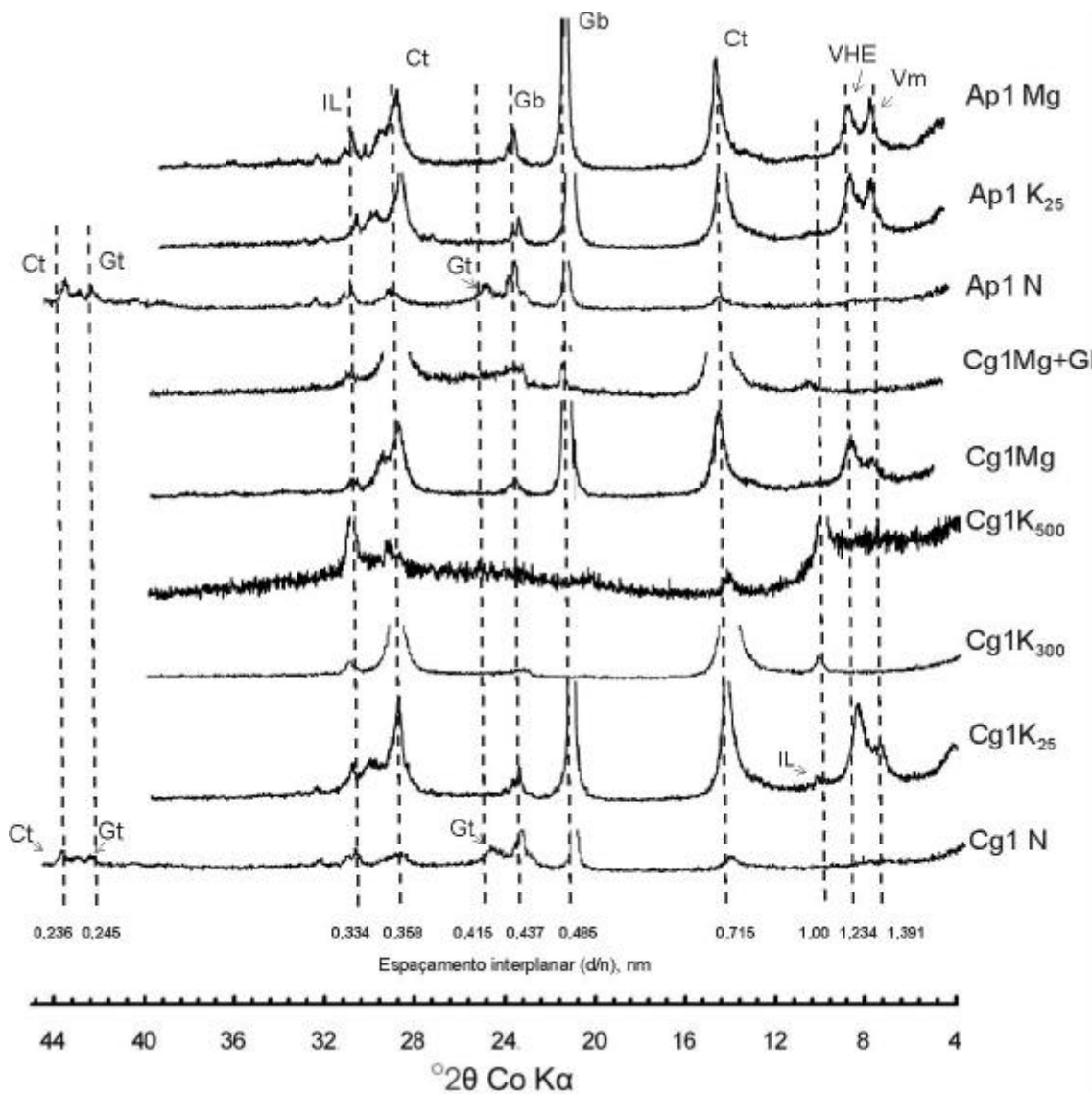


Figura 30 – Difratoigramas de raios-X da fração argila (amostra orientada) do Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (P7); argila não-desferrificada (N); saturada com K a 25, 300 e 500 °C (K 25, K 300 e K 500), saturada com Mg (Mg) saturada com Mg (Mg) e com Mg+ glicerol (Mg+G). Ct – caulinita; Gb – gibbsita; Gt – goethita; IL – ilita; VHE – vermiculita com hidróxi entre as camadas.

Os difratogramas mostraram certa similaridade entre a mineralogia dos perfis P5 e P7 com os solos das elevações (Latosolos e Cambissolos), o que evidencia a herança de material pré-intemperizado. Os picos de alta intensidade da gibbsita em solo hidromórfico (P7) com condições desfavoráveis a sua gênese, reforça essa idéia.

A presença de minerais 2:1 (ilita e vermiculita) no Neossolo Flúvico (P5) e Gleissolo Háptico (P7) refletiu o carreamento de sedimentos originados dos solos mais jovens e com menor profundidade nas elevações e mesmo dos afloramentos rochosos. Devido ao relevo plano e menor permeabilidade, estes solos tendem a ser mais conservadores de nutrientes do que os solos das elevações, um dos motivos pelos quais os tornam importantes ambientes para uso com a agricultura de baixo investimento em insumos, comum nas áreas acidentadas do sudeste do Brasil. Um manejo adequado do nível do lençol freático seria desejável nestes ambientes quando utilizada a prática de drenagem artificial, de forma a atender tanto as atividades agropecuárias quanto à produção de água.

#### **4.5.6. Morfologia**

As informações contidas em mapas detalhados são extremamente úteis para se conhecer a distribuição dos solos em áreas muito acidentadas, como a de Guarapari, onde a diversidade de solos é grande e a mudança de uma classe para outra às vezes ocorre dentro de alguns metros. Apesar disso, o reconhecimento dos atributos morfológicos no campo adquire importância mais relevante para uma identificação e espacialização exata nos diversos ambientes.

##### **4.5.6.1. Profundidade**

A profundidade é considerada uma importante característica do solo quanto a infiltração e armazenamento de água. Os solos mais suscetíveis a erosão são aqueles que apresentam sólum (horizonte A + B) pouco espesso e com horizonte C próximo a superfície. Este tipo é conforme Resende et al., (1999) muito sujeito à erosão em sulcos.

Os perfis P3, P6 e P8 (Latossolo Vermelho, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, respectivamente) são os mais profundos (Quadro 15). O perfil P3 possui características morfológicas com maior potencial de infiltração e armazenamento, mas este ocorre em pequenas áreas (Quadro 10). O P6 (Argissolo Amarelo) é profundo mas apresenta camada coesa que dificulta a infiltração, além disso ocupam a parte final da microbacia, o que os tornam menos interferente na produção de água. O P8 (Latossolo Amarelo) apresenta como um dos mais profundos e de maior ocorrência na maior parte das vezes nas áreas de cabeceiras, o que os tornam importantes para o armazenamento de água e recarga do lençol freático.

Quadro 15 - Sumário da descrição morfológica dos perfis estudados

Horizonte	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência	Transição
----- P1 – Neossolo Litólico Hístico típico -----						
H	0 - 10	7,5 YR 2,5/2	fa	1 p gr	d2 f4 p1 g1	
----- P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico -----						
Ap1	0 – 2	10 YR 4/4	af	p gs	d1 f1 p1 g1	Tpc
Ap2	2 – 12	7,5 YR 4/4	fra	1 p gr	d2 f1 p3 g3	Tpc
E	12 – 24	5 YR 5/8	fra	1 m bs	d3 f3 p3 g3	Tpc
BA	24 – 42	2,5 YR 4/8	ra	2 m bs	d3 f4 p3 g3	Tpg
Bt1	42 – 80	2,5 YR 5/8	r	2 m bs	d4 f4 p3 g3	Tpg
Bt2	80 – 122	2,5 YR 5/8	r	2 m bs	d3 f4 p3 g3	Tpg
BC	122 – 150	2,5 YR 5/8	r	2 m bs	d3 f4 p3 g3	Tog
C	150 – 185 +	2,5 YR M 5 Y 5/8	fr	0	d3 f3 p3 g3	
Cr	450 – 480 +	V 2,5 Y 7/8 2,5 Y 8/2 10 YR 4/6	af	0	d2 f3 p1 g1	
----- P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico -----						
A	0 – 12	5 YR 4/6	fr	2 m gr	d3 f3 p3 g3	Toc
BA	12 – 27	2,5 YR 4/6	r	2 p gr	d2 f3 p3 g3	Tpg
Bw1	27 – 62	2,5 YR 4/6	ra	2 p gr	d2 f3 p3 g3	Tpd
Bw2	62 – 125	2,5 YR 4/6	r	2 p gr	d2 f3 p3 g3	Tpd
Bw3	125 – 163	2,5 YR 4/6	r	2 p gr	d2 f3 p3 g3	Tpd
Bw4	163 – 220 +	2,5 YR 4/6	r	2 p gr	d2 f3 p3 g3	
----- P4 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico -----						
Ap	0 – 12	7,5 YR 3/1	fa	1 p gr	d2 f3 p1 g2	Tpg
AB	12 – 28	10 YR 5/2	fra	1 p gr	d2 f3 p2 g2	Tpg
BA	28 – 40	10 YR 4/6	fra	1 p gr	d2 f3 p2 g2	Tpc
Bi1	40 – 60	10 YR 4/4	fra	1 p gr	d3 f3 p2g2	Tpc
Bi2	60 – 80	10 YR 4/4	fra		d3 f3 p2 g2	
Bi3	80 – 110 +	10 YR 4/4	fra		d3 f3 p2 g2	

Continua...

Cont. Quadro 15, Sumário da descrição morfológica dos perfis estudados

Horizonte	Prof. (cm)	Cor	Textura	Estrutura	Consistência	Transição
----- P 5 - Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico -----						
Ap1	0 – 10	7,5 YR 4/4	af	p gs	d2 f1 p1 g1	Tpa
Ap2	10 – 18	7,5 YR 4/4	fra	1 p bs	d4 f3 p2 g2	Tpa
C1	18 – 29	7,5 YR 4/4 Mppdis 10R 3/6	fr	1 p bs	d3 f4 p2 g2	Tpc
C2	29 – 40	7,5 YR 4/6 Mppdis 10R 3/6	fa	1 p bs	d2 f4 p2 g2	Tpc
C3	40 – 46	10 YR 4/4 Mppdis 10 R 3/6	a	p gs	d2 f4 p1 g1	Tpa
Cg	46 – 69+	2,5 Y 4/2 Mcmdis 10 R 3/6	fra	0	d4 f4 p2 g2	
----- P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico -----						
Ap1	0 – 13	10 YR 4/4	fra	2 p gr	d3 f3 p2 g2	Tpd
Ap2	13 – 25	10 YR 4/4	fra	2 m gr	d3 f3 p2 g2	Tpd
AB	25 – 38	10 YR 4/4	fra	2 m gr	d3 f3 p2 g3	Toc
Bt1	38 – 60	7,5 YR 5/8	r	0	d4 f3 p3 g3	Tpd
Bt2	60 – 87	7,5 YR 5/8	r	0	d4 f3 p3 g3	Tpd
Bt3	87 – 140	7,5 YR 5/8	r	0	d3 f3 p3 g3	Tpd
Bt4	140 – 210+	7,5 YR 5/8	r	0	d3 f3 p3 g3	
----- P7 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico -----						
Ap	0 – 17	10YR 3/2 Mppdis 10 R 4/6	r	1 p gr	d4 f4 p1 g1	Tog
Cg1	17 – 37	10YR 3/2 Mcpdis 10 R 4/6	R	0	d4 f5 p2 g2	Toc
Cg2	37 – 65+	2,5 4/4	fra	0	d4 f5 p2 g2	
----- P8 - Latossolo Amarelo Distrófico típico -----						
Ap	0 – 25	10 YR 5/6	fra	2 m gr	d3 f3 p2 g2	Tpc
BA	25 – 52	10 YR 6,5/8	fra	1 p bs	d3 f4 p3 g2	Tog
Bw1	52 – 89	10 YR 6,5/8	fra	1 m bs	d3 f4 p3 g2	Tod
Bw2	89 – 122	10 YR 6/8	ra	1 m bs	d2 f4 p3 g2	Tod
Bw3	122 – 173	10 YR 6/8	ra	1 m bs	d3 f4 p3 g2	Tog
Bw4	173 – 220+	10 YR 6/8	ra	1 m bs	d3 f4 p3 g2	

**Cor:** M = mosqueado; Mcmdis = mosqueado comum médio distinto; Mcpdis = mosqueado comum pequeno e distinto; Mppdis = mosqueado pouco pequeno e distinto; Mpp = mosqueado pouco pequeno. **Textura:** R = muito argilosa; r = argila e argilosa; ra = argilo-arenosa; f = franca; fa = franco arenosa; Fra = franco argilo-arenosa; Fr = franco argilosa; fa = franco-arenosa; af = areia-franca. **Estrutura:** 1 = fraca; 2 = moderada; 3 = forte; mp = muito pequena; p = pequena; m = média; g = grande; bs = blocos subangulares; gs = grãos simples; gr = granular 0 = maciça. **Consistência:** d1 = solta; d2 = macia; d3 = ligeiramente dura; d4 = dura d5 = muito dura; f1 = solta; f2 = muito friável; f3 = friável; f4 = firme; f5 = muito firme; p1 = não plástica; p2 = ligeiramente plástica; p3 = plástica; g1 = não pegajosa; g2 = ligeiramente pegajosa; g3 = pegajosa. **Transição:** Tpa = transição plana e abrupta; Toc = transição ondulada e clara; Tog = transição ondulada gradual; Tpc = transição plana e clara; Tpd = transição plana e difusa; Tpg = transição plana e gradual; Tod = transição ondulada difusa.

Os perfis P1, P2 e P4 (Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho e Cambissolo Háplico, respectivamente), comuns no Ambiente Oratório, são mais sujeitos a aumentarem o escoamento superficial devido à menor profundidade efetiva. O P7 (Gleissolo Háplico) foi descrito até 65 cm de profundidade, no entanto a espessura destes é variável, dependendo do

aprofundamento dos vales antes da colmatagem. Eles possuem importância como reservatórios temporários de água, retardando as enchentes a jusante. A prática da drenagem artificial adotada na área tende a eliminar este efeito e deve ser evitada. A manutenção dessas áreas é importante como efeito “caixa d’água”.

#### **4.5.6.2. Cor**

A predominância de solos de cor amarelada nestas microbacias, a presença de plantas colonizadoras sobre a rocha e o acúmulo de matéria orgânica, indicam haver boa disponibilidade pluviométrica na área. A cor amarelada do P1 (Neossolo Litólico) evidencia a presença da goethita, cuja formação nestes solos é, conforme Schwertmann & Taylor (1989), favorecida pelas chuvas, altos teores de matéria orgânica, baixos teores de ferro e acidez do solo. A boa disponibilidade de água e a pobreza de bases nestes solos, podem estar ainda, associados com a presença de gibbsita, em quantidades variáveis, em quase todos perfis os estudados.

A ocorrência de Latossolos Vermelhos (P3) e Argissolos Vermelhos (P2) lado a lado com afloramentos de rocha e Neossolos Litólicos, indicam que a área está em franco processo de rejuvenescimento e não houve tempo suficiente para estes se xantizarem, ou que nesses locais tenha havido melhores condições de drenagem, dependendo das orientações das camadas do gnaiss subjacente, favorecendo o avermelhamento. Nestes solos, a xantização ocorre de cima para baixo.

Embora os perfis P2 (Argissolo Vermelho) e P3 (Latossolo Vermelho) apresentem, entre os perfis estudados, teores de ferro mais elevados ( $7,5 \text{ dag kg}^{-1}$  a  $8,5 \text{ dag kg}^{-1}$ ), estes estão intermediários entre baixo e médio teor de ferro, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Isto confirma a idéia de que as cores avermelhadas destes solos, estão mais influenciados pelo pouco tempo para o processo de xantização e pela possível melhor condição de drenagem imposta pelo substrato rochoso e condições de relevo acidentado.

Os solos amarelos representados pelos perfis P6 (Argissolo Amarelo) e P8 (Latosolo Amarelo) são, de modo geral, os que possuem maior profundidade, reflexo de áreas mais estáveis, onde o processo de rejuvenescimento foi menos intenso.

A cor do solo é um atributo de fácil percepção, mesmo para não-especialistas em solos. A semelhança de propor, tentativamente, uma correlação de cor com a fertilidade do solo conforme Lani (1987), as cores associadas a outros atributos como declividade, poderiam também, nessa condição, ser utilizadas para distinguir os solos mais profundos dos mais rasos.

Como se observa (Quadro 15), os perfis tendem a ser mais amarelados numa faixa mais superficial, o que indica o efeito da matéria orgânica no favorecimento à goethita. No perfil P2, as cores amareladas aparecem no horizonte C, o que pode ser explicado pela deficiência de drenagem favorecendo a formação da goethita.

Quanto à fertilidade esperava-se que os solos avermelhados fossem os mais ricos em nutrientes. Lani (1987) ao estratificar os ambientes da bacia do rio Itapemirim no sul do Espírito Santo, sugeriu o uso tentativo do índice de avermelhamento como critério geral de avaliação da fertilidade dos solos. Entretanto, na área ora em estudo, as cores dos solos parecem não estar diretamente relacionada com a fertilidade.

#### **4.5.6.3. Estrutura**

Os solos que apresentaram estrutura do tipo granular foram os perfis P1, P3 e P4 (Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho e Cambissolo Háplico, respectivamente). Os perfis P2, P5 e P8 (Argissolo Vermelho, Neossolo Flúvico e Latossolo Amarelo, respectivamente) apresentaram estrutura subangular, sendo que a do P8 se desfaz em pequena granular. A estrutura maciça foi encontrada nos perfil P6 e P7 (Argissolo Amarelo e Gleissolo Háplico, respectivamente).

O perfil P1 (Neossolo Litólico) mostra o efeito da matéria orgânica na formação de estrutura granular. Partindo do pressuposto de que este tipo de estrutura torna o solo mais permeável, deve-se então dar prioridade a sistemas de produção que visem o maior aporte de matéria orgânica ao solo, tais como sistemas agroflorestais ou agropastoris.

O tipo de estrutura maciça dos perfis P5 (Neossolo Flúvico) e P7 (Gleissolo Háptico) está, conforme Resende (1999), ligado ao fato da mineralogia caulinítica e também ao retardamento dos ciclos de umedecimento e secagem em meio mais conservador de umidade. Nestes solos o ajuste face a face da caulinita, facilitado pelo ambiente de sedimentação, restringe a sua permeabilidade.

A mineralogia mais gibbsítica do perfil P3 (Latosolo Vermelho) é a responsável pelo desenvolvimento da sua estrutura granular e pela sua maior permeabilidade. Embora possuam características físicas desejáveis para infiltração, estes solos são limitados a pequenas áreas nas microbacias estudadas.

Com base nos modelos de desenvolvimento de estrutura propostos por Resende (1982) e Ferreira et al. (1999) os perfis P2 e P6 teriam estrutura em blocos subangulares e maciça que se desfaz em blocos subangulares, respectivamente, pelo efeito da mineralogia mais caulinítica. No entanto, foi constatado no P6 (Tabuleiro Costeiro) pela análise de raios-X e ATG (análise termogravimétrica) a presença de grande quantidade de gibbsita (aproximadamente 42%). Devido o caso atípico deste tipo de estrutura para solo com mineralogia gibbsítica, e ao levar-se em consideração o modelo de Ferreira et al. (1999), seria necessário um estudo mais detalhado do perfil.

#### **4.5.6.4. Consistência**

Quando avaliado a consistência seca, duas condições extremas foram notadas: o perfil P3 (Latosolo Vermelho) com consistência macia e o Gleissolo Háptico com consistência dura. Os demais perfis apresentaram durezas intermediárias entre estes dois últimos. Até mesmo quando úmidos o Gleissolo e o Neossolo Flúvico permaneceram com a menor friabilidade.

A sedimentação da caulinita em ambiente aquático, durante a formação destes solos, facilita o ajuste face a face da caulinita (Resende, 1982; Naime, 1988), o que reflete na maior dureza destes solos quando secos. Isto tem implicação no uso e manejo destes solos.

A drenagem dos gleissolos na microbacia do córrego do Limão visando a implantação de pastagens, além de reduzir o tempo de residência da água na microbacia, pode ainda nas épocas secas causar o endurecimento do solo que, agravado pelo pisoteio bovino, dificulta a penetração das raízes das gramíneas e se torna um fator de menor produtividade das pastagens.

Os maiores graus de pegajosidade e plasticidade estão associados aos horizontes com maiores teores de argila e menores teores de matéria orgânica. Em geral os perfis P1, P4, P5 e P7 (Neossolo Litólico, Cambissolo Háplico, Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico, respectivamente) foram ligeiramente pegajosos e ligeiramente plásticos e os perfis P2, P3, P6 e P8 (Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, respectivamente) foram pegajosos e plásticos.

#### **4.5.7. Análises físicas**

##### **4.5.7.1. Análise granulométrica**

De modo geral, os baixos valores encontrados para a fração silte (Quadro 16) demonstraram o avançado estágio de intemperismo dos diferentes tipos de solos. Exceção ocorreu para o P1 (Neossolo Litólico), o qual apresentou baixo teor de argila e mais alto teor de silte, proporcionando uma relação silte/argila característica de solos poucos intemperizados.

Dentro do conjunto de perfis estudados, os perfis P5 (Neossolo Flúvico) e P7 (Gleissolo Háplico) apesar de estarem em ambientes mais redutores, desfavoráveis ao intemperismo intenso, apresentaram valores intermediários para a relação silte/argila, o que provavelmente está relacionado com sedimentação de material pré-intemperizado das elevações.

Os baixos valores de silte indicam uma alta taxa de intemperismo, devido ao clima quente e úmido na área. Assim no Ambiente Oratório, onde há muito afloramento de rochas, rochas soltas sobre o terreno ou com a rocha muito próximo à superfície, deve haver uma taxa relativamente constante de liberação de nutrientes. O cultivo comum da bananeira sem uso de fertilizantes, mesmo sendo o solo distrófico, reforça essa idéia.

Quadro 16 - Resultados das análises físicas dos solos

Horiz.	Prof. --- cm ---	Areia		Silte	Argila	ADA	GF	Silte/Argila	Ds	Dp	Poros.	E.U.
		grossa	fina									
		g kg <sup>-1</sup>		g kg <sup>-1</sup>		% ----		kg dm <sup>-3</sup> -----		m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>		kg kg <sup>-1</sup>
P1 - Neossolo Litólico Hístico típico												
H	0 - 10	640	70	160	130	20	85	1,23	-	-	-	-
P2 – Argissolo Vermelho Distrófico típico												
Ap1	0 – 2	790	40	60	110	30	73	0,55	-	-	-	-
Ap2	2 – 12	600	70	100	230	50	78	0,43	1,41	2,59	0,45	0,15
E	12 – 24	520	80	90	310	100	68	0,29	-	-	-	-
BA	24 – 42	510	50	70	370	90	76	0,19	-	-	-	-
Bt1	42 – 80	290	30	90	590	0	100	0,15	1,32	2,63	0,50	0,23
Bt2	80 – 122	260	40	130	570	0	100	0,23	1,24	2,63	0,53	0,29
BC	122 – 150	250	40	150	560	60	89	0,27	-	-	-	-
C	150 – 185 +	310	70	260	360	20	94	0,72	-	-	-	-
Cr	450 – 480 +	590	190	160	60	0	100	2,67	-	-	-	-
P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico												
Ap	0 – 12	390	60	170	380	60	89	0,45	1,38	2,59	0,47	0,10
BA	12 – 27	360	60	120	460	110	76	0,26	1,31	2,63	0,50	0,20
Bw1	27 – 62	430	50	110	410	100	76	0,27	1,14	2,59	0,56	0,18
Bw2	62 – 125	330	60	120	490	70	86	0,24	1,24	2,65	0,53	0,17
Bw3	125 – 163	360	60	100	480	0	100	0,21	-	-	-	-
Bw4	163 – 220 +	380	60	100	460	10	98	0,22	-	-	-	-
P4 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico												
Ap	0 – 12	670	50	110	170	30	82	0,65	1,25	2,63	0,52	0,16
AB	12 – 28	420	120	170	290	50	83	0,59	-	-	-	-
BA	28 – 40	590	60	130	220	50	77	0,59	-	-	-	-
Bi1	40 – 60	600	70	70	260	50	81	0,27	1,44	2,64	0,45	0,13
Bi2	60 – 80	580	70	70	280	70	75	0,25	-	-	-	-
Bi3	80 – 110 +	510	70	50	370	0	100	0,14	-	-	-	-

Ag – areia grossa; Af – areia fina; ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Ds – densidade do solo; Dp – densidade de partícula ; Poros. – porosidade; E.U. – equivalente de umidade.

Continua...

Cont. Quadro 16 – Resultados das análises físicas dos solos

Horiz.	Prof. --- cm ---	Areia		Silte	Argila	ADA	GF	Silte/Argila	Ds	Dp	Poros. m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	E.U. kg kg <sup>-1</sup>
		grossa	fina									
		g kg <sup>-1</sup>				%		kg dm <sup>-3</sup>				
P5 - Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico												
Ap1	0 – 10	750	70	80	100	30	70	0,80	1,40	2,66	0,47	0,09
Ap2	10 – 18	400	200	180	220	20	91	0,82	1,30	2,50	0,48	0,20
C1	18 – 29	270	180	240	310	20	94	0,77	-	-	-	-
C2	29 – 40	520	230	90	160	20	88	0,56	-	-	-	-
C3	40 – 46	840	60	30	70	10	86	0,43	-	-	-	-
Cg	46 – 69+	370	210	180	240	40	83	0,75	0,99	2,50	0,60	0,25
P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico												
Ap1	0 – 13	550	50	120	280	60	79	0,43	1,16	2,63	0,56	0,17
Ap2	13 – 25	560	50	120	270	40	85	0,44	-	-	-	-
AB	25 – 38	510	60	100	330	30	91	0,30	-	-	-	-
Bt1	38 – 60	340	70	120	470	0	100	0,26	1,55	2,59	0,40	0,20
Bt2	60 – 87	340	60	80	520	50	90	0,15	-	-	-	-
Bt3	87 – 140	360	60	70	510	0	100	0,14	-	-	-	-
Bt4	140 – 210+	360	60	60	520	0	100	0,12	1,01	2,70	0,63	0,24
P7 - Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico												
Ap	0 – 17	220	130	290	360	10	97	0,81	0,76	2,38	0,68	0,35
Cg1	17 – 37	330	150	170	350	50	86	0,81	1,11	2,59	0,57	0,21
Cg2	37 – 65+	480	140	110	270	30	89	0,41	1,28	2,70	0,53	0,18
P8 - Latossolo Amarelo Distrófico típico												
Ap	0 – 25	580	70	120	230	30	87	0,52	1,35	2,59	0,48	0,12
BA	25 – 52	480	70	110	340	70	79	0,32	-	-	-	-
Bw1	52 – 89	460	80	250	210	10	95	1,19	1,60	2,70	0,41	0,17
Bw2	89 – 122	510	60	80	350	60	83	0,23	-	-	-	-
Bw3	122 – 173	460	70	80	350	0	100	0,21	1,65	2,70	0,39	0,16
Bw4	173 – 220+	430	80	130	360	0	100	0,36	-	-	-	-

Ag – areia grossa; Af – areia fina; ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação; Ds – densidade do solo; Dp – densidade de partículas; Poros. – porosidade; E. U. – equivalente de umidade.

Observa-se (Quadro 16) que a maioria dos solos está entre textura média e argilosa. Todos os solos apresentaram tendência a serem mais arenosos nos horizontes superficiais. Nos perfis P2, P6 e em menor proporção para o P8 (Argissolo Vermelho, Argissolo Amarelo e Latossolo Amarelo, respectivamente), este fato é, provavelmente, o resultado do processo de argiluviação, típico destas classes de solos. No entanto, uma camada arenosa de dois centímetros, correspondente ao horizonte Ap1 do P2 (Argissolo Vermelho), evidencia um processo de erosão diferencial, devido à alta declividade do terreno e à dificuldade de infiltração de água no horizonte Bt. Este processo é também claramente percebido no P1 que possui horizonte H diretamente sobre a rocha. Perda diferencial de argila favorecida pelo relevo acidentado foi sugerida por Nunes (1999) para explicar a diferenciação entre gradientes texturais de Argissolos e de Nitossolos do Planalto de Viçosa (MG).

As camadas arenosas intercaladas por outras de textura mais fina no perfil P5 indicam oscilações dos períodos de chuvas torrenciais. Estas camadas de textura mais grosseiras podem estar relacionadas aos solos mais rasos e às características morfométricas da microbacia do córrego do Oratório que propicia um escoamento superficial com maior energia para carrear sedimentos grosseiros.

Todo os perfis mostram um elevado grau de flocculação, principalmente os Latossolos. O grau de flocculação para os horizontes superficiais dos argissolos é um pouco menor, o que indica uma maior susceptibilidade à erosão.

#### **4.5.7.2. Densidade do solo**

A densidade do solo é uma importante variável no diagnóstico de camadas impermeáveis. Em geral, os valores de densidade do solo variaram de 0,76 a 1,65 kg dm<sup>3</sup>. Os perfis P4, P6, P7 e P8 (Cambissolo Háplico, Argissolo Amarelo, Gleissolo Háplico e Latossolo Amarelo, respectivamente) tenderam a apresentar maiores valores de densidade nos horizontes subsuperficiais enquanto os perfis P2, P3 e P5 (Argissolo Vermelho, Latossolo Vermelho e Neossolo Flúvico, respectivamente) apresentaram nos horizontes superficiais.

A elevada densidade do solo para o horizonte Bt1 do perfil P6 (Argissolo Amarelo Distrófico típico) está relacionada com a gênese de camadas adensadas, comuns nos solos dos Tabuleiros Costeiros, a qual não é ainda totalmente esclarecida (Panoso, 1976; UFV, 1984; Anjos, 1985; Fonseca, 1986; Meirelles & Ribeiro, 1995)

No P6 (Argissolo Amarelo), a densidade do solo mais elevada do horizonte subsuperficial está relacionada com a argiluviação e mineralogia caulínica. Apesar da capacidade de armazenar muita água devido à profundidade, altas densidades restringem consideravelmente a infiltração de água. Deste modo, algumas práticas de manejo para contornar tais limitações deveriam ser implantadas. Nas pastagens sobre estes solos, a utilização de espécies vegetais com maior capacidade de penetração de raízes pivotantes seria uma opção, pois concorreriam para aumentar a porosidade e infiltração de água. Já foi demonstrado por Cintra & Mielniczuk (1983), num experimento em casa de vegetação, o potencial de diferentes espécies de plantas na recuperação de solos com camadas compactadas.

No P3 (Latosolo Vermelho), a estrutura mais granular, relacionada à mineralogia mais gibbsítica, é provavelmente a responsável pela menor densidade ao longo de todo o perfil. A estrutura granular parece ter menor tendência ao adensamento se comparada à estrutura em blocos dada pela predominância de caulinita.

Os valores de densidade do solo nos horizontes superficiais não revelaram efeito do uso com pastagem. Isto não foi detectado por terem sido as amostras coletadas em perfis abertos em barrancos de corte de estradas, onde normalmente não há pisoteio pelo gado. Embora este fato não tenha sido constatado no presente estudo, muitos trabalhos mostram o efeito do pisoteio bovino sobre as camadas superficiais do solo (Gradwell, 1960; Chancellor et al., 1962; Costa et al., 2000; Bertol et al., 2000; Vzzotto et al., 2000).

#### **4.5.7.3. Porosidade total**

Observando-se os dados (Quadro 16), houve uma variação da porosidade em profundidade dentro de cada perfil e entre os diferentes perfis.

Comparando-se os solos profundos e bem drenados (P3 e P8) notou-se que o horizonte Bw1 mais gibbsítico (P3) e com estrutura granular mostrou-

se mais poroso ( $0,56 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) que o horizonte Bw1 do P8 ( $0,41 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) o qual apresentou estrutura em blocos subangulares que se desfaz em granular. O horizonte Bt1 do P6, com estrutura maciça que se desfaz em blocos subangulares, apresentou também baixa porosidade ( $0,40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ).

#### **4.5.7.4. Equivalente de umidade**

Os valores de equivalente de umidade para os perfis P2, P5, P6 e P7 (Argissolo Vermelho, Neossolo Flúvico, Argissolo Amarelo e Gleissolo Háplico, respectivamente) (Quadro 16) estiveram mais relacionados aos teores de argila. Os horizontes mais argilosos retiveram mais água, provavelmente refletindo a atividade da argila predominante (caulinita) e ao menor grau de desenvolvimento de estrutura. Os perfis P3, P4 e P8 (Latossolo Vermelho e Cambissolo Háplico, respectivamente) não tiveram o mesmo comportamento dos perfis anteriores. A explicação para a variação dos valores de equivalente de umidade para estes últimos, parece estar mais relacionada à mineralogia típica de latossolos, com tendência de maior contribuição de óxidos de ferro e de alumínio, que conforme Resende (1984) resulta em estruturas tendendo para granulares, tal como no P8 (blocos subangulares que se desfaz em granular) e nos perfis P3 e P4 (granulares), os quais tendem a apresentar maior proporção de macroporos, conforme verificado em Latossolos brasileiros por Ferreira (1988).

#### **4.5.7.5. Retenção de água**

O comportamento em relação à retenção de água obtida entre os potenciais de 0,01 MPa a 1,5 MPa para os solos mais profundos da microbacia (P2, P3, P6 e P8) foi diferenciado para os horizontes superficiais (A) e subsuperficiais (Bw e Bt) (Figura 32).

No horizonte A o perfil que reteve maior quantidade de água ( $15,18 \text{ m}^3 \text{ ha}$ ) foi o P3. Os maiores teores de argila ( $380 \text{ g kg}^{-1}$ ) e de matéria orgânica ( $3,79 \text{ dag kg}^{-1}$ ) para o horizonte A deste perfil, foram provavelmente as causas do maior volume de água retido. Como estes solos não apresentaram diferenças marcantes na atividade da fração argila, é possível que os teores diferenciados desta entre os perfis e entre os horizontes de cada perfil sejam

mais importantes na diferenciação da capacidade de retenção de água observada (Figura 32).

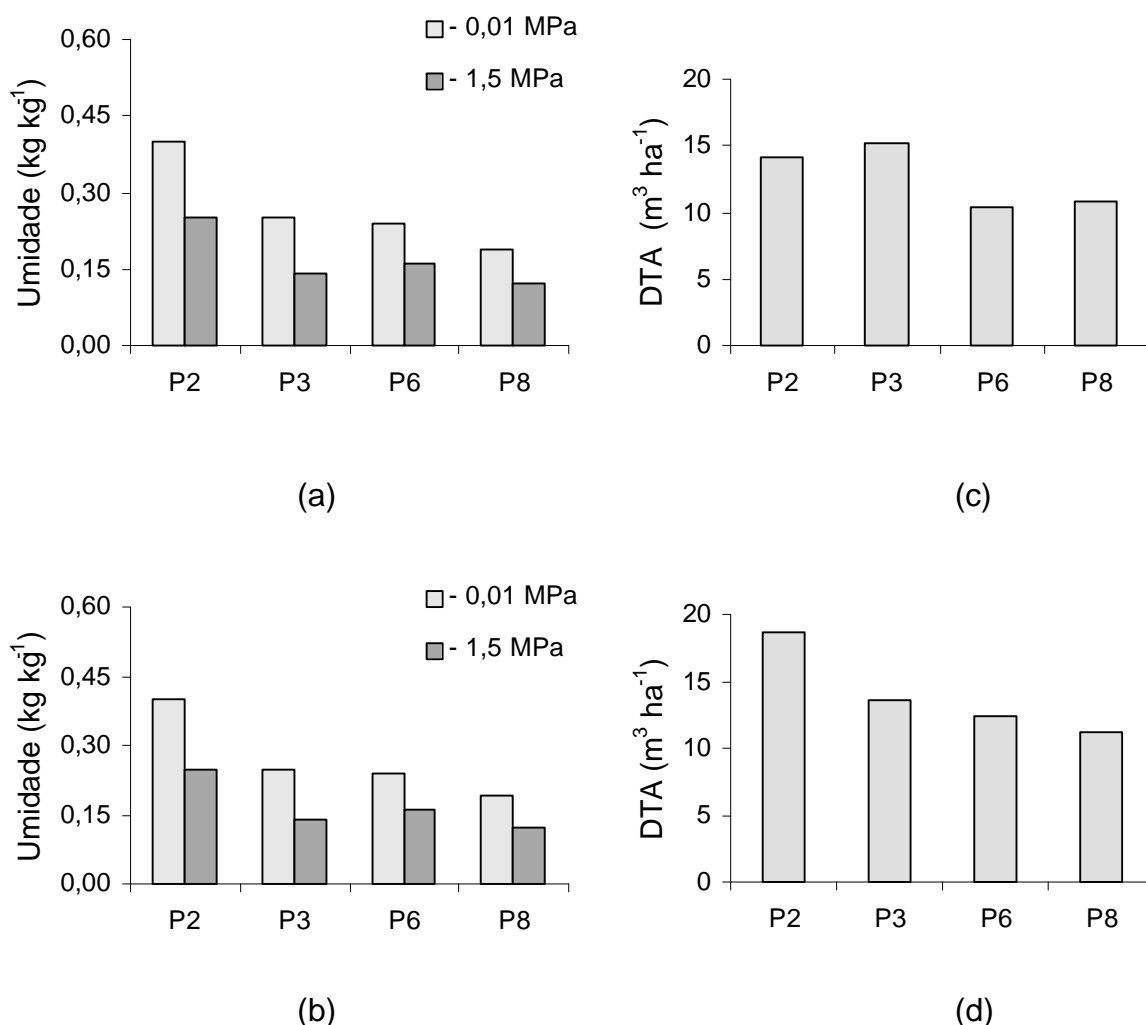


Figura 32 - Retenção de água no solo entre os potenciais de 0,01 MPa e 1,5 MPa (a) e (b) e disponibilidade total de água em m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para cada cm de profundidade de solo (c) e (d) para os horizontes Ap2 e Bt2 do P2, Ap e Bw2 do P3, Ap e Bt2 do P6, Ap1 e Bw2 do P8, correspondendo respectivamente ao Argissolo Vermelho Distrófico típico, Latossolo Vermelho Distrófico típico, Argissolo Amarelo Distrófico latossólico e Latossolo Amarelo Distrófico argissólico.

Nos horizontes subsuperficiais (Bw's e Bt's) onde a influência da matéria orgânica é menor, fica mais evidente a correlação entre o maior teor de argila destes horizontes e suas maiores capacidades de retenção de água. Portanto há necessidade de se promover práticas que aumentem a infiltração de água, em razão da maior retenção desta pelos horizontes mais argilosos.

#### 4.5.7.6. Resistência do solo à penetração

Em geral, foram encontradas diferenças na resistência à penetração ao longo da profundidade avaliada. Isto, em razão do efeito do uso do solo e das características dos horizontes de cada classe de solo.

O perfil P2 (Argissolo Vermelho) sob cultivo consorciado de banana com café apresentou a maior resistência entre os horizontes subsuperficiais (B) dos perfis (P2, P3, P6 e P8), quando submetidos ao teste de penetração (Figura 31). O teste de resistência à penetração para o perfil P2, foi obtido para duas situações (sobre o enleiramento e fora do enleiramento, realizado pelo agricultor) no mesmo terreno, afim de caracterizar melhor a área. No enleiramento onde a terra estava solta e revolvida a resistência foi um pouco menor ao longo do perfil. A profundidade em que ocorreu esta maior resistência no P2 refere-se ao horizonte Bt1, o qual tende a apresentar comumente maior densidade do solo, devido ao processo de argiluviação (caulinita, principalmente) e conseqüentemente menores condutividades hidráulicas.

Sob pastagem, no perfil P6 (Argissolo Amarelo), a resistência à penetração foi extremamente elevada, quando medida na trilha de gado, em razão da maior densidade do solo provocada pela compactação. Em solos compactados, menores condutividades hidráulicas saturadas são geralmente observadas conforme Souza & Alves (2003) e Gent Jr. et al. (1984), o que sob chuvas intensas proporciona maior escoamento superficial. Entre as trilhas de gado, onde se espera haver menor pisoteio animal, a resistência do solo não foi muito elevada. Nas duas condições (entre trilhas e na trilha), em maiores profundidades, as resistências foram semelhantes. No entanto, conforme Tormena & Roloff (1996), valores de resistência acima 2,0 MPa já são considerados impeditivos para o crescimento de raízes no solo.

Observou-se também um aumento da resistência nas camadas superficiais do P8 (Latosolo Amarelo) comparando-se o solo sob uso com pastagem e com mata secundária. Em toda a profundidade avaliada (60 cm) neste perfil, a resistência do solo foi menor sob mata, o que favorece a infiltração de água.

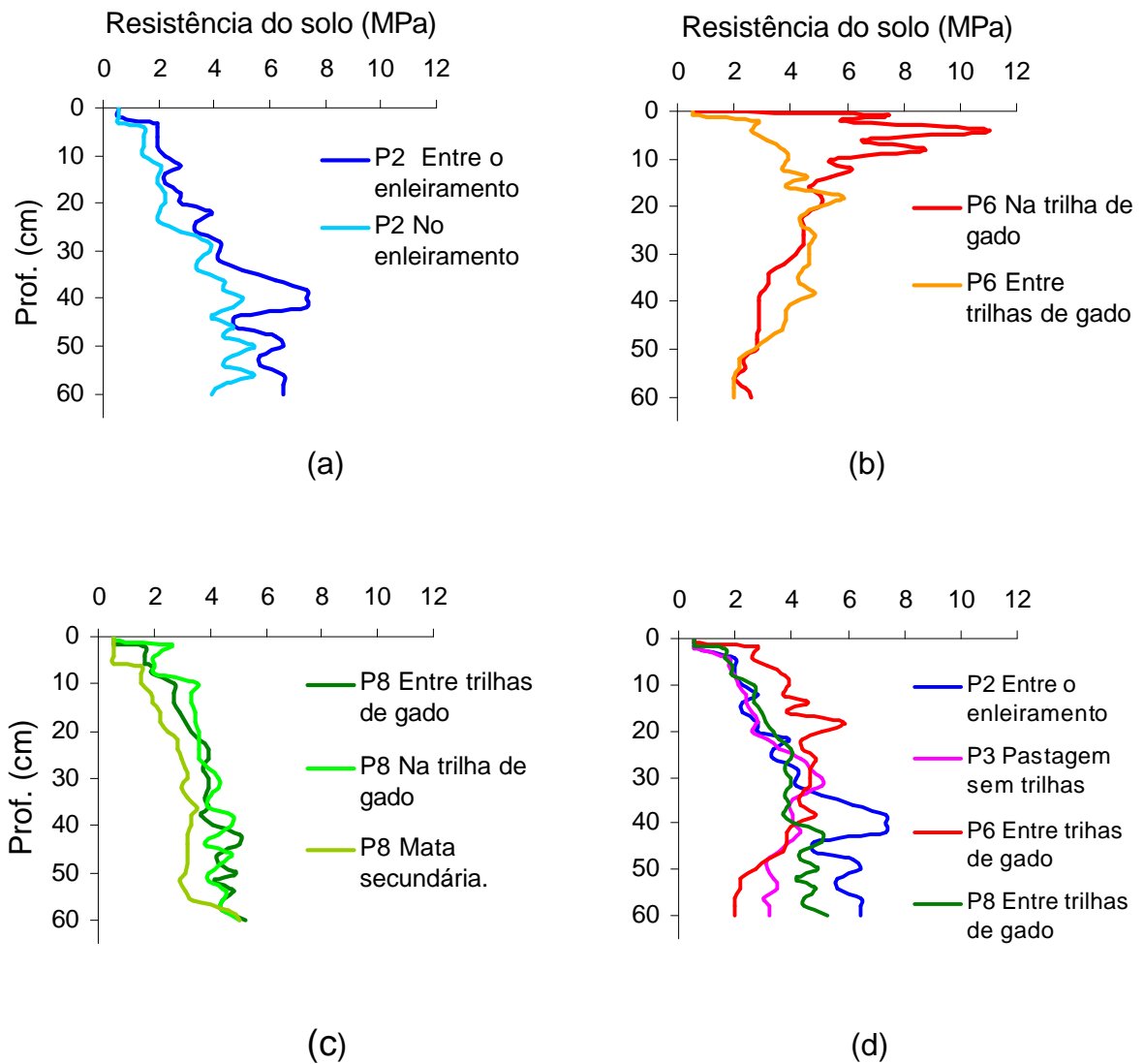


Figura 31 - Resistência dos solos ao penetrômetro sob diferentes usos: P2 - Argissolo Vermelho Distrófico típico sob consórcio banana-café (a), P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (b), P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico sob pastagem (d) e P8 - Latossolo Amarelo Distrófico típico sob pastagem e mata secundária (c).

Em maiores profundidades (abaixo de 50 cm) há a tendência de haver menor efeito do uso e as características das classes de solos ficam mais evidentes. Os solos mais porosos e de menor densidade nesta profundidade (Latossolo Vermelho – P3 e Argissolo Amarelo – P6) ofereceram menor resistência, ao passo que o perfil P2 (Argissolo vermelho) e o P8 (Latossolo Amarelo) foram mais resistentes.

#### 4.5.7.7. Condutividade hidráulica saturada

A permeabilidade do solo é uma importante característica que ajuda a entender as perdas por erosão e a recarga de água dos aquíferos. Nas áreas em que chove muito, o efeito da permeabilidade na recarga é menos importante do que na erosão, principalmente em áreas muito acidentadas como as da bacia do rio Guarapari.

Os valores obtidos de condutividades hidráulicas (Quadro 17) mostram haver grande variabilidade entre as repetições, especialmente para os resultados obtidos para os perfis P3, P6 e P8 (respectivamente Argissolo Vermelho Distrófico típico, Argissolo Amarelo Distrófico latossólico e Latossolo Amarelo Distrófico argissólico), nas duas profundidades avaliadas. Estas medidas muito variáveis estão associadas à heterogeneidade da massa do solo quanto a macroporos formados pelas atividades biológicas, principalmente nas pastagens, onde tende a haver muitas fraturas deixadas pelas raízes.

Quadro 17 – Condutividade hidráulica saturada dos Argissolos e Latossolos estudados

Perfil	Solo	Prof. — cm —	cm h <sup>-1</sup>				CV — % —
			R1	R2	0	S	
P2	PVd	20	4,79	5,68	5,23	0,63	12,03
		40	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
P3	LVd	20	1,78	0,49	1,13	0,91	80,72
		40	0,31	0,49	0,41	0,13	31,04
P6	PAd	20	0,88	1,96	1,42	0,76	53,78
		40	0,81	0,41	0,61	0,28	46,37
P8	LAd	20	2,56	5,09	3,82	1,79	46,83
		40	1,09	1,05	1,07	0,03	2,64

PVd – Argissolo Vermelho Distrófico típico; LVd – Latossolo Vermelho Distrófico típico; PAd – Argissolo Amarelo Distrófico latossólico; LAd – Latossolo Amarelo Distrófico argissólico; R1 e R2 – repetições; 0 -média; s – Desvio-padrão; CV – coeficiente de variação.

Maiores condutividades hidráulicas a 20 cm de profundidade foram observadas para os quatro horizontes dos perfis analisados. Este fato deve estar associado ao maior teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais. O efeito adicional da textura mais arenosa nesta profundidade para os perfis P2 e P3 parece explicar as destacadas condutividades hidráulicas.

A redução drástica da condutividade hidráulica na profundidade de 40 cm para o P2 (Argissolo Vermelho) está associada ao seu gradiente textural mais elevado. Assim, o alto teor de argila, basicamente composta de caulinita, parece impedir severamente a infiltração da água e, neste caso, facilitar a erosão.

Com base nas características mineralógicas, tipo de estrutura granular e menores densidades apresentadas para o P3, era de se esperar uma maior condutividade hidráulica no horizonte B deste solo, quando comparada aos perfis P6 e P8. Entretanto isto não foi observado. Os maiores valores de condutividade hidráulica para os perfis P6 e P8 a 40 cm de profundidade podem estar associados a canais biológicos formados nestes solos, coincidindo com os locais onde foram obtidos os dados. Durante as descrições dos perfis no campo, foram observados canais de cupins ao longo dos perfis. Este fator biológico pode ajudar a explicar as maiores condutividades dos perfis P6 e P8. É provável neste caso que a atividade biológica sobreponha as características do próprio solo como estrutura, mineralogia, textura e outras.

#### **4.6. Índice de cobertura do solo**

O índice de cobertura do solo é um importante fator que predispõe o solo a erosão. Neste estudo, observou-se diferenças nos índices de cobertura dos solos sob pastagem nos diferentes ambientes e também na cobertura oferecida pela cultura da bananeira em duas situações diferentes.

Com relação às pastagens, o Latossolo Amarelo (P8) do córrego do Limão apresentou maior frequência de solo nu (SN). O que indica maior área exposta diretamente às gotas de água das chuvas e aos raios de sol. O menor coeficiente de variação indica que esta condição ocorreu de forma melhor distribuída na área. Dos três ambientes com pastagem (Quadro 18) o Latossolo Vermelho (P3) possuiu melhor cobertura do solo. Isto pode estar associado à sua tendência de ter menor densidade do solo e maior porosidade.

Costa et al. (2000), em estudo de alterações das características do solo pela implantação de pastagens, constataram o aumento da densidade do solo e a redução na quantidade total de poros, especialmente nas pastagens mal manejadas onde o processo de degradação foi mais rápido.

É possível que a variável solo nu esteja sendo influenciada pela maior densidade e menor tendência à infiltração dos solos mais caulíníticos como no perfil P6 (Argissolo Amarelo) e P8 (Latossolo Amarelo). Além de oferecer maior dificuldade para crescimento radicular, o adensamento provocado pela ajuste da caulinita os tornam menos permeáveis.

Os dados (Quadro 18) parecem evidenciar o efeito do padrão de uso nos diferentes ambientes. Os agricultores do córrego do Oratório parecem depender menos da atividade pecuária. Assim, além de o Latossolo Vermelho ter propriedades físicas melhores, a pastagem parece ter uma menor pressão de uso. Onde a criação extensiva de gado é mais comum (Tabuleiro Costeiro e córrego do Limão) as pastagens cobrem menos o solo, provavelmente evidenciando um pastejo mais intensivo e sobre solos mais sujeitos à compactação (caulíníticos), além do ambiente ser mais estressante, como temperaturas mais elevadas e menor precipitação.

Quadro 18 - Índice de cobertura do solo sob pastagem (braquiária) em alguns ambientes das microbacias estudadas

	SN	SP	T	B	I	F	CT
Tabuleiros Costeiros							
P6 - Argissolo Amarelo Distrófico latossólico							
Média (de pontos)	6,4	1,6	2,6	31,2	-	0,2	
Desvio padrão	2,6	0,9	1,1	3,6	-	0,4	
C.V. (%)	40,7	55,9	43,9	11,6	-	223,6	
Índice (%)	15,2	3,8	6,2	74,3	-	0,5	100,0
Ambiente Córrego do Oratório							
P3 - Latossolo Vermelho Distrófico típico							
Média (de pontos)	0,8	5,8	-	35,4	-	-	
Desvio padrão	0,8	1,9	-	1,8	-	-	
C.V. (%)	104,6	33,2	-	5,1	-	-	
Índice (%)	1,9	13,8	-	84,3	-	-	100,0
Ambiente Córrego do Limão							
P8 - Latossolo Amarelo Distrófico argissólico							
Média (de pontos)	11,2	0,8	0,6	26,8	2,6	-	
Desvio padrão	3,9	0,8	0,5	4,1	1,1	-	
C.V. (%)	34,8	104,6	91,3	15,2	43,9	-	
Índice (%)	26,7	1,9	1,4	63,8	6,2	-	100,0

SN – solo nu; SP – solo coberto com palha; T – trilha de gado; B – braquiária; I – invasoras; F – formigueiro; CT – cobertura total.

Segundo Costa et al. (2000), um dos principais fatores que causa a degradação das pastagens é o superpastejo praticado por muitos agricultores, principalmente na modalidade pecuária leiteira. Nesses ambientes, onde a cobertura oferecida pelas pastagens é deficiente, principalmente sobre solos caulíníticos, o deflúvio superficial tende a ser maior. Conseqüentemente merece atenção especial as práticas de conservação do solo com vista à produção de água nas áreas acidentadas, especialmente as de cabeceira, onde o potencial de recarga de água é maior.

As trilhas de caminhamento pelo gado aparecem de forma mais pronunciada no solo do Tabuleiro Costeiro. Isto, provavelmente, está associado à maior pressão de pastejo nesta área e à declividade (29%). Maiores declividades dos terrenos contribuem para aumentar o número de trilhas de gado, pois nessa condição devido às irregularidades do terreno, o gado tende a caminhar em curva de nível.

Quando a declividade é menor e a pressão de pastejo também, tal como no Latossolo Vermelho (23% de declividade), o pisoteio do gado é distribuído mais uniformemente por toda a área. Nesta condição não há formação de trilhas ou se há, a freqüência é menor. Entretanto, nas áreas acidentadas o pisoteio do gado provoca uma compactação mais localizada, de forma a originar as trilhas.

Ao se analisar os dados de cobertura oferecida por dois bananais no córrego do Oratório (Quadro 19), foi possível concluir que a cultura consorciada com café apresentou maior freqüência de SN. O maior espaçamento de plantio da bananeira e a variedade de café pouco adaptada às condições daquele ambiente (café clonal) parecem ser as causas da maior percentagem de solo exposto (45,7%). Além disso, a incorporação de palha foi menor e a incidência de sol sobre o solo nu foi maior (30%).

Quando o índice foi determinado em outro bananal sem consórcio e com menor espaçamento entre plantas, obteve-se maior cobertura com palha (67,6%), conseqüentemente menor quantidade de solo exposto (23,8%). Semelhantemente, a quantidade de solo totalmente exposto foi menor (8,1%). Estes resultados indicam que do ponto de vista da produção de água deve-se dar preferência aos cultivos com menor espaçamento entre plantas, de modo a favorecer a um maior índice de cobertura. Logo, nestas condições, o cultivo de bananeiras deve ser priorizado em relação à cultura do café.

Quadro 19 - Índice de cobertura do solo sob uso agrícola no ambiente Córrego do Oratório

	SN	SP	AR	I	BN	CT	S	M	CT	SNS
Consórcio de culturas (banana e café)										
Argissolo Vermelho Distrófico típico										
Média (pontos)	19,2	20,6	1,6	0	0,6		26,6	15,4		12,6
Desvio padrão	5,4	5,5	2,2	0	0,9		2,9	2,9		2,9
C.V. (%)	28,1	26,7	136,9	0	149,1		10,8	18,7		22,9
Índice (%)	45,7	49,0	3,8	0	1,4	100	63,3	36,7	100	30,0
Cultura da bananeira										
Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico										
Média (pontos)	10,0	28,4	1,8	1,8	0,0		15,4	26,6		3,4
Desvio padrão	4,4	3,4	2,9	1,9	0,0		4,5	4,5		0,9
C.V. (%)	43,6	12,1	163,9	106,9	0,0		16,9	16,9		26,3
Índice (%)	23,8	67,6	4,3	4,3	0,0	100	29,3	63,3	100	8,1

SN – solo nu; SP – solo coberto com palha; AR – afloramento de rocha; BN – bananeira (pés); I – invasoras; S – incidência de sol; M – Sombra; SNS – solo nu com incidência de sol; CT – cobertura total.

A adaptação do método linear e de pontos para obter o índice de cobertura do solo pela parte aérea de plantas de porte arbustivo ou arbóreo parece ser eficiente. A dificuldade encontrada foi devida aos ventos que modificam a projeção da sombra sobre o solo, o que dificulta a marcação dos pontos.

#### 4.7. Entrevistas

Com o intuito de levantar algumas informações de caráter exploratório com respeito aos aspectos de uso do solo e condições sócio-econômicas, foram feitas entrevistas informais com cinco agricultores. Um resumo das entrevistas, com algumas frases feitas pelos agricultores e as respectivas tentativas de interpretação é apresentado (Quadro 20).

Quadro 20 – Resumo e interpretação das entrevistas com agricultores das microbacias do córrego do Oratório e do córrego do Limão

Frase do agricultor	Interpretação
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A terra aqui é uma coisa só, todas fracas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não há diferenças significativas de fertilidade entre as classes de solos da região.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aqui não é muito bom para plantar. Tem muito morro e a terra é fraca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O relevo acidentado dificulta em muito o plantio e os tratos culturais. Além disso, os solos são pobres em nutrientes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A gente não usa adubo químico, a gente colhe o que a terra dá. O nosso adubo é a chuva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baixa dependência de insumos agrícolas. O agricultor procura utilizar apenas os recursos naturais disponíveis na propriedade.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Onde tem pedra solta no terreno é bom pra bananeira.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A rocha possivelmente libera nutrientes. O magnésio e o potássio, comuns nas rochas da região, são nutrientes importantes para a bananeira.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A terra só é mais forte nas “buracas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nos fundos de vales (grotas) os solos estão mais próximos a rocha de origem e portanto mais férteis e recebem também nutrientes dos afloramentos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ As terras mais amareladas são mais secas e as vermelhas mais úmidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os Latossolos Vermelhos são mais porosos e portanto infiltra mais água.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Terra é que nem boi tem a carne e tem o osso”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O agricultor percebe a diferença entre os solos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aqui não dá muita erosão. Erosão só dá mais quando a plantação precisa de muita capina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O sistema de produção dos pequenos agricultores são pouco intensivos. Nestas áreas há predomínio de culturas perenes como a bananeira e ele tem noção da exposição do solo a erosão.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Para plantar feijão o bom é queimar o mato, a cinza é melhor que o adubo. Com o adubo a planta cresce muito e produz pouco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A cinza contém quase todos nutrientes que as plantas precisam. Provavelmente a aplicação de adubações desbalanceadas (apenas NPK) não produzem o efeito desejado.</li> </ul>

Continua

Cont. Quadro 20 – Resumo e interpretação das entrevistas com agricultores das microbacias do córrego do Oratório e do córrego do Limão

Frase do agricultor	Interpretação
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O café aqui não produz quase nada porque venta muito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Na época da floração os ventos derrubam as flores e fazem com que diminua a produção. Os ventos são intensos na região.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A banana dá lucro mas o pessoal daqui só planta, não tratam da lavoura;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evidência de agricultura com baixo investimento em insumos agrícolas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A bananeira fracassou de um tempo pra cá porque chove muito numa hora só e a bananeira sente porque a raiz não tem “pião”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A bananeira precisa de boa disponibilidade de água. As raízes exploram as camadas mais superficiais do solo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O pessoal que mexe com boi não ganha quase nada, mas também não leva prejuízo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pouco retorno econômico devido à baixa capacidade de suporte das pastagens e pelos pequenos tamanhos das propriedades. Evidencia a falta de atividades agrícolas alternativas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antigamente os córregos tinham água de fazer zoar. Hoje só zoa quando dá trovoadas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A capacidade de infiltração e armazenamento de água pelo solo foi reduzida. O coeficiente de variação do volume de água dos córregos aumentou;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O pior problema é o preço do café e da banana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os preços pagos aos produtos agrícolas são baixos e resultam em pequena margem de lucro.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O pessoal antigo daqui já mudou quase todo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dificuldade do agricultor permanecer no campo. Geralmente mudam para as cidades.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tem muita gente da cidade comprando terreno para passar final de semana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potencial turístico da região.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A gente da roça só vive aqui porque está acostumado. Não dá dinheiro não.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pouco retorno financeiro dos trabalhos agrícolas. A agricultura desenvolvida por eles traz pouco retorno econômico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vivendo aqui na roça a pessoa morre de fome. É melhor arrumar um emprego e comprar arroz e feijão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perspectiva ruim das condições de vida no campo. O assalariado na cidade segundo eles vive melhor.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tinha que asfaltar a estrada, porque é muito ruim pra dar turista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expectativa de melhora de renda advinda de outras atividades agrícolas como, por exemplo, o agro e ecoturismo.</li> </ul>

Número de entrevistados: cinco agricultores.

Notou-se que os agricultores percebem as diferenças no ambiente, como no clima, fertilidade dos solos e são capazes de relacionar alguns de seus atributos e aspecto de manejo à sua qualidade, condição ou comportamento quanto a erosão ou capacidade produtiva.

Percebeu-se que os agricultores não são muito dependentes de insumos agrícolas e nem são muito tecnificados. As maiores dificuldades quanto ao meio físico parecem estar relacionadas com o relevo acidentado e a baixa fertilidade dos solos. Além disso, os baixos preços dos produtos agrícolas são desestimulantes, trazendo baixo retorno econômico para quem vive no campo.

Nas áreas elevadas, tem-se percebido uma mudança ao longo dos últimos anos no perfil dos mais novos proprietários de terras, os quais residem na cidade e não utilizam a terra para produção agrícola, mas sim com a finalidade de sítio de lazer, o que indica o potencial ecoturístico destas áreas, uma possível fonte de renda para os agricultores locais.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar os solos, os ambientes e o uso atual do solo e suas inter-relações com a produção de água em quatro microbacias, pertencentes à bacia do rio Guarapari, localizadas no município de Guarapari, microrregião metropolitana sul do Estado do Espírito Santo.

O trabalho envolveu a descrição de oito perfis representativos da área e as amostras de solos foram submetidas a caracterizações físicas, químicas e mineralógicas. A partir das viagens de campo e análise e interpretação das aerofotos não-convencionais foram obtidos os mapas temáticos de solos e de uso do solo. Os diferentes ambientes foram estratificados com base nos solos, relevo, vegetação e uso do solo. Além disso, amostras de água de vários pontos ao longo dos córregos foram analisadas quimicamente.

Os resultados permitiram concluir que:

1. Há uma grande diversidade de ambientes, devido ao relevo movimentado, com cotas desde o nível do mar até 775 m, permitindo a ocorrência de solos muito intemperizados lado a lado aos afloramentos de rochas e Neossolos. A área foi estratificada em cinco ambientes distintos, quanto às combinações de elementos como pedoformas, relevo e uso do solo.
2. Os solos mais profundos (Latosolos Amarelos e Vermelhos) são potencialmente os maiores produtores de água nas microbacias. Os gleissolos das cabeceiras são importantes, pois tendem a aumentar o

tempo de residência da água nas microbacias. Portanto, a drenagem praticada por agricultores deve ser evitada.

3. O maior índice de compacidade e o maior percentual de área com solos de pequena profundidade efetiva (65%) na microbacia do córrego do Oratório, indica ser esta a microbacia mais susceptível ao escoamento superficial, aos processos erosivos e às enchentes. O maior percentual de Latossolos (69%) e, portanto com grande potencial para a produção de água está na microbacia córrego do Limão. Na maior parte das amostras, as características químicas das águas satisfazem os requisitos exigidos para a classe 3, conforme estabelecido pelo CONAMA. Apenas os teores de fósforo estiveram acima do limite para as águas da classe 3, evidenciando fontes de contaminação por esgoto doméstico.
5. As pastagens predominam em termos de área nas quatro microbacias. Nos ambientes em que são mais intensas as atividades pecuárias (Tabuleiro costeiro e córrego do Limão), as pastagens apresentaram menor índice de cobertura do solo, evidenciando uma maior pressão de uso e degradação do solo.
6. Nos solos sob pastagens, as altas resistências à penetração nos horizontes superficiais estão relacionadas com pisoteio bovino. Nas trilhas do gado, os valores são mais elevados. Nos horizontes subsuperficiais as características de cada classe de solo foram determinante na resistência a penetração. Nos horizontes Bt's estes valores foram mais elevados.
7. A distrofia dos solos é generalizada. Os Gleissolos são mais utilizados por estarem próximos dos cursos d'águas, serem ambientes conservadores de nutrientes e os únicos de relevo plano nas áreas elevadas. Os Cambissolos são geralmente utilizados para o cultivo da bananeira devido à drenagem livre e distrofia menos intensa, provavelmente pela liberação de nutrientes (principalmente Mg e K) das rochas próximas da superfície.
11. A caulinita e a gibbsita são minerais muito comuns em todos os solos estudados, o que indica condições de intenso intemperismo, mesmo naqueles solos considerados rasos. Os picos de alta intensidade revelados pelos difratogramas sugerem a necessidade de estudos mais

pormenorizados sobre a gênese deste mineral nos ambientes estudados e também sobre a gênese da estrutura do Argissolo Amarelo do Ambiente Tabuleiro Costeiro.

12. O distrofismo acentuado dos solos, o relevo montanhoso e escarpado e especialmente a pouca valorização dos serviços e produtos agrícolas são apontados pelos agricultores como as suas maiores dificuldades para permanecerem no seu ambiente. No entanto, nestas microbacias do município de Guarapari, em razão da beleza cênica, biodiversidade, localização, acessibilidade etc., além dos efeitos sobre a qualidade e quantidade de água, a conservação e preservação dos solos e da Mata Atlântica têm uma dimensão social – a possibilidade de os agricultores estarem assegurados de uma maior estabilidade econômica advinda do incremento das atividades adicionais como as do agro e ecoturismo que devem ser implementadas pelo poder público.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, B. L. & HAJEK, B.F. **Mineral occurrence in soil environments**. In: DIXON, J. B., WEED, S. B. (Eds.). *Minerals in soils environments*. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 199-264.
- ALVAREZ VENEGAS, V. H.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. **Determinação do fósforo remanescente**. Viçosa, UFV, 1993. 11p. (mimeografado).
- ANDERSON, J. V. **An improved pretreatment for mineralogical analysis of samples containing organic matter**. *Clays and Clay Minerals*. 10: 380-388, 1963.
- ANJOS, L. H. C. **Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma seqüência de solos do terciário na região de Campos**, RJ. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1985. 194p. (Tese de mestrado).
- ANTONELLO, L. L. **Gênese de uma seqüência de solos de rochas alcalinas do maciço alcalino de Itatiaia, RJ; mineralogia, geoquímica e micromorfologia**. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982. 262p. (Tese de Doutorado).
- A.P.H.A., **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. Washington: American Pubic Health Association, 1995. 1000p.
- ARAÚJO, E. A. **Caracterização de solos e modificações provocadas pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus – Acre**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. 92p. (Tese de Mestrado).
- AZEVEDO, E. M. **Vazão e características físicas e químicas do deflúvio de microbacias hidrográficas cobertas com mata nativa, pastagem e *eucalyptus grandis***. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 92p. (Tese de Mestrado).

- BARUQUI, F. M. **Inter-relações solo-pastagens nas regiões Mata e rio Doce do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 119p. (Tese de Mestrado).
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. Ed. Viçosa: UFV, Impr. Univ, 1995. 657 p.
- BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. **Propriedades do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-elefante-anão cv. Mott**. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 35, nº 5, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0100-204X2000000500024&lng=en&nrm=iso>.ISSN 0100-204X>. Acesso em 04 – 09 – 2003.
- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. Viçosa: UFV, 2002. 98 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra / Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro,1983. 775 p.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986**. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res86/res2086.html>. Acesso em 02 – 09 – 2003.
- CAMPOS, C. E. B. **Indicadores de campo para solos hidromórficos do Planalto de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa 1999. 123p. (Tese de Mestrado)
- CARVALHO, F. T. de; MOURA FILHO, G.; CARNAÚBA, P. J. P.; COSTA, G. A.; COSTA, J. V. T.; LINS, J. C. **Variação da velocidade de infiltração da água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro costeiro, sob cultivo de cana-de-açúcar**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: 500 anos de uso do solo no Brasil, 13., 2000, Ilhéus. Anais ... Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2000. 1 CD-ROM.
- CASTRO, P. S. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. 107 p. (Tese de Mestrado).
- CASTRO, P. S. **Bacias de cabeceira: verdadeiras caixas d'água da natureza**. *Ação ambiental*, Viçosa, nº 3, p. 9 – 11. dez 1998/jan 1999.
- CHEN. P-Y. **Table of key lines in x-ray powder diffraction patterns of mineral in clays and associated rocks**. Indiana: Bloomington,1977. 65p. (Department of Natural Resources Geological Survey Occasional Paper 21).

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo, SP. Edgar Blucher, 1981.
- CINTRA, F. L. D.; MIELNICZUK, J. **Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas**. Rev. Bras. Ci. Solo. v. 7, p. 197-201, 1983.
- COFFIN, D. E. **A method for the determination of free iron in soils and clays**. Canadian Journal Soil Science., v. 43, p. 7 - 17, 1963.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a aproximação**. Ribeiro, A C.; Guimarães, P. T. G. Alvarez Venegas. V.H. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- COSTA, L. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; OLSZEVIK, N. **O solo e água**. Ação Ambiental, Viçosa, nº 20, p. 17-19, out/nov 2001.
- COSTA, O. V.; COSTA, L. M.; FONTES, L. E. F.; ARAUJO, Q. R., KER, J. C. E NACIF, P. G. S. **Cobertura do solo e degradação de pastagens em área de domínio de chernossolos no sul da Bahia**. Rev. Bras. Ci. Solo. nº 4, v. 24, 2000. p. 843-856.
- CURI, N. **Lithosequence and toposequence of oxisols from Goiás and Minas Gerais states, Brazil**. West Lafayette: Purdue University, 1983. 158p. (Tese de Ph. D.)
- DE FILIPPO, R. **Impactos ambientais sobre os ecossistemas aquáticos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, nº 202, p. 45-53, jan/fev. 2000.
- De MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; DIAS, H. S. **Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo**. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, nº 3, v. 23, p. 703-709, 1999.
- DEFELIPPO, B. V. & RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univers. 1981. 17 p. (Boletim de extensão, 29).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro. 1978. 461 p. (Boletim Técnico).
- ERNESTO SOBRINHO, F.; RESENDE, M.; MOURA, A. R. B.; SHAUN, N.; REZENDE, S. B. **Sistema do pequeno agricultor do Seridó-Norte-Riograndense: A terra, o homem e o uso**. Mossoró, Fundação Guimarães Duque, 1983. 200p. (Coleção Mossoroense, 276).

- FERNANDES, M. M. **Caracterização de solos e uso atual empregando aerofotos não-convencionais nas sub-bacias Marengo, Palmital e Silibar-Turvo Sujo, MG.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 107p. (Tese de Mestrado)
- FERREIRA, M. M. **Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos brasileiros.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. 79 p. (Tese de Doutorado).
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. **Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil.** Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, nº 3, v. 23, p. 507-514, 1999.
- FONSECA, O. O. M. **Caracterização e classificação de solos latossólicos e podzólicos desenvolvidos nos sedimentos de terciário no litoral brasileiro.** Itaguaí, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1986. 185p. (Tese de mestrado).
- FONTES, M.P.F. **Iron oxide mineralogy in some brazilian oxisols.** Raleigh: North Carolina State University, 1988. 175 p. Tese (PhD) – North Carolina State University, 1988.
- HARRISON, J. B. **The katamorphism of igneous rocks under humid tropical conditions.** Harpenden: Imperial Bureau of Soil Science, 1933. 79 p.
- HSU, P. A. **Aluminum oxides and oxyhydroxides.** In: DIXON, J. B., WEED, S. B. (Eds). Minerals ins soil environments. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 331 – 378.
- IPES. **Informações municipais do Estado do Espírito Santo 1999-2000.** Vitória. 2002. 1 CD-ROM.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 394 p.
- LACERDA, M. P. C.; ALVARENGA, M. I. N. **Recursos naturais da microbacia.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, nº 202, v. 21, p. 21-32, nov/dez. 2000.
- LANI, J. L. **Estratificação de ambientes na bacia do rio Itapemirim, no sul do Estado do Espírito Santo.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1987. 114 p. (Tese de Mestrado).
- LEMOS, R. C. & SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. Ed. Campinas: SBCS; SNLCS, 1996. 84 p.
- LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água nos solos de tabuleiros.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: 500 anos de uso do solo no Brasil, 13., 2000, Ilhéus. Anais ... Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2000. 1 CD-ROM.

- LILLY, A. **The relationship between field-saturated hydraulic conductivity and soil structure: development of class pedotransfer functions.** Soil Use and management, nº 16, p. 56-60, 2000.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** São Paulo. Univ. São Paulo. 1986. 242 p.
- MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento.** Porto Alegre. Cinco Continentes, 1998. 99 p.
- MARCHETTI, D. A. B.; GARCIA, G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação.** São Paulo: Nobel, 1977. 257 p.
- MARQUES, J. D.; LIBARDI, P. L. LIER, Q. J. V. **Relação entre horizontes pedológicos e propriedades hidráulicas em dois Latossolos.** Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, v 26, p. 567-577, 2002.
- MARTINS, S. B. & DIAS, H. C. T. **Importância das florestas para a quantidade e qualidade da água.** Ação ambiental, Viçosa, n. 20, p. 14 - 16. out./nov 2001.
- McKEAGUE, J. A. & DAY, J. H. **Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aid in differentiating various classes of soils.** Canadian Journal Soil Science. , nº 1, v. 46, p. 13 – 22, 1966.
- MEIRELLES, M. C. S. & RIBEIRO, L. P. **Caracterização da sílica em horizontes coesos de solos de tabuleiros.** In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25. Viçosa, 1995. Resumos expandidos... Viçosa, SBCS – UFV, 1995. p. 1688 – 1689.
- MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.** Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, nº 4, v. 3, out/dez 2002.
- NAIME, U.J. **Caracterização de solos de terraços nas Zonas da Mata e rio Doce, Minas Gerais.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. 76p. (Tese de Mestrado)
- NUNES, W. A. G. A. **Caracterização física, química e mineralógica, micromorfológica e espectral de alguns solos da Zona da Mata mineira.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 135 p. (Tese de Mestrado).
- OADES, J. M.; GILLMAN, G. P.; UEHARA, G. **Interactions of organic matter and variable-charge clays.** In: COLEMAN, D. C. & OADES, J. M. UEHARA, G. (Eds). Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. Hawaii: NifTAL Project, 1989. p.69-95.
- OLSZEVISK, N.; BRAGA, A. P.; COSTA, L. M.; SILVA, H. R. F. **Proposição de metodologia para avaliação da degradação de pastagens em propriedades rurais.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA – Agricultura e

sustentabilidade no Semi-árido, 12., Fortaleza, 1998. Anais. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998. P. 256-257.

PAIVA, A. Q.; SOUZA, L. S. S.; RIBEIRO, A. C.; COSTA, L. M. **Propriedades físico-hídricas de solos de uma toposseqüência de tabuleiro do estado da Bahia.** Pesq. Agropec. Bras., Brasília, nº 11, v 35, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100204X2000001100023&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2000001100023&lng=en&nrm=iso)>.ISSN 0100-204X>. Acesso em 04 – 09 – 2003.

PAVANELLI, G. C. **Estudos ambientais da planície de inundação do rio Paraná no trecho compreendido entre a foz do rio Paranapanema e o reservatório de Itaipu.** In: Workshop do projeto Piracena, 2., 1996. Nazaré Paulista SP. Anais... Piracicaba: CENA, 1996. p. 69-72.

PANOSO, L. A. **Latossolo Vermelho Amarelo de tabuleiro do Espírito Santo.** Recife, Universidade Rural de Pernambuco, 1976. 115 p. (Tese de Livre Docência).

QUINTEIRO, F. Q. L. **Levantamento do uso da terra e caracterização de ambiente da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo com a utilização de aerofotos não-convencionais.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa 1997. 90 p. (Tese de Mestrado).

RAVELLI, A.; LIMA, E.; CEDDIA, M. B. **Infiltração da água em uma toposseqüência de solos sobre sedimentos do Terciário, em Linhares, ES.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA: 500 anos de uso do solo no Brasil, 13., 2000, Ilhéus. Anais ... Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2000. 1 CD-ROM.

RESENDE, M. **Mineralogy, chemistry, morphology and geomorphology of some soils of the Central Plateau of Brazil.** West Lafayette: Purdue University, 1976. 327p. (Tese de Ph. D.).

RESENDE, M. **Pedologia.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1982, 100p.

RESENDE, M. **Bruno-não-cálcico, interpretação de um perfil.** Mossoró: Fundação Guimarães Duque. 1983. 165 p. (Coleção mossoroense, 218)

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes.** 3. Ed. Viçosa: NEPUT, 1999. 338 p.

REZENDE, S. B. de. **Levantamento de solo e uso atual, erosão e cobertura vegetal de três microbacias, no vale do rio Turvo Sujo com a utilização de aerofotos não-convencionais.** Viçosa, MG: UFV, 1992. 13p. (Projeto de Pesquisa).

REZENDE, S. B.; LANI, J. L.; RESENDE, M. **Solo como reservatório dinâmico da produção de água.** Ação Ambiental, Viçosa, nº 3, p. 23-26, dez 1998 - jan 1999.

- SCHWERTMANN, U. & TAYLOR, R. M. **Iron oxides**. In: DIXON, J. B., WEED, S. B. (Eds.). Minerals in soils environments. Madison: Soil Science Society of America, 1989. p. 379-438.
- SILVA, V. R. da; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo**. Ciência Rural, Santa Maria, nº 5, v. 30, p. 795-801, 2000.
- STOLF, R. **Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo**. Rev. Bras. Ci. Solo, nº 3, v.15, p.229-235, 1991.
- TOLEDO, L. G. & FERREIRA, C. J. A. **Impacto das atividades agrícolas na qualidade da água**. Rev. Plantio Direto, p. 21-27, jul/ago 2000.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. da; GONÇALVES, A. C. A. **Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo**. Scientia Agrícola, nº 4, v. 59, p. 795-801, out/dez 2002.
- TORRENT, J.; SCHWERTMANN, U.; BARRÓN, V. **The reductive dissolution of synthetic goethite and hematite in dithionite**. Clay Miner., 22:384-392, 1987.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Caracterização de solos e avaliação dos principais sistemas de manejo dos tabuleiros costeiros do Baixo rio Doce e da região norte do Estado do Espírito Santo e sua interpretação para uso agrícola**. Viçosa, UFV, 1984. 153 p.
- UNGER, P. W. **Soil bulk density, penetration resistance, and hydraulic conductivity under controlled traffic conditions**. Soil & Tillage Research, n 37, p. 67-75, 1996.
- VALENTE, O. F. & CASTRO, P. S. **Manejo de bacias hidrográficas**. Informe agropecuário, Belo Horizonte, nº 80, v. 7, ago 1981. p. 40-45.
- VALENTE, O. F. & DIAS, H. C. T. **Bacia hidrográfica como unidade de produção de água**. Ação Ambiental, Viçosa, nº 20, p. 8 – 9. out/nov 2001.
- VETORAZZI, C. A. **Fotointerpretação de bacias hidrográficas e redes de drenagem em cinco solos da região do rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1985. 151 p. (Tese de Mestrado).
- VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. **Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea**. Ciência Rural, Santa Maria, nº 6, v. 30, p. 965-969, 2000.
- VILLELA, S. M. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

- WHITTING, L.D. & ALLARDICE, W.R. **X-ray diffraction techniques**. In: Methods of soil analysis,. 2.ed. Madison, WI, American Society of America, 1986.Pt.1, p. 331-361.
- WISLER, C. O. & BRATER, E. F. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.A., 1964. 484 p.
- ZIMBACK, C. R. L. & CARVALHO, A. M. **Caracterização hídrica dos solos de três bacias hidrográficas, na região de Marília (SP)**. Rev. Bras. Ci. Solo, Viçosa, nº 3, v 20, p. 459-466, 1996.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

### DESCRIÇÃO DOS PERFIS

#### Perfil 1

Data: 21/08/02

Classificação: Neossolo Litólico Hístico típico

Localização: A 5,8 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24 K 0340045 7720433.

Situação: Perfil descrito e coletado em trincheira aberta no terço inferior da elevação com 60 % de declive e sob vegetação pioneira natural.

Altitude: 91 metros.

Litologia: Provavelmente gnaisse

Material de origem: Produto da alteração da rocha supracitada

Pedregosidade: não pedregosa

Rochosidade: extremamente rochosa

Relevo regional: Forte ondulado a montanhoso

Relevo local: Montanhoso

Vegetação primária: Formações rupestres com predomínio de *Selaginella sp.* E *Trileps sp.*

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Sem uso agrícola

Erosão: Laminar severa

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

H 0 – 10 cm; bruno muito escuro (7,5 YR 2,5/2, úmido) e brunocinzento-escuro (10YR 4/2, seco); franco arenosa; fraca pequena granular; macia, muito friável, não plástica e não pegajosa

Raízes: Abundantes e finas

OBSERVAÇÕES: Perfil desenvolvido sobre afloramento rochoso com presença de rugosidades. Presença de plantas colonizadoras pertencentes às famílias Selaginellaceae e Cyperaceae.

## **Perfil 2**

Data: 21/08/02

Classificação: Argissolo Vermelho Distrófico latossólico

Localização: Córrego do Oratório, a 6,3 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24 K 0339935 7720728.

Situação: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, no terço inferior da elevação, com 23% de declive, sob cultura de café consorciada com banana.

Altitude: 132 metros.

Litologia: gnáisse

Material de origem Produto da alteração da rocha supracitada

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Forte ondulado a montanhoso

Relevo local: Forte ondulado

Vegetação primária: Mata Atlântica

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Banana

Erosão: Forte

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap1 0 – 2 cm; bruno (10YR 4/3, úmido) e bruno (10YR 5,5/3, seco); areia-franca; pequena grãos simples; solto, solto, não plástico e não pegajoso; transição plana e clara.
- Ap2 2 – 12 cm; bruno (7,5 YR 4/4 úmido), bruno claro (7,5YR 6/4 seco); franco argilo arenosa; fraca pequena granular; macio, solto, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- E 12 – 24 cm; vermelho-amarelado (5YR 5/8 úmido) e amarelo avermelhado (5YR 6/8 seco); franco argilo arenosa; fraca média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA 24 – 42 cm; vermelho (2,5 YR 4/8 úmido) e vermelho amarelado (5YR 5/8 seco); argilo arenosa; média moderada blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt1 42 – 80 cm; vermelho (2,5 YR 5/8 úmido) e vermelho (2,5YR 5/8 seco); argila; moderada média blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt2 80 – 122 cm; vermelho (2,5 YR 5/8 úmido) e vermelho (2,5YR 5/8 seco); argila; moderada média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- BC 122 – 150 cm; vermelho (2,5 YR 5/8 úmido) e vermelho (2,5YR 5/8 seco); argila; moderada média blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e gradual.
- C 150 – 185+ cm; vermelho (2.5YR 5/8 úmido) e mosqueado 5Y 8/3 (amarelo-claro-acinzentado) ; franco argilosa; maciça; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e pegajosa.

Cr 450 – 480+ cm; coloração variegada ,úmida, composta de amarelo (V 2,5 Y 7/8) amarelo-claro-acinzentado (2,5 Y 8/2) bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6); areia franca; maciça; macia, não plástica e não pegajosa.

Raízes: Abundantes e finas no horizonte Ap1; abundantes, finas e grossas no horizonte Ap2; poucas e médias no horizonte E; poucas e finas no horizonte BA; comuns e finas no horizonte Bt1 e raras e finas no Bt2.

Fatores biológicos: Presença de minhocas no horizonte Ap1.

OBSERVAÇÕES: Mosqueado de intemperismo no horizonte C, presença de quartzo no Ap1. Presença de biotita e muscovita, mosqueado de pontuações vermelhas (concentração de ferro e feldspatos) no horizonte Cr.

### **Perfil 3**

Data: 21/08/02

Classificação: Latossolo Vermelho Distrófico típico

Localização: Córrego do Oratório, a 6,8 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24K 0339853 7720913.

Situação: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, no terço médio da elevação, com 23% de declive, sob pastagem.

Altitude: 176 metros

Litologia: Provavelmente gnáisse

Material de origem: Produto da alteração da rocha supracitada

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Montanhoso

Relevo local: Forte ondulado

Vegetação primária: Mata Atlântica

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Pastagem com braquiária

Erosão: Não aparente

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap1 0 – 12 cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido) e vermelho amarelado (5YR 5/6, seco); franco argilosa; moderada média granular; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.

BA 12 – 27 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); argila: moderada pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

Bw1 27 – 62 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); argilo-arenosa; moderada pequena granular; macia; friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw2 62 – 125 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); argila; moderada pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw3 125 – 163 cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); argila; moderada pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw4 163 – 220+ cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seco); argila; moderada pequena granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Raízes: Muitas e finas no A1, muitas e finas no BA, muitas e finas no Bw1, comuns e finas no Bw2, comuns e finas no Bw3, raras e finas no Bw4.

Fatores biológicos: Ausência de minhocas

#### **Perfil 4**

Data: 21/08/02

Classificação: Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico

Localização: Córrego do Oratório, a 7,5 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24 K 0339804 7721574.

Situação: Descrito e coletado em trincheira aberta no terço superior da elevação com 35% de declive, sob cultura da banana.

Altitude: 247 metros.

Litologia: Provavelmente gnáisse

Material de origem: Produto da alteração da rocha supracitada

Pedregosidade: Pedregosa

Rochosidade: Moderadamente rochosa

Relevo regional: Montanhoso a escarpado

Relevo local: Montanhoso

Vegetação primária: Mata Atlântica

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Cultura da banana

Erosão: Moderada

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

#### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

Ap1 0 – 12 cm; cinzento muito escuro (7,5 YR 3/1, úmido) cinzento escuro (10YR 4/1, seco); franco arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.

AB 12 – 28 cm; bruno-acinzentado (10YR 5/2) e bruno (10YR 5/3, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual.

- BA 28 – 40 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e bruno amarelado (10YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bw1 40 – 60 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena granular; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- Bw2 60 – 80 cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmido)e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (coletado com trado).
- Bw3 80 –110 + cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmido)e bruno-amarelado (10YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa (coletado com trado).

Raízes: Muitas e médias no A1, comuns e finas no AB, comuns e finas no BA, comuns e finas no Bw.

Fatores biológicos: Presença de minhocas no AB.

## **Perfil 5**

Data: 22/08/02

Classificação: Neossolo Flúvico Tb Distrófico gleico

Localização: Fazenda Rancho Novo - Córrego do Oratório, a 1 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado direito da estrada de acesso à usina de laticínios da Fazenda Rancho Novo.  
Coordenadas UTM: 24 K 0340765 7719395.

Situação: Descrito e coletado em barranco do leito maior de córrego, com 1% de declive sob pastagem

Altitude: 10 metros.

Litologia: Sedimentos Fluviais. Quaternário. Holoceno.

Material de origem: Sedimentos Aluviais.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Plano (fundo do vale)

Relevo local: Plano

Vegetação local: Mata Atlântica

Drenagem: Imperfeitamente drenado

Uso atual: Pastagem com braquiária

Erosão: Não aparente

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap1 0 – 10 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); areia franca; fraca pequena granular e grãos simples; macia, solta, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.

Ap2 10 – 18 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena blocos subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

C1 18 – 29 cm; bruno (7,5YR 4/4, úmido) bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco) e mosqueado pouco pequeno e distinto vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); franco argilosa; fraca pequena blocos subangulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

C2 29 – 40 cm; bruno-forte (7,5YR 4/6, úmido) bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco) e mosqueado pouco pequeno e distinto vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); franco arenosa; fraca pequena blocos subangulares; macia, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

C3 40 – 46 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco) e mosqueado pouco pequeno e distinto vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); areia; fraca pequena

granular e grãos simples; macia, firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e abrupta.

Cg 6 – 69 cm; bruno-acinzentado-escuro (2,5 Y 4/2, úmido) bruno-amarelado (10YR 5/4, seco) e mosqueado comum médio e distinto vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); franco argilo arenosa; maciça; dura, firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

Raízes: Muitas e finas nos horizontes Ap1, Ap2, C1, C2 e C3 e raras e finas no Cg.

Fatores biológicos: Presença de minhocas nos horizontes A1 e A2.

### **Perfil 6**

Data: 22/08/02

Classificação: Argissolo Amarelo Distrófico latossólico

Localização: Córrego do Oratório, a 300 metros do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24K 0340807 7718669.

Situação: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada no terço inferior da elevação, com 16° de declividade, sob pastagem.

Altitude: 15 metros.

Litologia: Sedimentos do Terciário

Material de origem: Produto da alteração sedimentos supracitados.

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Forte ondulado a montanhoso

Relevo local: Forte ondulado

Vegetação primária: Mata Atlântica

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Pastagem

Erosão: Laminar moderada

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap1 0 – 13 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco argilo arenosa; moderada pequena granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.
- Ap2 13 – 25 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco argilo arenosa; moderada média granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e difusa.
- AB 25 – 38 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-amarelado (10YR 5/4, seco); franco argilo arenosa; moderada média granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.
- Bt1 38 – 60 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/8, seco); argila; maciça; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt2 60 – 87 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/8, seco); argila; maciça; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt3 87 – 140 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-brunado (10YR 6/8, seco); argila; maciça; ligeiramente dura; friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Bt4 140 – 210 cm; bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5YR 6/8); argila; maciça, ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.
- Raízes: Abundantes e finas nos horizontes A1 e A2, comuns e finas nos horizontes AB e Bw1, raras e finas no Bw2 e Bw4 e poucas e finas no Bw3.

Fatores biológicos: Antigos canais de cupins nos horizontes A2, AB e Bw1.

OBSERVAÇÕES: No horizonte Bw4 observou-se presença de concreções ferruginosas 2,5 YR 4/4, poucas, irregulares e duras. Presença de bolsão de massa latossólica no Bw4.

### **Perfil 7**

Data: 22/08/02

Classificação: Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico

Localização: Buenos Aires, a 9,2 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado direito da estrada no sentido Córrego do Oratório a Buenos Aires. Coordenadas UTM: 24 K 0339560 7722984.

Situação: Descrito e coletado em trincheira aberta em área de várzea, com 1% de declive

Altitude: 305 metros

Litologia: Sedimentos Fluviais. Quaternário. Holoceno

Material de origem: Sedimentos Aluviais

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Montanhoso

Relevo local: Plano

Vegetação primária: Mata Atlântica

Drenagem: Mal drenado

Uso atual: pastagem com braquiária

Erosão: Não aparente

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- Ap 0 – 17 cm; bruno-acinzentado muito escuro ((10YR 3/2, úmido) e bruno-oliváceo-claro (2,5YR 5/3, seco); franco argilo arenosa; mosqueado pouco pequeno e distinto vermelho (10 R 4/6, úmido ); argilosa; fraca pequena granular; dura, firme, não plástica e não pegajosa; transição ondulada e gradual.
- Cg1 17 – 37 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 3/2, úmido) e bruno-amarelado-claro (2,5YR 6/4, seco); argilo arenosa; mosqueado comum pequeno e distinto vermelho (10R 4/6, úmido); muito argilosa; maciça; dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.
- Cg2 37 – 65 + cm; bruno-oliváceo (2,5YR 4/4, úmido) e bruno-avermelhado-claro (2,5YR 6/4, seco); franco argilo arenosa; maciça; dura, muito firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: Muitas e finas no Ap, poucas e finas no Cg1 e raras e finas no Cg2.

Fatores biológicos: Presença de minhocas no horizonte Ap1.

### **Perfil 8**

Data: 22/08/02

Classificação: Latossolo Amarelo Distrófico argissólico

Localização: Córrego Barra do Limão, a 13,5 km do trevo que liga a rodovia ES 24 a BR 101. Descrito do lado esquerdo da estrada no sentido Buenos Aires a Barra do Limão. Coordenadas UTM: 24 K 0337860 7726521.

Situação: Descrito e coletado em barranco de corte de estrada, em terço inferior da elevação, com 43% de declive, sob pastagem.

Altitude: 359 metros

Litologia: Gnaisse

Material de origem: Gnaisse

Pedregosidade: Não pedregosa

Rochosidade: Não rochosa

Relevo regional: Forte ondulado a montanhoso

Relevo local: Montanhoso

Vegetação local: Mata Atlântica

Drenagem: Bem drenado

Uso atual: Braquiária

Erosão: Moderada

Descrito e coletado por: João Luiz Lani, Alexson de Mello Cunha e Paulo César do Nascimento.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap1 0 – 25 cm; bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido) e bruno amarelado (10YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; moderada média granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

BA 25 – 52 cm; bruno forte (7,5 YR 5/8) e amarelo brunado (10YR 6,5/8); franco argilo arenosa; fraca pequena blocos subangulares que se desfazem em pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.

Bw1 52 – 89 cm; bruno forte (7,5 YR 5/8) e amarelo brunado (10YR 6,5/8); franco argilo arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfazem em pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e difusa.

Bw2 89 – 122 cm; bruno forte (7,5 YR 5/8) e amarelo brunado (10YR 6/8); argilo arenosa; fraca média e blocos subangulares; macia, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e difusa.

Bw3 122 – 173 cm; bruno forte (7,5 YR 5/8) e amarelo brunado (10YR 6/8); argilo arenosa; fraca média blocos subangulares que se desfazem em pequena granular; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e gradual.

Bw4 173 – 220+ cm; bruno forte (7,5 YR 5/8) e amarelo brunado (10YR 6/8); argilo arenosa; maciça que se desfaz em pequena granular; ligeiramente dura, firme; plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: Muitas e finas no A1, muitas e finas no BA, poucas e finas no Bw1, raras e finas no Bw2, raras e finas no Bw3, raras e finas no Bw4.

Fatores biológicos: Presença de canais de cupim.

OBSERVAÇÕES: Presença de feldspatos intemperizando nos horizontes Bw1, Bw2 e Bw3.

## APÊNDICE B

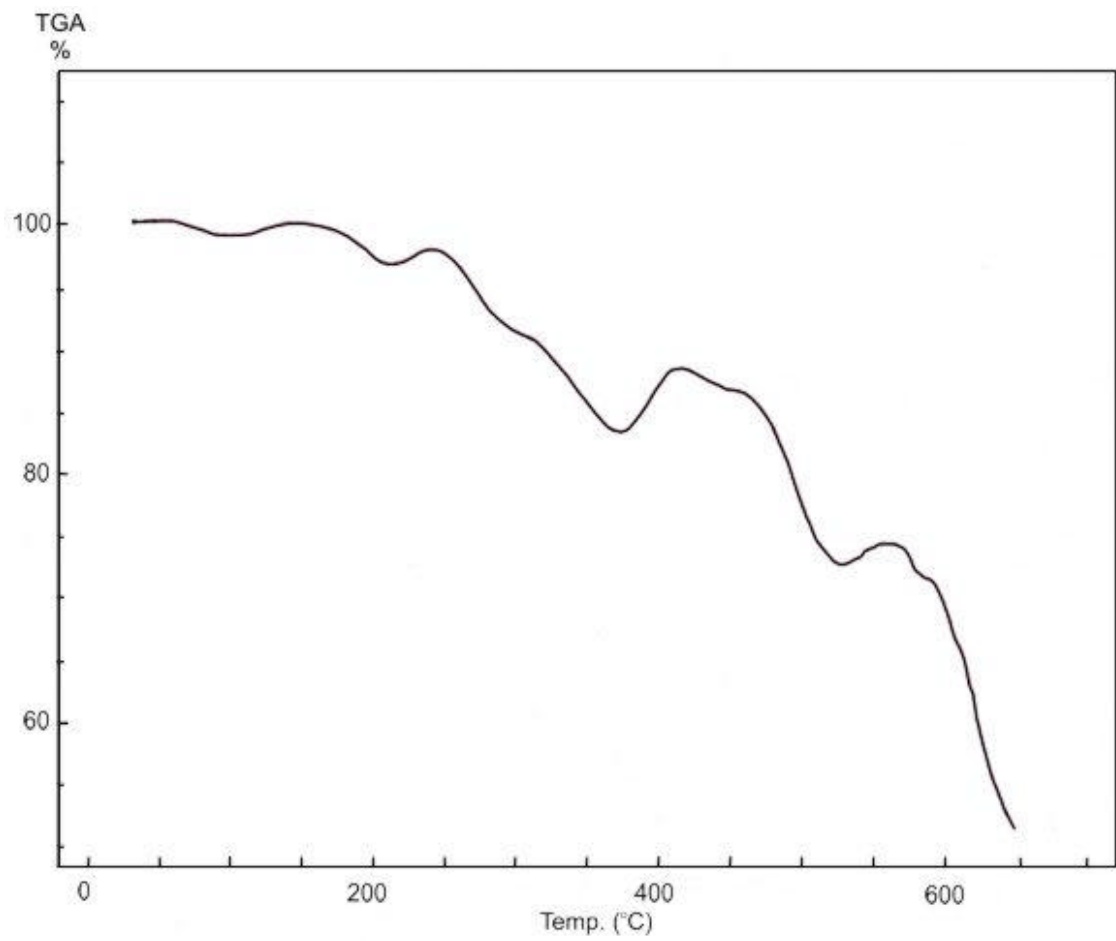


Figura 1B – Termograma de ATG da fração argila desferrificada do horizonte Bt2 do Argissolo Amarelo Distrófico latossólico (P6).

## APÊNDICE C

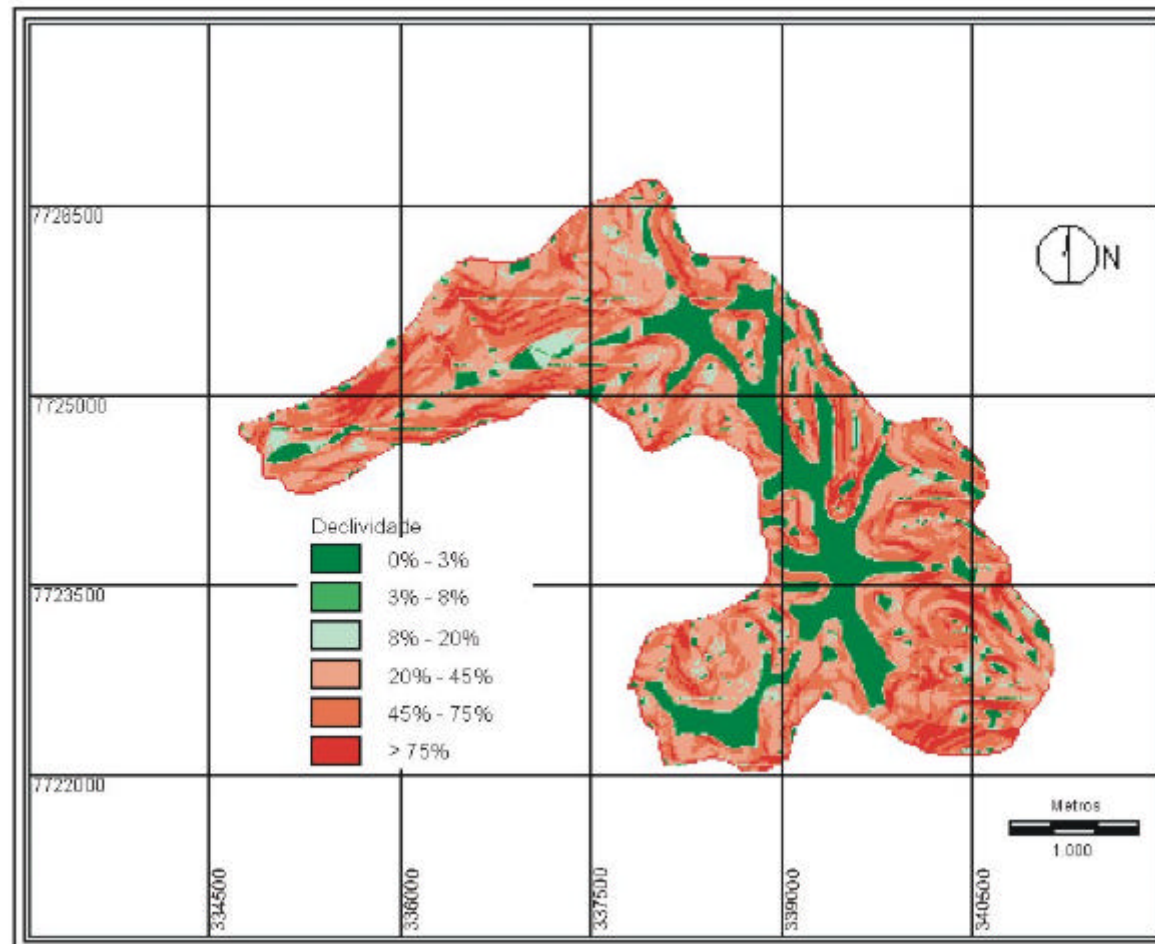


Figura 1C – Mapa de declividade da microbacia do córrego do Limão.

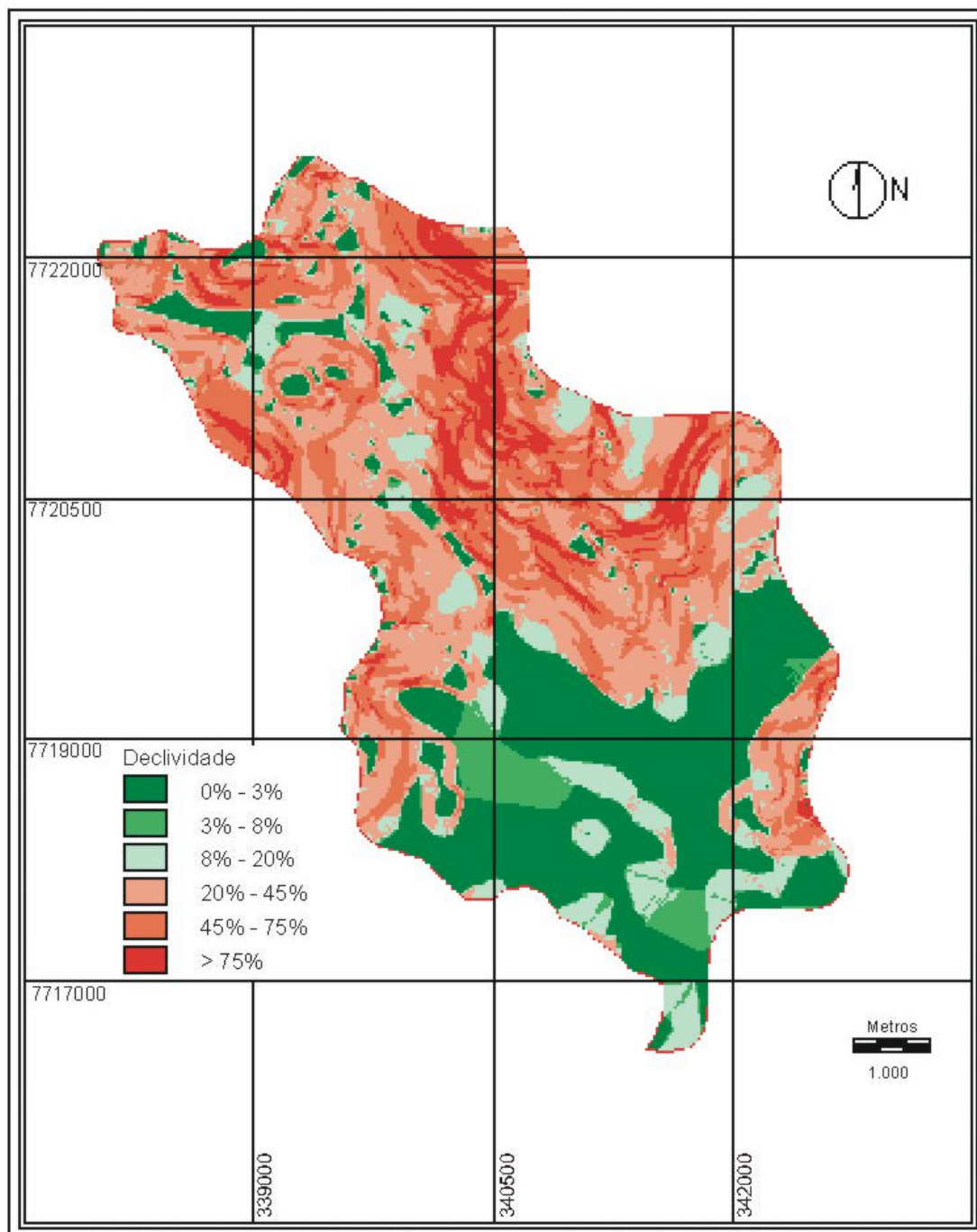


Figura 2C – Mapa de declividade da microbacia do córrego do Oratório.

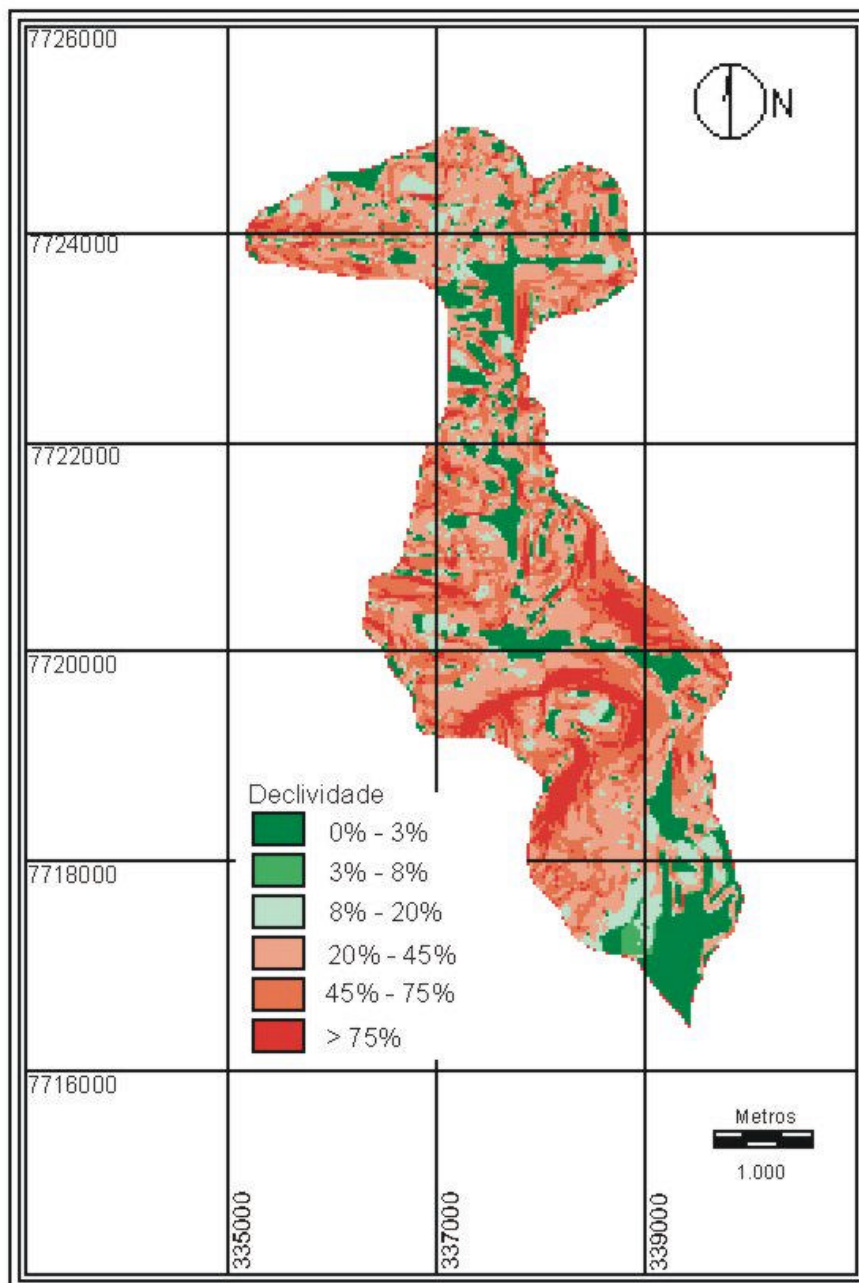


Figura 3C – Mapa de declividade da microbacia do rio Conceição.

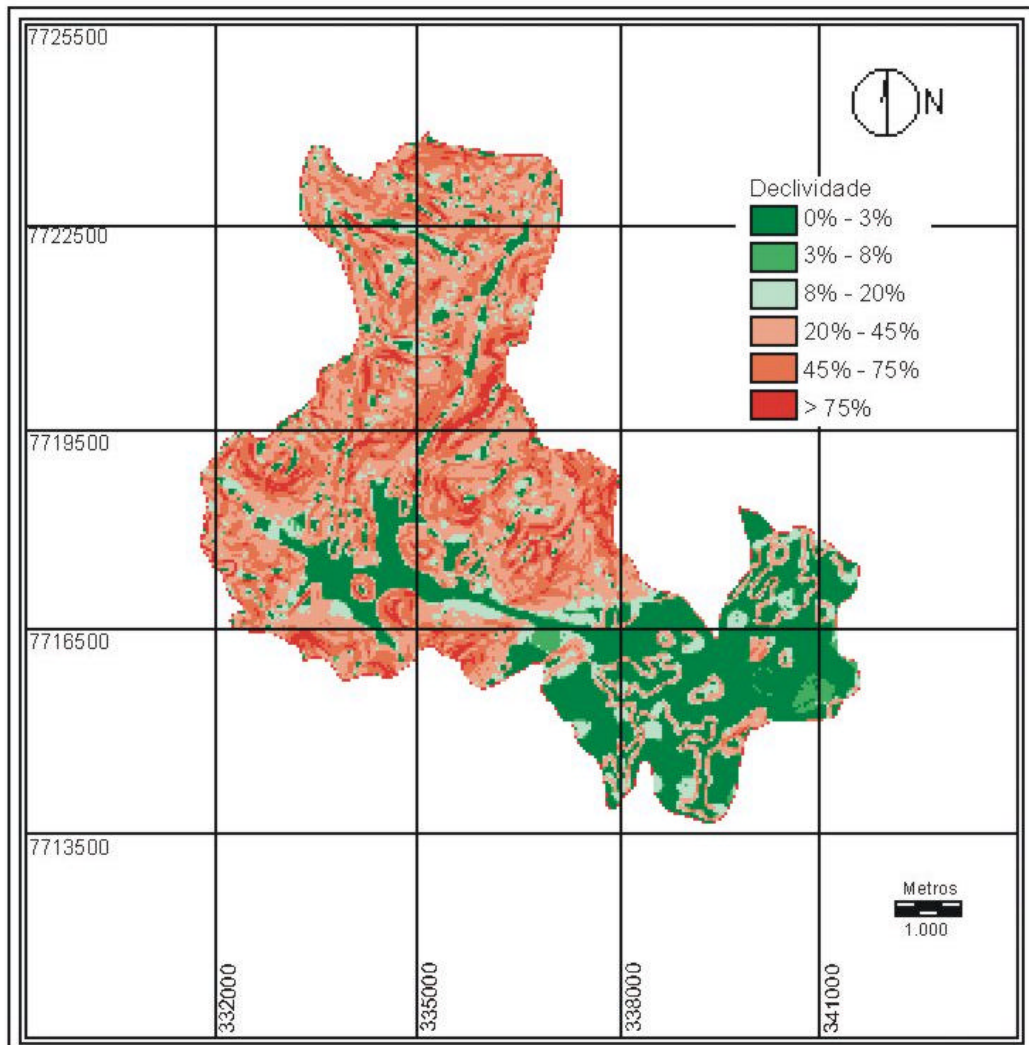


Figura 4C – Mapa de declividade da microbacia do rio Jabuti.