

**DARIO ORLANDINI**

**AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS NATURAIS DE UMA SUB-BACIA DO  
RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU COM VISTA AO AUMENTO DA PRODUÇÃO  
DE ÁGUA COM QUALIDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002**

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

T

O71a

Orlandini, Dario, 1975-

Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-  
bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento  
da produção de água com qualidade / Dario Orlandini.

– Viçosa : UFV, 2002.

98p. : il.

Orientador: Laércio Couto

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de  
Viçosa

1. Araújos, Córrego dos, Microbacia (MG) - Diagnós-  
tico ambiental. 2. Solo - Uso. 3. Água - Conservação. 4.  
Solos - Manejo. 5. Água - Tratamento. 6. São Bartolomeu,  
Ribeirão, Bacia (MG) - Aspectos sócio-econômicos. I.Uni-  
versidade Federal de Viçosa. II. Título.

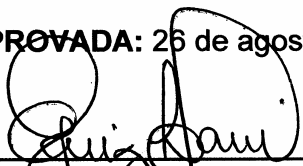
CDO adapt. CDD.634.9116

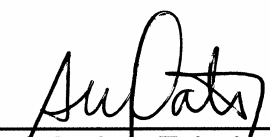
**DARIO ORLANDINI**

**AVALIAÇÃO DO USO DOS RECURSOS NATURAIS DE UMA SUB-BACIA DO  
RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU COM VISTA AO AUMENTO DA PRODUÇÃO  
DE ÁGUA COM QUALIDADE**


Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**APROVADA:** 26 de agosto de 2002

  
\_\_\_\_\_  
Prof. João Luiz Lani  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Antônio Teixeira de Matos  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Márcio Lopes da Silva

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Lairson Couto

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Laércio Couto  
(Orientador)

A Deus;

A meus Pais, Mauro e Maria Helena;

A meus Irmãos, Luis Mauro e Lucilaine;

A meus cunhados, Adriana e Marco Aurélio;

A meus avós paternos, Atílio e Odete;

A meus avós maternos, Rosa e Dário (*in memorian*);

Ao meu tio, José Estevan (*in memorian*);

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

A meus pais, irmãos e cunhados, pelo sacrifício e batalha, para financeiramente apoiarem meus estudos e por acreditarem em minha capacidade;

Ao Professor Laércio Couto, pelo voto de confiança, pela orientação em minha formação acadêmica e profissional, pela amizade e otimismo que muito contribuíram para realização deste trabalho e pelo privilégio que me foi dado de ser seu último orientado de Pós-graduação a defender tese quando ele ainda era professor titular da UFV;

Ao Professor Haroldo Nogueira de Paiva, pelo apoio, ao qual permitiu meu ingresso no curso de mestrado;

Ao Professor Osvaldo Ferreira Valente, por ter dado o primeiro passo para a realização de minha tese com este tema, pelo positivismo e por compartilhar um pouco de sua vasta experiência;

Aos conselheiros, Professor João Luiz Lani e Professor Antônio Teixeira de Matos, pela paciência, compreensão e orientação;

Aos Professores Herly Carlos Teixeira Dias, José Carlos Ribeiro, Antônio Bartolomeu do Vale, Márcio Lopes da Silva e ao Dr. Lairson Couto pelo apoio no ordenamento e auxílio na elaboração da tese;

Aos amigos Marcelo Müller, Rodrigo do Vale, Antônio Tsukamoto, Andrei Jorge, David Arbex e Márcio Jorden, pelo apoio direto na elaboração da tese e pela amizade;

Aos amigos Flávio Lopes, José Urbano, Alessandro Fontes e Marcos Antônio pela transferência de experiências;

Ao Sr. Jairo de Oliveira(DPS), Simão (DEA), Eufraan Ferreira do Amaral (DPS), Valdinar (DPS), Prof. Rafael Bastos (CIV), Eng. José Luis (SAAE) pelo apoio específico;

Ao Sr. Chiquinho da portaria do DEF, Sr. Chiquinho e José Mauro da biblioteca setorial, Ritinha e Frederico da secretaria, Kátia (SIF), aos amigos da diretoria científica (Juliana, Tatiana, Kellen, Leo e Nilson) e administrativa da SIF, aos amigos do Centro Mineiro para Conservação da Natureza (Kelly, Taty, Rodrigo Ribeiro, Renata, Elaine, Telma e Eraldo), à prefeitura Municipal de Viçosa e ao SAAE;

Aos amigos Eduardo Pinheiro, Danielle Cabrini, Janaína, Fabrícia Drosdoski, Márcio Veloso, Rita Veloso, Alessandro, Angélica, Renata Lara, Denise Franco, Marcelo Pinhel, Erlon, Diene, Claudionara, Rute, Sheila, Aurélio Garcia, Evaldo Garcia, José Carlos, Edécio e Daniel;

A toda sociedade brasileira que trabalha e contribui com o ensino público por meio de impostos, o que permitiu meu estudo nesta renomada universidade federal.

## **BIOGRAFIA**

DARIO ORLANDINI, filho de Mauro Aparecido Orlandini e de Maria Helena Borges da Costa Orlandini, nasceu em 26 de Dezembro de 1975 na cidade de Franca, Estado de São Paulo.

Em 1995, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa-UFV, graduando-se em 2000. Durante a Graduação, realizou 9 estágios supervisionados, sendo um em empresa chilena, onde desenvolveu estudo comparativo entre técnicas de melhoria de produtividade de plantações florestais de empresas brasileiras e chilenas.

Em 2000, ingressou no curso de Mestrado em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa.

De setembro de 2001 a fevereiro de 2002 atuou como voluntário, auxiliando 59 municípios mineiros, na área ambiental, por meio do Centro Mineiro para Conservação da Natureza – CMCN/UFV, ONG de cunho ambientalista.

## CONTEÚDO

<b>RESUMO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
3.1. Áreas de Preservação Permanente (APP) .....	5
3.2. Bacia hidrográfica.....	6
3.3. Planejamento e manejo de bacias hidrográficas .....	7
3.4. Uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) no planejamento do uso dos recursos naturais .....	9
3.5. Degradação ambiental .....	12
3.6. Fundamentos hidrológicos da recuperação ambiental de bacias hidrográficas.....	13
3.7. Recuperação e/ou conservação de bacias hidrográficas .....	17
3.8. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Viçosa (SAAE) .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
4.1. Escolha da área de estudo.....	23
4.2. Caracterização geral.....	25
4.2.1. Localização .....	25
4.2.2. Clima .....	26
4.2.3. Relevo .....	26
4.2.4. Solos .....	27
4.2.5. Cobertura Vegetal.....	27
4.2.6. Fauna .....	27
4.2.7. Ocupação e uso do solo.....	28
4.3. Materiais utilizados .....	28
4.3.1. Fotografias aéreas e carta topográfica .....	28
4.3.2. Equipamentos e aplicativos .....	29
4.4. Diagnóstico ambiental da Microbacia .....	29
4.4.1. Trabalhos de campo.....	30
4.4.1.1. Reconhecimento da área .....	30
4.4.1.2. Determinação das coordenadas geográficas e altitudes dos pontos de apoio	31
4.4.1.3. Coleta das amostras de solo .....	31
4.4.1.4. Coleta das amostras de água .....	32
4.4.1.5. Coleta de informações gerais .....	34
• Com a comunidade da Microbacia.....	34
• Com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto.....	35
4.4.1.6. Análise visual da situação ambiental da microbacia .....	35



4.4.2.	Trabalhos de laboratório .....	35
4.4.2.1.	Análise física e química do solo .....	35
4.4.2.2.	Análise física e química da água .....	36
4.4.2.3.	Transferência de detalhes das aerofotos convencionais para a ortofoto....	36
4.4.3.	Trabalhos de escritório .....	37
4.4.3.1.	Georeferenciamento das aerofotos .....	37
4.4.3.2.	Digitalização dos mapas .....	37
4.4.3.3.	Determinação da evolução do uso do solo .....	38
4.4.3.4.	Identificação de conflito de uso do solo .....	38
4.4.3.5.	Identificação de práticas de recuperação e/ou conservação .....	38
4.4.3.6.	Inferências sobre os benefícios físicos e sócio-econômicos .....	39
	• Alteração na vazão .....	39
	• Melhoria na qualidade da água .....	40
	• Benefícios para o SAAE .....	41
	• Benefícios para a comunidade local .....	41
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1.	Histórico do uso do solo .....	43
5.2.	Áreas de preservação permanente (APP) .....	48
5.3.	Diagnóstico ambiental dos elementos da Microbacia .....	56
5.3.1.	Solos .....	58
5.3.2.	Água .....	68
5.3.3.	Culturas agrícolas .....	72
5.3.4.	Pastagens .....	72
5.3.5.	Cobertura Florestal .....	73
5.3.6.	Estradas .....	73
5.3.7.	Comunidade.....	74
5.4.	Identificação das ações de recuperação e/ou conservação .....	74
5.4.1.	Práticas mecânicas de conservação de solos .....	76
5.4.2.	Técnicas adequadas de construção e conservação de estradas rurais.....	76
5.4.3.	Reflorestamento .....	77
5.4.4.	Proteção de nascentes.....	78
5.4.5.	Melhoria de pastagens degradadas .....	78
5.4.6.	Saneamento.....	80
5.4.7.	Programa de treinamento.....	80
5.4.8.	Educação ambiental .....	81
5.5.	Inferências sobre os benefícios da recuperação e/ou conservação .....	81
	• Aumento de vazão .....	82
	• Melhoria na qualidade da água .....	84
5.5.1.	Benefícios para o produtor .....	84
5.5.2.	Benefícios para o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) .....	85
	• Diminuição de consumo de produtos químicos utilizados no tratamento da água .....	85
	• Diminuição do consumo de energia elétrica.....	87
<b>6.</b>	<b>RESUMO E CONCLUSÕES.....</b>	<b>89</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>92</b>
<b>8.</b>	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>97</b>
8.1.	Apêndice A .....	98

## RESUMO

ORLANDINI, Dario. Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002.  
**Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento da produção de água com qualidade.** Orientador: Laércio Couto. Conselheiros: João Luiz Lani e Antônio Teixeira de Matos.

O presente trabalho teve como objetivo principal, a avaliação do uso dos recursos naturais da microbacia do Córrego dos Araújos, com vista ao aumento da produção de água e melhoria de sua qualidade. Esta Microbacia localiza-se na porção média da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, no município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. Foi realizado um diagnóstico de sete elementos da Microbacia: água, solo, pastagens, culturas agrícolas, cobertura florestal, estradas e comunidade. Posteriormente, foram identificadas técnicas de recuperação e/ou conservação para cada um destes elementos. Foi simulada a alteração de vazão e da qualidade da água proporcionadas ao Ribeirão São Bartolomeu, caso as ações de recuperação e/ou conservação identificadas para os elementos da microbacia do Córrego dos Araújos, fossem aplicadas em todas outras sub-bacias do Ribeirão. De posse da nova vazão e da qualidade da água, possível de se obter para o Ribeirão São Bartolomeu, procedeu-se um estudo dos benefícios sócio-econômicos que poderiam ser gerados. Utilizou-se para isto, questionário aos produtores da Microbacia, ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto e consultas a técnicos e a trabalhos de hidrologistas. O resultado deste estudo mostrou que a Microbacia encontra-se

em estado de degradação do ponto de vista da quantidade da água. Quanto a qualidade, apesar da constatação de fontes contaminadoras, esta se constituiu, para o período de seca, como boa no final da Microbacia, dado o poder de purificação que as quedas d'água e a vegetação hidrófila possui. Para todos os elementos diagnosticados na Microbacia, pelo menos uma técnica de recuperação e/ou conservação foi proposta. Verificou-se que as técnicas de recuperação e/ou conservação identificadas para a microbacia do Córrego dos Araújos, se forem aplicadas nas demais sub-bacias do Ribeirão São Bartolomeu, podem proporcionar aumento de vazão e melhoria da qualidade da água, gerando assim, benefícios sócio-econômicos (diminuição de custos com energia elétrica e com o tratamento da água bruta, além da diminuição de riscos à saúde dos usuários de água). Conclui -se principalmente que: as áreas de preservação permanente que estão ocupando os solos férteis de uso da comunidade local, prejudicam a sustentabilidade desta comunidade; que muitas ações de degradação são devido à falta de instrução da comunidade; e que, qualquer ação de melhoria da qualidade da água nas bacias de cabeceira serão sentidas pelos seus usuários à jusante, devendo, portanto, os manejadores de bacias hidrográficas, agirem localmente e pensarem globalmente.

## ABSTRACT

ORLANDINI, Dario M.S. Universidade Federal de Viçosa, August 2002.  
**Evaluation of the use of natural resources of São Bartolomeu Stream sub basin to increase water supply and quality.** Adviser: Laércio Couto.  
Committee Members: João Luiz Lani and Antônio Teixeira de Matos.

The main objective of the present work was to evaluate the use of natural resources of the dos Araújos Creek micro basin viewing the increase in water supply and quality. This micro basin is located in the mean part of the São Bartolomeu Stream basin, in the municipality of Viçosa, Minas Gerais state, Brazil. A diagnosis of seven parameters of the micro basin was made: water, soil, pasture, crops, forest cover, roads and communities. Later, recuperation and, or conservation techniques were identified for each one of these parameters. A change in the flow and water quality for the São Bartolomeu Stream was simulated in the case that recuperation and, or conservation measures identified for the dos Araújos Creek micro basin were applied to all of the other sub basins of the Stream. With the new flow and water quality, which were obtained from the São Bartolomeu Stream a study was made of the social and economic benefits that could be generated. To reach this objective, a questionnaire was given to the producers of the basin, to the Water and Sewers Autonomous Service as well as questions for technicians and hydrologists. The result of this study was that the micro basin showed a decrease in water quantity. As to quality, in spite of the contaminant sources observed, it was considered as good, at the end of the micro basin, in the drought period,

because of the purifying action of waterfalls and hydrophyllous vegetation along the stream. For all the diagnosed parameters in the micro basin, at least one recuperation and, or conservation measures was proposed. It was observed that the recuperation and, or conservation measure identified for the dos Araújos creek micro basin, if applied to the other sub basins of the São Bartolomeu Stream, could provide an increase of flow and improvement of water quality, thus producing social and economic benefits (decrease in costs with electric power and water treatment, and also a decrease in health risks for the water users). The main conclusions were: that the permanent preservation areas located at fertile soils used by the local communities impair the sustainability of the community; that many degradation actions are done due to lack of information of the community; and that any measures taken to improve water quality at the head basin will be felt at end basin by the water users, and, therefore, the basin manager should act locally and think globally.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável, vital para a humanidade e, apesar de sua renovação estar, teoricamente, assegurada com o ciclo hidrológico, percebe-se que a sua disponibilidade está se tornando mais difícil a cada dia que passa devido, principalmente, à degradação dos ecossistemas florestais e a gestão inadequada dos recursos hídricos. Nos últimos anos, a qualidade da água tem piorado e tem-se observado a diminuição da quantidade das águas dos rios, córregos, lagos, etc., bem como do número de nascentes.

No Brasil, estudos recentes mostram que cerca de 120 milhões de pessoas ainda não têm acesso à água tratada na qualidade ideal para consumo e na quantidade suficiente para atender suas necessidades. Para um país em desenvolvimento, que possui a 9ª economia do mundo, essa estatística é bastante alarmante.

Grande parte do problema está relacionado ao mau uso do solo e à utilização de práticas inadequadas de cultivo agrícola. Sendo assim, se faz necessária a intervenção nas atividades antrópicas tradicionais de uso dos recursos naturais, visto que, a quantidade e qualidade de água produzida em uma bacia hidrográfica, quase sempre, são o reflexo direto das atividades humanas.

O uso inadequado do solo e a falta de saneamento levam à degradação várias bacias hidrográficas de muitos estados brasileiros. No caso da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, que não difere ambientalmente das situações em

que se encontram as demais bacias hidrográficas da Zona da Mata Mineira, que também possuem relevo acidentado, é nítido observar que grande parte das áreas de recarga do lençol freático estão ocupadas por pastagens altamente degradadas. As pastagens, nestas condições, são insuficientes para alimentar os rebanhos além de não propiciarem boas condições de infiltração de água no solo para abastecimento do lençol freático. Desta forma, o produtor fica sem a renda que uma pastagem adequadamente manejada poderia proporcionar e ainda perde com a produtividade das culturas exploradas, em áreas adjacentes, pela não disponibilidade de água no subsolo. Além do mais, apesar da importância ambiental e dos aspectos legais, as áreas protegidas, principalmente as matas ciliares, vêm sendo sistematicamente erradicadas em função de atividades antrópicas inadequadas e antiecológicas com conseqüente diminuição da biodiversidade.

Outra conseqüência do manejo inadequado da bacia do Ribeirão São Bartolomeu é o aumento do custo de tratamento da água, em virtude do aumento da quantidade de partículas e dejetos facilmente carregados para o leito dos cursos d'água.

Segundo vários autores, dentre eles CASTRO (1980), a bacia hidrográfica pode ser considerada como uma unidade de manejo e a quantidade e qualidade da água podem ser consideradas como os principais indicadores do estado de degradação ambiental em que se encontra esta unidade de manejo. Desse modo, é possível identificar quais as causas e os componentes envolvidos em seu processo de degradação e assim tomar as medidas mais adequadas para promover a sua recuperação.

A diminuição da produtividade das culturas, a redução ou extinção da ictiofauna e o aspecto visual das pastagens e do solo são indícios fortes para se inferir sobre o estado de degradação de uma bacia hidrográfica. Porém, as análises de água, de solo, informações de antigos moradores da bacia, a análise de aerofotos obtidas em datas passadas e o histórico da precipitação e da vazão são fatores que fortalecem a avaliação a respeito do estágio de degradação e fornecem base para a aplicação correta de técnicas de recuperação.

Tratar da recuperação ou conservação ambiental da bacia do Ribeirão São Bartolomeu e de todas outras bacias hidrográficas significa,

principalmente, tomar conhecimento das atividades praticadas no local, do estado ambiental atual em que se encontra a bacia e propor as melhores alternativas para se atingir o objetivo desejado. Quando o objetivo é aumentar a produção de água com qualidade em uma bacia hidrográfica, a melhor alternativa é aplicar técnicas que maximizem a infiltração de água no solo e realizar a identificação e controle das fontes poluidoras. Desta forma, maior quantidade de água infiltrando no solo e percolando em seu perfil, minimizam a formação de enxurradas e o risco de enchentes em épocas chuvosas e de falta de água em épocas secas. As vazões dos cursos d'água passam, então, a ser mais regulares e, com o controle das fontes poluidoras, passam a apresentar melhor qualidade.

Em síntese, uma avaliação do uso dos recursos naturais da bacia do Ribeirão São Bartolomeu auxiliará a aplicação de técnicas para sua recuperação ou conservação, proporcionando a regularização da vazão dos cursos d'água e a melhoria da qualidade de suas águas. A regularização da vazão resultará em uma maior facilidade de captação de água pôr parte da concessionária de água, evitando que esta tenha que buscá-la em outras regiões em períodos de menor precipitação, diminuindo, portanto, seus custos. A melhoria da qualidade da água diminuirá riscos àsaúde do usuário e reduzirá custos de seu tratamento.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar o uso dos recursos naturais da microbacia do Córrego dos Araújos, sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu, com vista ao aumento da produção de água e melhoria de sua qualidade.

### **2.1. Específicos**

1. Determinar a evolução do uso do solo na Microbacia a partir de 1963;
2. Identificar conflitos de uso do solo;
3. Diagnosticar alguns elementos ambientais componentes da Microbacia;
4. Apresentar técnicas de recuperação e/ou conservação;
5. Inferir e discutir os benefícios físicos e sócio-econômicos que poderão ser proporcionados pela aplicação de técnicas de recuperação e/ou conservação da Microbacia.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Áreas de Preservação Permanente (APP)**

O uso inadequado do solo é uma questão muito importante, pois, boa parte das propriedades rurais apresenta algum tipo de uso conflitivo (MOREIRA, 1999). A grande devastação de matas pela pecuária extensiva, pelo cultivo agrícola e para satisfazer a ganância de alguns exploradores, obrigou a criação de leis com intuito de conter este processo de uso inadequado do solo. Surgiram, com este objetivo, instrumentos legais para disciplinar seu uso.

O Código Florestal Brasileiro foi instituído pela Lei Federal nº 4.771, em 15 de setembro de 1965 tratando, em seus artigos 2º e 3º, das áreas de preservação permanente e, o Decreto Estadual nº 33.944 regulamenta a Lei Estadual nº 10.561 cujo seu artigo 7º estabelece os critérios para delimitação das áreas de preservação permanente. As áreas de preservação permanente foram criadas em lei com finalidade de evitar a degradação do ecossistema, conservar o meio ambiente e manter a qualidade de vida (MOREIRA, 1999).

De acordo com o Decreto nº 33.944, itens do artigo 7º, as classes de Preservação Permanente estão assim determinadas:

- nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados olhos d'água, qualquer que seja a situação topográfica, num raio de 50 metros;

- no topo de morros, montes e montanhas, em áreas delimitadas, a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação, em relação à base;
- ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto, cuja largura mínima, em cada margem, seja de 30 m para cursos d'água com menos de 10 m de largura;
- nas encostas ou parte destas, com declividade superior a 100% ou 45°, na sua linha de maior declive;
- nas linhas de cumeadas, 1/3 superior, em relação à sua base, nos montes, morros ou montanhas, fração essa que pode ser alterada para maior, mediante critérios técnicos do órgão competente, quando as condições ambientais assim o exigirem.

### **3.2. Bacia hidrográfica**

Para NUNES (2001), a bacia hidrográfica de um rio é formada pelo território do qual pode afluir água para esse rio. Já a microbacia hidrográfica é a área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída desaguando diretamente em outro rio (ROCHA, 1991) e constitui-se como unidade de manejo. Já as nascentes são manifestações superficiais do lençol freático que, por sua vez, são depósitos subterrâneos de água localizados sobre ou entre camadas impermeáveis.

Uma bacia hidrográfica possui um ciclo hidrológico próprio, regido por fatores climáticos, pedológicos, geológicos, topográficos e vegetativos específicos” (RESKI e GOMES, 1995). As bacias hidrográficas constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas e apresentam características próprias, que permitem testar efeitos do uso do solo nos ecossistemas (FERNANDES, 1996).

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

O solo dentro do contexto de planejamento do uso dos recursos naturais em termos de sustentabilidade, apresenta características relevantes não só pela importância dos fatores que determinam sua qualidade e, conseqüentemente, o seu uso potencial, como também, principalmente, porque este é limitado (QUINTEIRO, 1997). Do uso adequado do solo depende a qualidade de vida do ser humano, pois, manejá-lo erroneamente é prejudicar um equilíbrio do qual necessitamos para produzir alimentos. É prejudicar além da vida terrestre, também a vida aquática. E tratando-se portanto da utilização adequada do uso do solo vale ressaltar que a bacia hidrográfica constitui-se como unidade de manejo.

O primeiro estudo envolvendo bacias hidrográficas surgiu na Suíça, tendo como objetivo, verificar diferentes situações de cobertura vegetal sobre os cursos d'água. Posteriormente, no final do século XIX e no início do século XX, outros estudos foram realizados na Inglaterra, Japão e Estados Unidos. Neste último, em 1910, especificamente no Sul do Colorado iniciou-se o mais famoso dos experimentos, o Wagon Wheel Gap, conduzido pelo Serviço Meteorológico daquele país. Objetivava mostrar a influência do uso do solo sobre a produção de água nas enchentes e o processo erosivo. No Brasil, o estudo de bacias hidrográficas teve sua intensificação verificada em meados da década de 70, quando da criação da Escola Superior de Florestas, hoje Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. A partir de então passou-se a obter muito mais estudos e informações sobre o manejo de bacias hidrográficas no país.

A disponibilidade de informações atualizadas e precisas se constitui em um aspecto indispensável para o bom planejamento e para o manejo adequado dos recursos naturais (DISPERATI, 1991). Segundo CARVER (1988), essas informações podem ser obtidas por meio da utilização de fotografias aéreas, que são um recurso básico e permitem a interpretação do ambiente, possibilitando inúmeros refinamentos. A utilização de fotografias aéreas não-convencionais constitui-se como uma ferramenta inestimável porque possibilita o monitoramento de bacias hidrográficas, quanto aos mais diversos aspectos, como por exemplo: bacia de drenagem; planejamento rural e urbano; estudos e

monitoramento da erosão e da cobertura vegetal entre muitos outros (REZENDE, 1986).

ROCHA (1991) enfatiza a necessidade de subdividir as bacias hidrográficas em sub-bacias e microbacias, visto que, o estudo de uma microbacia, como unidade de manejo, é capaz de representar as condições da bacia como um todo e tem sido uma técnica de grande valia em trabalhos de campo para planejamento de recuperação ambiental. Segundo REZENDE (1986), estudos ambientais envolvendo sub-bacias de drenagem são fundamentais na tentativa de se propor soluções mais harmônicas e efetivas para os problemas da população, principalmente a rural.

O planejamento do uso da terra deve basear-se no conhecimento científico dos recursos existentes na bacia hidrográfica e suas inter-relações” (CASTRO, 1980). Na tentativa de soluções, as mais amplas possíveis, para os problemas ambientais, tão em evidência nos dias de hoje, tem-se procurado atender para o todo, buscando ao mesmo tempo ações específicas em níveis menores (SOUZA, 1999), o que significa sair de um planejamento macro e começar a planejar em escala micro, sentindo e medindo as mudanças mais sutis dos ambientes. Desse modo, programas de preservação de recursos hídricos, devem seguir a lógica de “pensar globalmente e agir localmente”, ou seja, envolver medidas que considerem a bacia hidrográfica como um todo (MOTA, 1998).

O manejo dos ecossistemas deve ser orientado no sentido de atender aos propósitos do desenvolvimento concomitantemente com a preservação e manutenção dos ciclos naturais, o que vem de encontro com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Como um elemento do meio natural, o ser humano deve adotar práticas que garantam o suprimento de água suficiente às suas necessidades, como também às necessidades do ecossistema, à manutenção da biodiversidade nas bacias hidrográficas e à oferta de condições para o equilíbrio visando a sustentabilidade do meio. Pensando-se na otimização do uso da água, deve haver controle do acesso à sua captação e seu uso deve ser regulamentado segundo vocação e interesses da população de cada Bacia Hidrográfica, assegurando os usos prioritários (SOUZA, 1999).

Quanto às ações realizadas, com preocupação com a qualidade e quantidade de água no Ribeirão São Bartolomeu, pode-se citar, principalmente,

estudos realizados pelos Departamentos de Engenharia Florestal, de Engenharia Agrícola e de Solos, da Universidade Federal de Viçosa, a partir da década de 80; a campanha intitulada “SOS SÃO BARTOLOMEU”, lançada em 1995 com os objetivos de chamar a atenção da população para os problemas ambientais da bacia e elaborar projetos técnicos para a recuperação da mesma; e trabalhos experimentais do Centro Mineiro para Conservação da Natureza (CMCN) com apoio do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE-Viçosa).

### **3.4. Uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) no planejamento do uso dos recursos naturais**

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas computacionais apropriadas à aquisição, armazenagem, recuperação, atualização, processamento, análise e representação de dados ambientais, constituindo-se em uma tecnologia para a investigação de fenômenos diversos, relacionados com engenharia urbana, meio ambiente, geologia, pedologia, vegetação, bacias hidrográficas, etc. (CALIJURI e RÖHM, 1995). Estes sistemas permitem a interpolação de mapas temáticos (uso do solo, hidrografia, declividade, pedologia, geologia, climatologia, aspectos sociais e econômicos, etc.), gerando informações que constituem a base para qualquer tipo de planejamento.

Os SIGs, como ferramenta digital, requerem o uso intensivo da informática, sendo necessário uma base de dados integrada, geo-referenciados e com controle de erro. O sistema deve conter funções de análise destes dados, variando de álgebra cumulativa até álgebra não-cumulativa (Silva, 1998).

O processamento automatizado permite a utilização de quaisquer classes de dados que possam ser apresentados sob a forma digital (Figura 1) (ALVES, 1993).



Figura 1: Tipos de informações que podem ser representadas em um SIG (CALIJURI e RÖHM, 1995).

Os SIGs combinam os avanços da cartografia automatizada, dos sistemas de manipulação de banco de dados e do Sensoriamento Remoto com o desenvolvimento metodológico da análise geográfica, para produzir um conjunto distinto de procedimentos analíticos que auxiliam no gerenciamento e na atualização constante das informações disponíveis (CALIJURI e RÖHM, 1995).

Os SIGs têm, predominantemente, orientação espacial na sua capacidade de busca e análise, podendo posicionar geograficamente características de feições nas suas posições relativas. Conceitualmente, um Sistema de Informações Geográficas é um mapeador automatizado ou um sistema de mapeamento temático (CALIJURI e RÖHM, 1995).

Um SIG deve integrar diversos outros sistemas (Figura 2), para ser capaz de realizar as operações de análise dos dados obtidos. Os sistemas que compõem um SIG são divididos em:

- Sistemas de entrada de dados: sistema de processamento digital de imagens, digitalização de mapas, sistema de posicionamento global (GPS), dados tabulares (planilhas eletrônicas) e dados estatísticos;
- Sistemas de armazenamento de dados: banco de dados espacial (mapas digitais) e banco de dados de atributos (alfanuméricos);

- Sistemas de análise de dados: sistema de análise geográfica (operações algébricas), sistema de análise estatística e sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD);
- Sistema de saída de dados: sistema de exibição cartográfica (saída de mapas para a tela, impressora, plotter e arquivos digitais).

Dessa forma, tem-se um sistema de gerenciamento de banco de dados acoplado à facilidade de mapeamento temático.

O cerne do sistema é o banco de dados que, em síntese, é uma coleção de mapas e de informações associadas na forma digital.

O banco de dados representa as características da superfície do terreno sendo composto por dois elementos: um banco de dados espaciais, que descreve as características geográficas da superfície do terreno (forma e posição), e um banco de dados de atributos, que descreve as qualidades dessas características.



Figura 2: Sistemas que compõe um SIG (CALIJURI e RÖHM, 1995).

Tratando-se da área de aplicação dos SIGs pode-se dizer que conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e usuários perfeitamente integrados, fazem parte de um Sistema de Informações Geográficas, permitem o desenvolvimento, modelagem e visualização de dados espacialmente



referenciados multivariados. Sendo assim, as áreas de aplicação dos SIGs são as mais variadas. As principais áreas são:

- Aplicações comerciais: mapeamentos demográficos identificando áreas de melhor oportunidade para exploração comercial;
- Gerenciamento político: determinação de zonas eleitorais para manipulação geodemográfica e decisões de política;
- Gerenciamento de infra-estrutura: desenvolvimento, manipulação e gerenciamento de água, esgoto, gás, energia e telecomunicações, TV a cabo e etc.;
- Exploração de óleo, gás e mineração;
- Segurança e saúde pública: mapeamento de áreas com maior incidência de crimes, roubos, epidemias, incêndios, etc.;
- Gerenciamento de recursos naturais renováveis: gerenciamento de qualidade da água, ar, uso do solo, cobertura vegetal, erosão, etc.;
- Transporte e apoio logístico: controle de cargas sobre rodovias, otimização de rotas para empresas de transporte;
- Planejamento regional e urbano: cadastro urbano, cobranças de impostos, planejamento urbano;
- Análise e monitoramento ambiental: mapeamento de fontes de poluentes, impactos ambientais, etc.;
- Mapeamento temático: sócio-econômico, demográfico, solos, etc.

### **3.5. Degradação ambiental**

O desmatamento, a pecuária intensiva, a utilização de agrotóxicos sem orientação técnica, a falta de saneamento, a exploração exaustiva do solo, as técnicas inadequadas de cultivo e de construção de estradas são algumas das principais atividades humanas que podem causar sérios impactos ao meio ambiente. Segundo Ângelo (1999), citado por VIDAL (2001), fica caracterizada a degradação de uma área quando esta sofre a retirada ou destruição da vegetação e da fauna, quando a camada fértil é removida ou enterrada; quando a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico sofre alterações e; quando

no ambiente ocorre a perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e, conseqüentemente observa-se a inviabilidade do desenvolvimento socioeconômico. As características químicas do solo são corrigidas mais facilmente, quando afetadas negativamente, que as características físicas e biológicas (VIDAL, 2001).

A destruição da vegetação estacional semidecidual para a implantação de pastagens provocou sérios problemas ambientais principalmente de degradação do solo e destruição dos recursos hídricos na região do município de Viçosa- Minas Gerais. As pastagens de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*) e de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), predominantes nas regiões de encostas desse município, se encontram em elevado grau de degradação e com baixa capacidade de suporte. Nestas condições, aparecem solos expostos com baixo potencial de infiltração e retenção de água, acarretando riscos de secamento das nascentes e diminuição da vazão dos cursos d'água na época mais seca do ano.

### **3.6. Fundamentos hidrológicos da recuperação ambiental de bacias hidrográficas**

A recuperação de uma microbacia consiste num conjunto de ações entre técnicos e comunidade que, com o emprego de tecnologias corretivas, proporcionam o uso racional de seus recursos naturais. Para aplicação destas tecnologias, deve estar clara a interação entre os diversos recursos desta unidade de manejo, pois referir-se à recuperação da qualidade ambiental da microbacia significa interferir em algumas destas interações.

Para que o lençol freático possa ser abastecido e possa disponibilizar, lenta e regularmente, água para as nascentes, há a necessidade de se minimizar o escoamento superficial e assim a formação de enxurradas e enchentes. O processo hidrológico pode ser descrito, conforme apresentado por VALENTE e GOMES (2001), pela equação 1.

$$F = P - ES - EVD \quad \text{(Equação 1)}$$

em que,

F = lâmina de água infiltrada;

P = lâmina de água precipitada;

ES = lâmina de escoamento superficial (enxurrada);

EVD = lâmina de evaporação direta de água de chuva retida em superfícies diversas no ambiente;

Como o ser humano ainda não dispõe de tecnologia para interferir em EVD e P, resta portanto, aplicar as técnicas visando diminuir Es. Práticas como a revegetação de encostas e terraceamento, por exemplo, têm apresentado ótimos resultados na redução do escoamento superficial (*run off*).

O abastecimento do lençol freático, de acordo com o processo hidrológico (Figura 3), pode ser determinado pela equação 2:

$$AL = F - T - ESs \quad \text{(Equação 2)}$$

em que,

AL = lâmina de água que chega ao lençol;

F = lâmina de água infiltrada;

T = lâmina de água transpirada pelas plantas;

ESs = lâmina de escoamento sub-superficial;

Sabendo-se que o lençol freático é a fonte de abastecimento das nascentes, então, para obtenção de aumento de suas vazões, esforços devem ser concentrados na superfície do solo, a fim de diminuir o escoamento sub-superficial, a transpiração das plantas e aumentar a infiltração de água no perfil. As tentativas para diminuir o escoamento sub-superficial não têm sido muito eficazes, porém, o uso de vegetação adequada poderá concorrer para diminuir a transpiração. O manejo adequado do solo pode oferecer resultados muito positivos no aumento da infiltração de água no solo.

A evapotranspiração da água na bacia, como o próprio nome já indica, é composta pelas componentes evaporação e transpiração, conforme apresentado na equação 3:

$$EP = EVD + T$$

(Equação 3)

em que,

EP = lâmina evapotranspirada.

T = lâmina de água transpirada pelas plantas;

EVD = lâmina de evaporação direta da água interceptada pela vegetação e superfície do solo

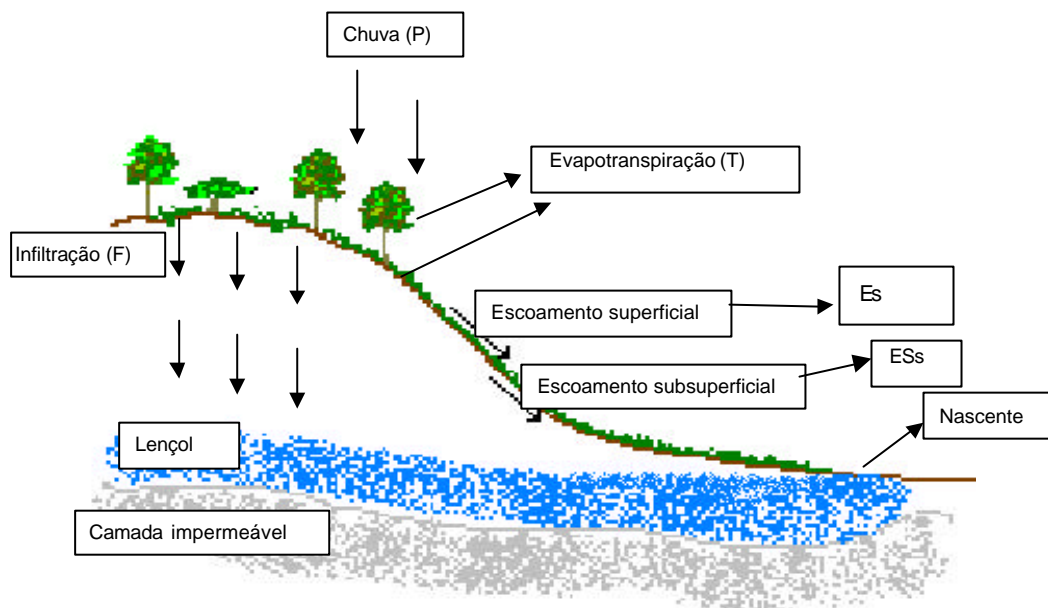


Figura 3: Processo hidrológico (VALENTE e GOMES, 2001).

Avaliando-se a equação 3, observa-se que, para se diminuir a evapotranspiração, deve-se proteger o solo contra a irradiação solar direta. Porém, a EVD é considerada pelos hidrologistas como constante por não se poder controlar a energia dos ambientes. Sendo assim, para diminuir EP, deve-se concentrar na diminuição de T. Deve-se, sempre que possível, evitar o plantio de árvores de grande porte que possuem raízes profundas próximo às nascentes, pois, estas árvores podem se tornar verdadeiras “bombas de sucção” de água.

Todo e qualquer trabalho que se faça na superfície para conter a água, evitando ou dificultando a formação de enxurradas, irá permitir maiores valores

de F e maior acúmulo de água no lençol freático (VALENTE et al., 2001). Utilizar a capacidade de armazenamento dos lençóis freáticos é mais adequado que construir barragens, pois este aquífero é um reservatório subterrâneo capaz de regularizar vazões de cursos d'água por meio de sua bacia de captação. (VALENTE e GOMES, 2001).

É importante lembrar que parte da água que percola no perfil do solo fica retida na chamada região de umidade do solo, logo abaixo da superfície e, parte dela, acaba voltando à atmosfera pelo processo de evapotranspiração. A planta, ao retirar água dessa camada, cria um gradiente de umidade natural na região próxima ao sistema radicular, que gera um movimento de água no solo, das regiões mais úmidas em direção às regiões mais secas (periferia do sistema radicular e superfície do solo). Por meio da ascensão capilar, parte da água chega à superfície e é evaporada e, parte é transpirada pela planta. Sendo assim, é fácil visualizar que a escolha de espécies deve ser criteriosa e bem planejada.

Somente um bom conhecimento hidrológico da bacia possibilitará uma correta orientação na realização de ações necessárias para o aumento de F e diminuição de EP, pois tais atividades devem ser usadas na medida certa e nos lugares onde irão dar resultados nas vazões das nascentes e, conseqüentemente, nas vazões dos vários cursos d'água da bacia hidrográfica (VALENTE e GOMES, 2001).

Outra importância fundamental do bom abastecimento do lençol, além do aumento na quantidade de água fornecida pela nascente, é a distribuição dessa quantidade ao longo do ano. Bacias com altos valores de escoamento superficial apresentam altos valores de vazões em seus cursos d'água durante a estação chuvosa e baixos valores nas estações secas. Isto porque, nas estações secas, as vazões são originadas apenas das nascentes (os chamados fluxos de base) provenientes dos lençóis subterrâneos. Nas épocas de chuva, as vazões são formadas pelo somatório dos fluxos de base mais os fluxos superficiais (enxurradas). Na Figura 4 estão mostradas as relações entre tempo e vazão de um pequeno curso d'água (hidrógrafa).

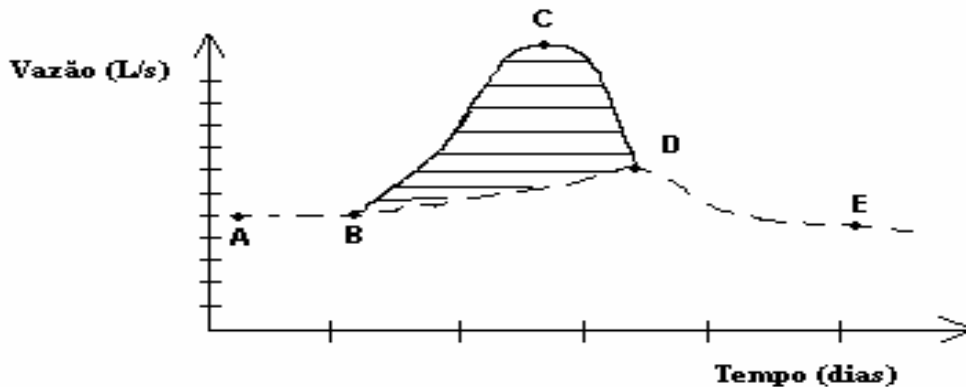


Figura 4: Hidrógrafa de um curso d'água.

A linha pontilhada entre A e B indica a evolução da vazão em dias sem chuva, ou seja, com água proveniente apenas dos lençóis (nascentes). O trecho B - C - D mostra um aumento abrupto da vazão, resultado de escoamento superficial logo após chuva forte. A parte hachurada mostra a quantidade de água que foi acrescentada à vazão do curso d'água. Durante esse tempo, as nascentes continuam contribuindo com os valores indicados pela linha tracejada B - D. A partir do ponto D, cessa o escoamento superficial e a vazão volta a ser alimentada apenas pelas nascentes (fluxos de base).

O chamado fluxo de base, é delimitado, pela linha tracejada A – B – D – E. Aumentando-se a infiltração de água no solo por meio da contenção do escoamento superficial das águas pluviais, proporciona-se o aumento das vazões provenientes do fluxo de base, diminuindo a contundência do pico observado no gráfico e elevando a posição da linha no trecho a partir de D.

### 3.7. Recuperação e/ou conservação de bacias hidrográficas

Quando o objetivo da recuperação e/ou conservação ambiental é o aumento da produtividade e qualidade da água produzida em uma bacia hidrográfica, torna-se necessário alguns conhecimentos dos vários elementos que constituem esta unidade de manejo e que interagem entre eles, pois interferir na qualidade e quantidade de água produzida em uma bacia

hidrográfica significa interferir em seus vários componentes mutáveis (infiltração, deflúvio, vegetação, etc) e potencializar o aproveitamento dos componentes não mutáveis (energia do ambiente, precipitação, textura do solo, etc). Segundo CASTRO (1980), a água é um recurso peculiar, pois além de sua amplitude de utilização possui a vantagem de ser indicadora da manipulação do solo pelo homem. Ainda, segundo o mesmo autor, os rios que drenam uma região apresentam suas águas com características físico-químicas próprias, as quais refletem as atividades do solo nas áreas a montante.

O disciplinamento do uso e da ocupação dos solos da bacia hidrográfica é o meio mais eficiente de controle dos recursos hídricos que a integram (QUINTEIRO, 1997). Para um melhor uso de recursos naturais, há a necessidade do desenvolvimento de técnicas conservacionistas mais adequadas ao planejamento do uso racional dos solos, de acordo com sua aptidão, considerando a bacia hidrográfica como unidade de estudo (FERNANDES, 1996). Segundo MOTA (1988) e LIMA (1986), a bacia hidrográfica tem que ser considerada como uma unidade quando se deseja a preservação dos recursos hídricos, já que as atividades desenvolvidas na sua área de abrangência têm influência sobre a qualidade da água. Pensando portanto em ações corretivas e/ou mantenedoras da conservação nesta unidade de manejo, torna-se necessário intervir especificamente em cada elemento deste ambiente.

A proteção do solo com uso de vegetação, como por exemplo, o reflorestamento, constitui-se como uma prática de execução lenta, quando comparada à construção de terraços. O uso de terraços de base estreita, os chamados cordões em contorno em áreas declivosas, têm uma ótima capacidade de retenção de escoamentos superficiais permitindo maior infiltração de águas pluviais (VALENTE e GOMES, 2001). O mesmo ocorre com os terraços de base larga, porém estes causam exposição exagerada do solo, prática esta que deve ser evitada em áreas de maiores declividades, daí o fato de ser melhor a utilização dos de base estreita.

Para efeito de conservação de solos, BERTONI e LOMBARDI (1990), aconselham a construção de terraços em encostas com no máximo 24% de declividade, que, neste caso devem ser construídos de 18 em 18 metros.

Entretanto, para fins de infiltração, ou seja, para fins hidrológicos, VALENTE e GOMES (2001) admitem construí-los em encostas com até 50-60% de declividade, com espaçamento variando em torno de 15 metros medidos ao longo do declive em dependência do tipo de solo.

A implantação de pastagens provocou a destruição da vegetação estacional semidecidual causando sérios problemas ambientais principalmente de degradação do solo e destruição dos recursos hídricos na região do município de Viçosa- Minas Gerais. Estas áreas encontram-se degradadas do ponto de vista da capacidade suporte de rebanhos.

O uso de cobertura vegetal, segundo COSTA et al. (2000), promove a proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, impedindo a destruição da sua estrutura, além de proporcionar diminuição da velocidade de escoamento superficial de águas pluviais exercendo, dessa forma, importante papel como reguladora do regime hídrico. A retirada da vegetação pode favorecer, pelas razões já citadas, a ocorrência de enchentes em períodos chuvosos e de significativa redução da vazão dos cursos d'água nos períodos de maior estiagem, além de aumentar a turbidez da água.

VALENTE et al. (1979) afirma que as florestas proporcionam significativo aumento da infiltração de água no solo, com taxas de velocidade básica de infiltração chegando a atingir mais de 100 mm/h, sendo comuns valores da ordem de 50 a 60 mm/h , mesmo em regiões com declividades próximas a 100%. Tais valores de infiltração básica podem ser atingidos mesmo em florestas com fins exploratórios, desde que o plano de manejo e exploração contemple a manutenção de um sub-bosque em condições satisfatórias para fins hidrológicos (VALENTE e GOMES, 2001).

É importante ressaltar aqui, o uso de Sistemas Agroflorestais (SAFs) que tem sido intensamente pesquisado por vários autores e oferecem excelentes resultados na melhoria das condições físicas e químicas do solo, além de proporcionarem aumento e/ou antecipação das receitas dos produtores. Estas vantagens, atrativas para qualquer produtor, que os SAFs podem proporcionar, justificam um estudo de seus usos na recuperação de pastagens e nos reflorestamentos como técnicas de recuperação ambiental de microbacias hidrográficas na região da Zona da Mata Mineira. Essa região possui uma grande quantidade de pequenos produtores que poderão continuar com suas



atividades agropecuárias e ainda, no futuro, explorar a madeira que hoje é um produto extremamente valioso.

No caso da conservação de nascentes há controvérsias na literatura sobre a utilização ou não de vegetação às suas margens a fim de possibilitar sua proteção. Sabe-se que o uso de vegetação arbórea nestas áreas proporciona altos valores de evapotranspiração. A falta da proteção vegetal facilita, entretanto, o transporte de solo e outros sedimentos para dentro do curso d'água acarretando, também, prejuízos sob o ponto de vista da qualidade da água. Técnicos de alguns órgãos ambientais têm aconselhado produtores a cercarem com arame farpado suas nascentes, respeitando a área exigida pela legislação, evitando a entrada de rebanho e permitindo apenas a regeneração natural. Assim, a qualidade da água proveniente desta manifestação superficial do lençol freático fica menos propícia à interferências.

Considerando o saneamento de uma bacia hidrográfica é importante que hajam ações no sentido de promover o tratamento dos esgotos domésticos para evitar o risco de disseminação de doenças de veiculação hídrica, minimizar os impactos sobre fauna e flora aquáticos e diminuir custos de tratamento de água para consumo humano e industrial. Experiências já realizadas pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto-SAAE de Viçosa e pela Empresa Mineira de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais-EMATER comprovaram a viabilidade da redução nos níveis de poluição de corpos d'água com a construção de fossas sépticas no meio rural.

Ao se tratar de ações de recuperação e/ou conservação de uma bacia hidrográfica torna-se necessário o envolvimento consciente de toda a comunidade para que haja sustentabilidade destas ações. É imprescindível, portanto, trabalhos de conscientização e treinamento das comunidades onde as ações serão aplicadas e, por consequência, poderão mudar suas rotinas.

### **3.8. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Viçosa (SAAE)**

O SAAE-Viçosa é uma autarquia administrada pela Prefeitura Municipal de Viçosa que possui duas estações de captação e tratamento de água: ETA I

(Sistema São Bartolomeu) e ETA II (Sistema Violeira) para abastecimento de água da população da cidade de Viçosa.

A ETA I capta água de um represamento do Ribeirão São Bartolomeu, localizado dentro da Universidade Federal de Viçosa, por meio de um sistema composto por três conjuntos moto-bombas de 75 cv sendo dois ligados em paralelo e um de reserva. A estação de tratamento encontra-se a 185 m do local de captação e a ,aproximadamente, 85 metros de altura e distante 1,5 km da cidade.

Já a ETA II capta água bruta do Rio Turvo utilizando um sistema composto por três conjuntos moto-bombas de 30 cv cada que recalca, por meio de dois conjuntos ligados em paralelo, aproximadamente  $90 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$  a uma distância de 325 metros para a estação de tratamento que fica numa cota de 35 m superior ao nível da água no reservatório de captação e está a 7 km distante da cidade.

A turbidez (sólidos finos em suspensão) e a cor (principalmente matéria orgânica e sólidos dissolvidos) da água bruta captada dos mananciais pelas ETAs são removidas com o uso do Processo Convencional, utilizando, para este fim, sulfato de alumínio e esporadicamente a cal hidratada. Este tratamento é baseado em resultados oriundos de análises laboratoriais realizadas de 2 em 2 horas nas amostras de água. Pode-se observar (Figura 5) que, nos meses de maior precipitação, há elevação da turbidez da água e da cor, elevando também, o consumo de sulfato de alumínio e de cal hidratada.

Para o tratamento da água contra agentes bacteriológicos tem sido utilizado o cloro (Figura 5). Faz-se necessário ressaltar que devido à volatilidade do cloro e à rugosidade do encanamento de condução da água tratada, que permite a retenção de bactérias nestas reentrâncias, o cloro é perdido ou consumido ao longo do trecho de condução da água. Com base nisso, calculou-se a concentração de cloro necessária à água tratada para que nos pontos mais distantes da rede de distribuição a água detenha uma concentração mínima de  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de cloro. Para que este objetivo seja alcançado, a concentração de cloro na água tratada na saída da ETA deve ser, para a rede de Viçosa, de  $0,9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Se a concentração de cloro na água estiver inferior a  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  medida na ponta de rede, torna-se necessário fazer uma verificação, ou seja, verificar se há algum ponto de contaminação na rede

ou se a quantidade de cloro adicionada na água está sendo suficiente. Para redes de maiores dimensões, talvez seriam necessárias maiores concentrações.

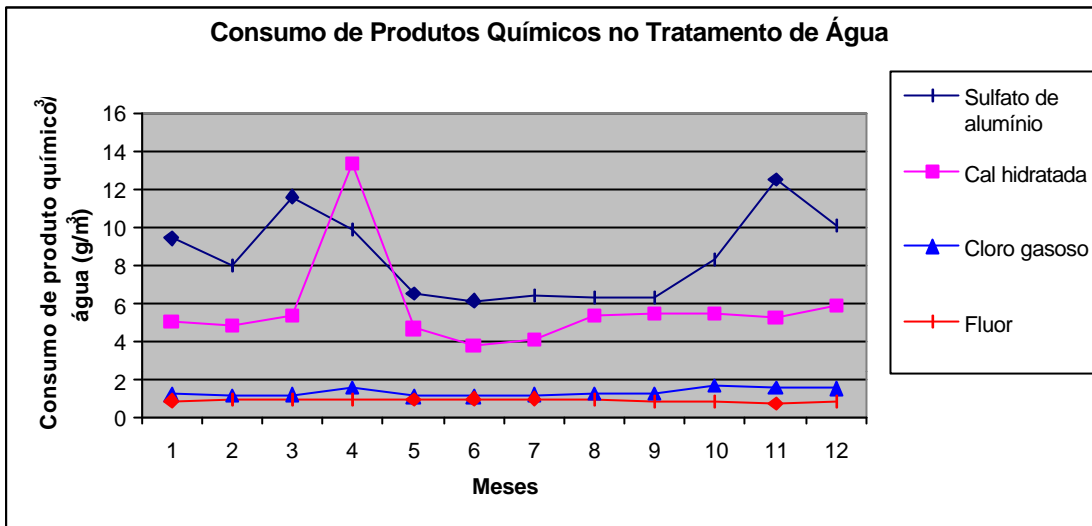


Figura 5: Quantidades de produtos químicos consumidos no ano de 1999 nas Estações de Tratamento de Água do SAAE-Viçosa.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Escolha da área de estudo**

A microbacia do Córrego dos Araújo (Figura 6) foi escolhida por apresentar características representativas da bacia do Ribeirão São Bartolomeu e da Zona da Mata Mineira no que diz respeito à ocupação e uso do solo, por possuir diversidade de material de origem do solo e por apresentar área relativamente pequena, o que facilitou os trabalhos de coleta de dados em campo. Além disso, sua localização é próxima a cidade de Viçosa, o acesso é fácil e houve grande aceitação, por parte dos proprietários, para a realização dos estudos.



Figura 6: Vista aérea da microbacia do Córrego dos Araújo.

## 4.2. Caracterização geral

### 4.2.1. Localização

A microbacia do Córrego dos Araújo localiza-se na porção média da bacia do Ribeirão São Bartolomeu e encontra-se a 5 km da cidade de Viçosa. Pertence ao município de Viçosa que está inserido na Região da Zona da Mata Mineira entre as Latitudes 7706000 N e 7696000 S e entre as Longitudes 717000 W e 724000 E (Figura 7).

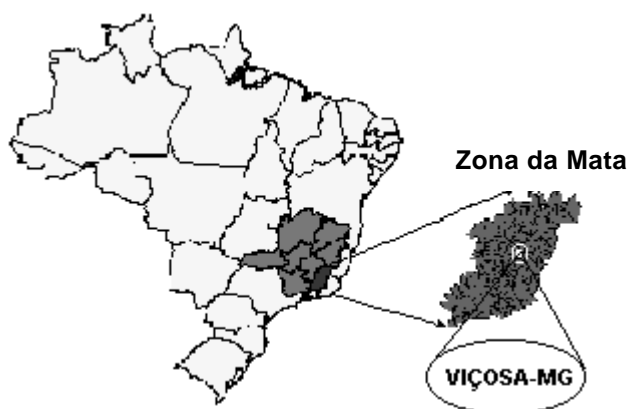


Figura 7: Mapa de Localização do município de Viçosa.

A bacia do Ribeirão São Bartolomeu (Figura 8) está orientada no sentido Sul-Norte e compreende uma faixa que limita com os municípios de Paula Cândido e Coimbra. Em sua extremidade Norte está inserida a área urbana do município de Viçosa, onde se encontra a foz do Ribeirão São Bartolomeu com o Rio Turvo, no Bairro denominado Barrinha.



Figura 8: Bacia do Ribeirão São Bartolomeu.

#### 4.2.2. Clima

O clima da região (Köppen) é o CWb – clima mesotérmico, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos frios e secos, com precipitação média anual de 1.200 mm. As temperaturas médias mensais são sempre superiores a 17°C e inferiores a 24°C e a temperatura média anual é de 20,9°C.

#### 4.2.3. Relevo

Com relação à fisiografia predominam colinas alinhadas, em forma de espigões, bastante seccionadas pela rede de drenagem e os topos são aplainados ou abaulados e funcionam como divisores de drenagem (ARRUDA, 1997). O relevo predominante é forte ondulado e montanhoso com encostas de perfil convexo-côncavo embutidas em vales de fundo chato. Estes são formados por terraços e leitos maiores com cursos d'água pouco expressivos e embasados em rochas gnáissicas do Pré-cambriano (CORRÊA, 1983).

#### **4.2.4. Solos**

As classes de solos encontradas na bacia do Ribeirão São Bartolomeu são: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, presente no terço superior das áreas com perfis convexos e nos topos das elevações; Cambissolos Latossólicos, encontrados nos terraços e nos terços superiores das vertentes, quando da existência de horizonte B de pequena espessura; Podzólico Vermelho-Amarelo presente nas áreas de perfis côncavos e nos terraços; e Gleissolos e Neossolos Flúvicos, encontrados no leito maior dos cursos d'água.

A existência de um regolito profundo e de um solo bem permeável indicam a possibilidade de que, com um bom manejo, sejam alcançadas elevadas taxas de infiltração e alta recarga de aquíferos nos solos do terço médio superior e de topo de morros.

#### **4.2.5. Cobertura Vegetal**

A bacia do Ribeirão São Bartolomeu apresenta formações estacionais tropicais, em parte caducifólias, com clima tropical úmido e estações chuvosas e secas bem definidas. A região é do tipo Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO, 1996). A mata se encontra em estado secundário de regeneração. Uma grande variedade de espécies apresenta queda de folhas a partir do mês de maio até praticamente final de outubro. Devido ao intenso processo de substituição da vegetação natural para dar lugar a pastagens e lavouras, bem como pela exploração seletiva das madeiras mais nobres, a vegetação florestal nativa encontra-se em estágio muito avançado de fragmentação, muito empobrecida em sua composição florística e praticamente restrita aos topos de morros e áreas de maior declive, exatamente em terrenos onde a atividade agropecuária praticada na região não se adequa bem (ARRUDA, 1997).

#### **4.2.6. Fauna**

Devido ao estágio de fragmentação da vegetação nativa em que se encontra a microbacia do Ribeirão São Bartolomeu a fauna está representada por espécies plásticas, ou seja, aquelas que sobrevivem em ambientes alterados, ainda que às custas de rebaixamento do nível populacional,



conforme postulado no trabalho de PAGLIA et al. (1995), citado por ARRUDA (1997).

#### **4.2.7. Ocupação e uso do solo**

Segundo ALVES (1993), atualmente a estrutura agrária da região é formada por minifúndios voltados, basicamente, para a pequena produção agropecuária em que predominam áreas de pastagens e os cultivos de milho, feijão, arroz, mandioca, frutas cítricas e hortaliças.

Quanto ao uso da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, dados de CAVALCANTI (1993) mostram que 63% da área é ocupada com pastagens, 21% com florestas (naturais e plantadas) e 16% com culturas agrícolas e outras atividades.

### **4.3. Materiais utilizados**

#### **4.3.1. Fotografias aéreas e carta topográfica**

Foram utilizadas fotografias aéreas obtidas nos anos de 1963, 1978 e 2000 de escala aproximada de 1: 25.000, 1: 8.000 e 1: 5.000 respectivamente. As fotografias aéreas dos anos de 1963 e 1978 foram obtidas no Laboratório de Fotointerpretação do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. As fotografias aéreas do ano 2000 foram obtidas do Núcleo de Estudos sobre o Planejamento e Uso da Terra (NEPUT). Além das fotografias foi utilizada uma ortofoto na escala de 1:10.000 também do Laboratório de Fotointerpretação do Departamento de Engenharia Florestal da UFV.

Utilizou-se também, carta planialtimétrica do IBGE, da região de Viçosa com curvas de nível representadas de 20 em 20 metros.

As fotografias aéreas foram utilizadas para a verificação da ocupação dos solos durante os anos em análise. Porém, estas apresentam distorções e portanto deformações no relevo e na área da Microbacia. Para que fosse possível a determinação das áreas dos diversos usos da bacia poder-se-ia se

dispor de dois recursos: 1- Proceder-se a restituição de cada aerofoto ou 2 – Transferir os detalhes de cada foto aérea para uma ortofoto.

Optou-se pela segunda opção por ser a área relativamente pequena e de fácil identificação dos usos. Portanto, para a ortofoto, que apresenta-se restituída como mapa, foram transferidos os detalhes das fotos aéreas permitindo avaliar os diversos usos do solo.

#### **4.3.2. Equipamentos e aplicativos**

- GPS Garmin 12 XL;
- Altímetro de aneróide modelo MT-1, com graduação de 1 metro;
- Estereoscópio, lupa e Radial Planimetric Ploter;
- Microcomputador Pentium 450 MHZ, 128 Mb de memória;
- Trado holandês;
- Aplicativos: Arc View, Auto cad, Photo Editor e Paint Brush.

#### **4.4. Diagnóstico ambiental da Microbacia**

Para a realização do diagnóstico da Microbacia foram considerados 7 elementos principais que se constituem como potenciais indicadores de degradação ambiental: o solo, a água, as culturas agrícolas, a cobertura florestal, as pastagens, as estradas e a comunidade.

Para conhecimento do estado atual de cada elemento foram realizadas visitas técnicas na área para observações e coletas de materiais e informações relevantes para o trabalho.

Foi também realizado um estudo bibliográfico e procedeu-se à análise de aerofotos de datas anteriores, consultas aos acervos do SAAE, realização de questionários com os produtores da Microbacia, análises química, física e microbiológica da água e química e física do solo, além de análise da evolução do uso do solo.

No Quadro 1 estão apresentados, esquematicamente, os métodos adotados para a obtenção do diagnóstico dos elementos que foram considerados no estudo.

Quadro 1: Métodos adotados na obtenção do diagnóstico dos elementos da microbacia do Córrego dos Araújos.

Elementos	Informações necessárias para verificação do estado atual / método de obtenção das informações					
Água	Aspecto físico /Laboratório	Aspecto químico /Laboratório	Aspecto biológico / Laboratório	Vazão / Medição e Referências	Contaminação /Observação	Precipitação / Referências
Solo	Textura / laboratório e Observação	Fertilidade / laboratório	Pedoforma / Observação	Declividade / Clinômetro e SIG	Profundidade/ Observação	Histórico do uso/ SIG
Pastagem	Area/Aerofotos e SIG	Degradação/ Observação e análises do solo	Suporte de rebanho/ Questionário	Localização legal/ SIG e observação	-	
Culturas Agrícolas	Area/ Aerofotos e SIG	Produtividade / Questionário	Cultura plantada/ Questionário e Observação	Localização legal/ SIG	-	
Cobertura Florestal	Area/ Aerofotos e SIG	Localização legal/ SIG	Conservação/ Observação	-		
Estrada	Conservação/ Observação	Traçado/ Observação	-			
Comunidade	Consciência ambiental/ Questionário	Práticas degradadoras/ Observações e Questionário	-			

Para obtenção das informações descritas no Quadro 1, o seguinte procedimento foi adotado:

#### 4.4.1. Trabalhos de campo

##### 4.4.1.1. Reconhecimento da área

Para reconhecimento da área foram realizadas 32 visitas ao local, durante os períodos da manhã e da tarde, antes e após as chuvas, verificando as atividades na bacia e o comportamento hidrológico da área bem como o comportamento do solo frente às chuvas.

Foram observadas as potenciais fontes contaminadoras dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos, as práticas agropecuárias e florestais, o relevo, os estados de conservação da cobertura vegetal e das estradas. Foram

realizadas observações e anotações dos aspectos das erosões, da exposição de solos, das estradas, dos aspectos da pedoforma, da declividade, da profundidade e da natureza do material de origem do solo.

#### **4.4.1.2. Determinação das coordenadas geográficas e altitudes dos pontos de apoio**

A partir da ortofoto de 1996 foi realizada uma seleção dos pontos de apoio que seriam utilizados para o georeferenciamento da mesma. Foi tomado o cuidado em escolher pontos de maior facilidade para serem identificados tanto na ortofoto como no campo. Estes pontos foram escolhidos de forma a representar, significativamente, toda a bacia estudada. Foram escolhidos 60 pontos nos divisores da bacia, fundos de vales, estradas, cursos d'água, nascentes, residência-chave, represas.

As leituras dos pontos foram realizadas utilizando-se um GPS modelo Garmin 12 XL. O tempo de espera para leitura de cada ponto foi de 10 minutos para que houvesse a estabilização do aparelho.

As altitudes dos pontos de apoio foram determinadas utilizando-se um altímetro de aneróide modelo MT-1 com graduação de 1 metro. A escolha do altímetro para a leitura das altitudes foi feita em vista da maior precisão se comparada com as leituras obtidas pelo GPS. Para efetuar a determinação em cada ponto, esperou-se um tempo de 10 minutos para que o aparelho entrasse em equilíbrio com a atmosfera local pois, o altímetro baseia-se na obtenção da diferença de nível em função da pressão atmosférica.

#### **4.4.1.3. Coleta das amostras de solo**

A paisagem foi estratificada visualmente com o auxílio e a orientação de um técnico especialista em classificação de solos, em duas áreas, de acordo com o material de origem (gnaisse – margem direita do curso d'água principal e diabásio – margem esquerda do curso d'água principal) (Figura 9) e cada uma destas em quatro estratos distintos: topo de morro, encosta, terraço e leito maior a fim de verificar a influência da rocha de origem e o relevo nas características físicas e químicas do solo. Em cada um destes estratos foram

realizadas três amostragens nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Foram determinadas as coordenadas geográficas de cada ponto de coleta das amostras visando localizá-las precisamente na aerofoto, permitindo assim, subsidiar a discussão das características do solo e aptidão de uso deste.

Sendo assim, doze locais (Figura 10), provenientes de quatro estratos distribuídos na área, foram amostrados nas três profundidades, perfazendo um total de trinta e seis amostras que foram secadas à sombra e submetidas às análises.

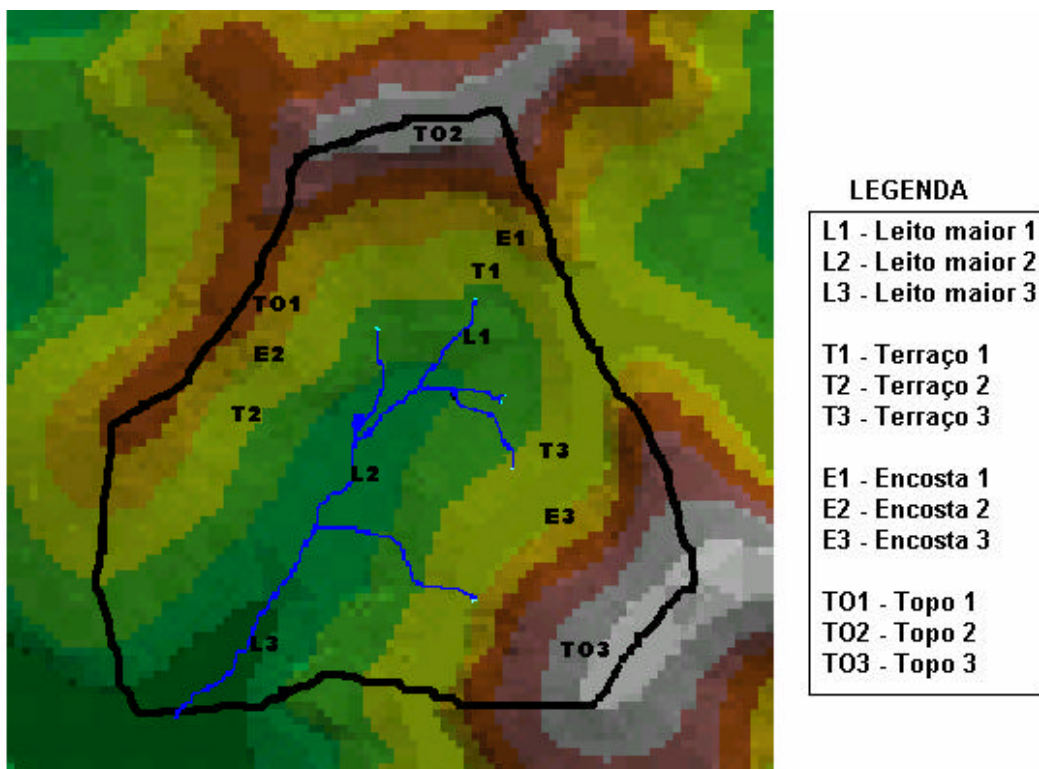


Figura 9: Localização dos pontos de coleta das amostras de solo na microbacia do Córrego dos Araújo. Os pontos T1, T2, E1, E2, T01 e T02 estão sob domínio do gnaíse. Os pontos T3, E3 e T03 estão sob domínio do diabásio.

#### 4.4.1.4. Coleta das amostras de água

Quatro amostras de água foram coletadas, sendo os pontos de coleta (Figura 10) pré-estabelecidos de forma a proporcionar um melhor indicativo dos focos de contaminação.

- A primeira amostra (1) se deu a montante, acima de qualquer previsível intervenção direta de contaminantes;

- A segunda amostra (2) foi coletada 30 metros abaixo da primeira, em uma lagoa onde a água da nascente é represada. Preocupou-se em detectar neste ponto o potencial poluidor da vegetação hidrófila que se decompõe dentro dos cursos d'água;
- A terceira amostra (3) foi coletada em um ponto a jusante de três residências as quais lançam, no curso d'água, a água da pia da cozinha e do banheiro e a água do tanque de lavar roupas. Um pouco acima deste local existe uma área de cultivo agrícola onde é praticada adubação das culturas com esterco proveniente de curral. Existe também uma pocilga e fossas sépticas cujos efluentes não são lançados diretamente nos cursos d'água.
- A quarta amostra (4) foi coletada em um ponto do curso d'água a jusante, contemplando a área sob interferência de seis residências, dois currais, um chiqueiro e áreas agrícolas, ou seja, representando toda a interferência praticada na Microbacia.

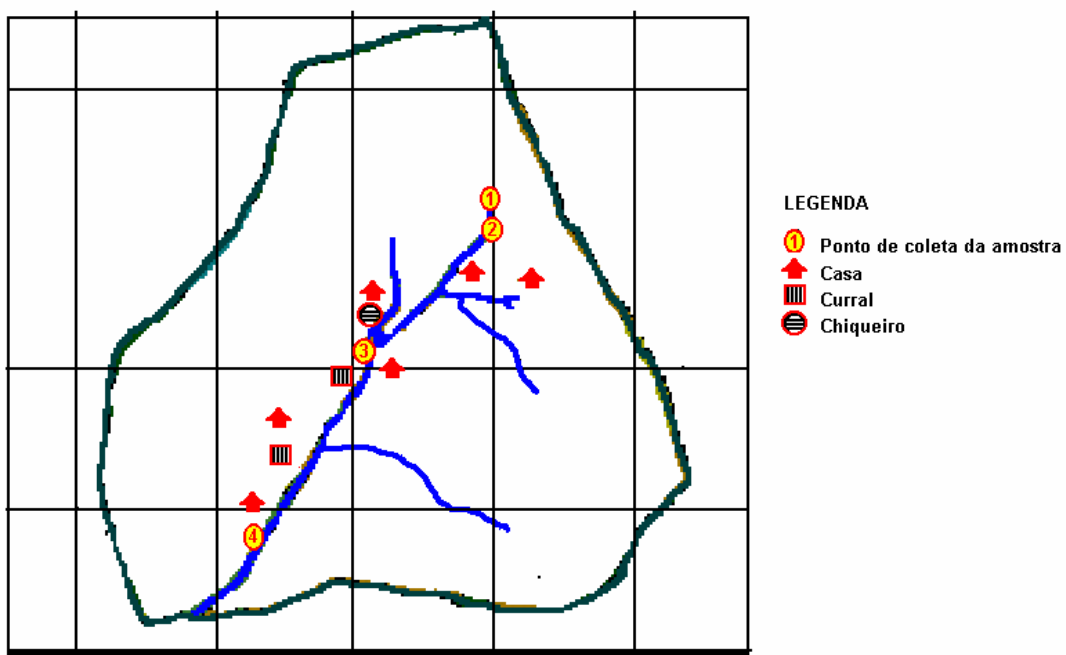


Figura 10: Croqui geral da microbacia do Córrego dos Araújo localizando os pontos de coleta das amostras de água.

Para coleta de amostras de água para análise da DBO, DQO, sólidos em suspensão, dureza, acidez, alcalinidade e pH, foram utilizados recipientes

plásticos de 2 litros devidamente limpos e previamente lavados com a água do manancial (“ambientação do frasco”) no ponto em que se realizou a coleta. As amostras para análise bacteriológica foram coletadas em recipientes de 125 mL de vidro, previamente esterilizados. Nesta coleta o frasco foi aberto e já imediatamente coletada a água sem haver a lavagem. As amostras foram levadas imediatamente para o Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa para a realização das análises.

#### **4.4.1.5. Coleta de informações gerais**

- Com a comunidade da Microbacia

Partiu-se do pressuposto de que o produtor, que seria entrevistado, por viver o dia-a-dia intimamente ligado à terra, conhece -a profundamente e pode sentir suas mudanças até mesmo no que diz respeito às suas características de fertilidade e disponibilidade de água para as plantas. Portanto, informações advindas destes personagens foram de extrema importância para se conhecer a evolução do processo de degradação da Microbacia.

Para não causar inibição ao entrevistado, adotou-se a realização de conversa informal sem que houvessem anotações no momento da entrevista. Pressupõe-se que o entrevistado pode ficar inibido e omitir dados importantes, se na hora da entrevista o entrevistador realizar anotações.

Foram preenchidos questionários com moradores de quatro residências da Microbacia, contendo 24 questões cada (Apêndice A) para auxílio na determinação da evolução do uso do solo e da degradação dos recursos naturais da Microbacia. Foi também avaliado o grau de conhecimento dos entrevistados quanto à necessidade e seus interesses em recuperar e/ou conservar os recursos naturais da Microbacia para que estas informações subsidiassem a elaboração de um plano de treinamento e educação ambiental, como prática de recuperação e conservação ambiental.

Como a Microbacia possui área muito pequena existem apenas 5 residências com moradores. Destas, uma é ocupada por estudantes

universitários que a alugam.

- Com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Para obter informações do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Viçosa foi realizado um questionamento a fim de criar subsídios para inferir sobre os benefícios proporcionados a esta autarquia com a aplicação das técnicas de recuperação e/ou conservação da Microbacia. O sistema de questionamento foi realizado por meio de perguntas diretas direcionadas ao entrevistado e foi enviado via internet. Foi consultado o Engenheiro Civil, técnico da Concessionária. Posteriormente, realizou-se duas visitas ao local para melhorar a compreensão do questionário e também adquirir dados complementares.

#### **4.4.1.6. Análise visual da situação ambiental da microbacia**

Nas visitas técnicas realizadas na área procurou-se avaliar também, visualmente, o estado ambiental em que se encontrava cada um dos elementos da Microbacia. As observações foram anotadas em croquis juntamente com as aerofotos, localizando cada elemento, para que permitissem, posteriormente, a realização de comparações com resultados provenientes das análises laboratoriais e de escritório.

Nestas visitas foram também identificadas as várias classes de áreas de preservação permanente existentes na Microbacia.

#### **4.4.2. Trabalhos de laboratório**

##### **4.4.2.1. Análise física e química do solo**

Para realização da análise granulométrica as amostras foram submetidas à dispersão usando -se hidróxido de sódio como agente dispersante e agitador de alta rotação (12.000 rpm). O cálcio, o magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídos em solução molar de cloreto de potássio. O fósforo



disponível e o potássio trocável foram extraídos com extrator Mehlich-1 e o hidrogênio mais o alumínio com acetato de cálcio. O pH em água foi determinado potenciométricamente na suspensão.

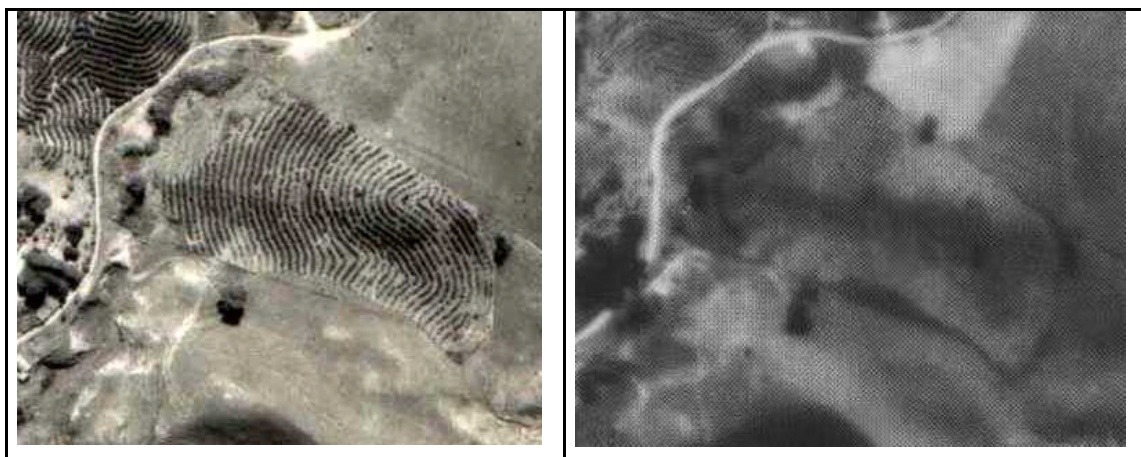
#### **4.4.2.2. Análise física e química da água**

As águas do curso d'água que cortam a Microbacia foram analisadas tendo como base os seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), sólidos totais, turbidez, alcalinidade, condutividade elétrica, acidez e pH.

#### **4.4.2.3. Transferência de detalhes das aerofotos convencionais para a ortofoto**

De posse das aerofotos dos anos de 1963, 1978, 2000 e de três cópias da ortofoto de 1996, na escala de 1:10.000, foi possível realizar a transferência dos detalhes das fotos aéreas para a ortofoto, conforme procedimento descrito:

- 1) Escaneou-se uma cópia de cada foto em cada ano e três cópias da ortofoto de 1996;
- 2) Foi realizada a transposição visual de detalhes (Figura 11) de cada foto para uma cópia da ortofoto. Com o auxílio do computador foi possível observar os detalhes menores que, por ventura, vieram a colocar em dúvida a transposição completa dos detalhes;
- 3) Com o auxílio de um estereoscópio, de uma lupa e de um Radial Planimetric Plotter foi possível transferir os detalhes que faltavam da aerofoto convencional escaneada para a ortofoto correspondente, como também conferir os detalhes realizados na etapa 2.
- 4) O trabalho foi complementado com as informações obtidas quando da realização de questionários com os produtores.



Aerofoto 1978

Ortofoto 1996

Figura 11: Exemplo de detalhes visuais da existência de cerca na ortofoto de 1996, permitindo, com análise da aeofoto de 1978, identificar que houve, nesta área, cultura cafeeira.

#### **4.4.3. Trabalhos de escritório**

##### **4.4.3.1. Georeferenciamento das aerofotos**

Utilizando-se um computador Pentium 450, 128 Mb de memória Ram, o Software Arc View e de posse das coordenadas dos pontos de apoio, realizou-se o georeferenciamento das três cópias das ortofotos de 1996 contendo os detalhes das aerofotos de 1978, 1996 e 2000. De posse do arquivo de curvas de nível do IBGE, digitalizadas, do município de Viçosa, recortou-se a área da bacia e procedeu-se a correção das altitudes destas utilizando-se as altitudes e as coordenadas dos pontos de apoio coletados com o altímetro. Fez-se necessário esta correção pelo fato das curvas estarem na distância de 20 metros, não representando, portanto os detalhes mais minuciosos do terreno.

##### **4.4.3.2. Digitalização dos mapas**

Após realizada a transposição de detalhes das aerofotos convencionais para as cópias das ortofotos correspondentes, estas passaram então, a possuir os detalhes das aerofotos de cada ano. Após a sua transformação para o formato digital utilizou-se o Software Arc View e realizou-se a digitalização em tela e medição das áreas de cada uso.

#### **4.4.3.3. Determinação da evolução do uso do solo**

Pelo fato das áreas ocupadas por mandioca, frutíferas e outras culturas próximas às residências serem de difícil medição e identificação por fotografias aéreas, devido à pequena área que estas ocupam, considerou-se todas como sendo a área de quintal. Horticultura foi considerada quando o uso se deu para cultivo de hortaliças em maiores proporções. As dúvidas, quanto aos usos observados nas fotografias, foram sanadas por meio de confirmações com moradores antigos da área. Estes moradores forneceram a localização correta e o tipo de cultura que era cultivada nos anos de análise das fotografias aéreas.

Foi considerado pasto sujo a área de pastagem que estava sendo regenerada naturalmente evoluindo para capoeirinha.

#### **4.4.3.4. Identificação de conflito de uso do solo**

Com o auxílio do Software Arc View, tendo como entrada de dados as coordenadas dos pontos de apoio, as altitudes destes pontos e as curvas de nível do terreno obtidas da carta topográfica do IBGE, construiu-se o modelo digital de elevação do terreno, possibilitando a determinação da declividade, topos de morro e margens de cursos d'água, identificando assim, as áreas de preservação permanente. Os conflitos de uso do solo foram identificados sobrepondo-se as áreas de preservação permanente aos usos do solo verificados nas fotografias e confirmados com as conversas com antigos moradores.

#### **4.4.3.5. Identificação de práticas de recuperação e/ou conservação**

Após o diagnóstico da Microbacia foi gerada uma matriz de indicação do estado atual de cada elemento em análise. De posse desses dados foram definidas as técnicas a serem indicadas a fim de recuperar e/ou conservar estes elementos. A definição das técnicas a serem aplicadas para recuperação e/ou conservação dos elementos foram determinadas com base na consulta à bibliografia pertinente e informações de técnicos especializados. Vale ressaltar que tratar de manejo de bacias hidrográficas significa interferir em várias interações entre os vários elementos da bacia e, para isto, há a necessidade do conhecimento de vários especialistas, ou seja, este trabalho possuiu um

caráter multidisciplinar. Foram consultados profissionais do Departamento de Economia Doméstica, Departamento de Solos, Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Biologia, técnicos do Instituto Estadual de Florestas-IEF, do Centro Mineiro para Conservação da Natureza-CMCN, da Prefeitura Municipal de Viçosa e do Serviço Autônomo de Água e Esgoto-SAAE de Viçosa.

#### **4.4.3.6. Inferências sobre os benefícios físicos e sócio-econômicos**

Para inferir sobre os benefícios físicos e sócio-econômicos que os resultados da aplicação das técnicas de recuperação e/ou conservação dos elementos da Microbacia poderão proporcionar, simulou-se, primeiramente, o aumento da vazão do curso d'água e a melhoria da qualidade da água que resultará após a aplicação destas técnicas, pois foi baseado nestes resultados que se pôde determinar os benefícios sócio-econômicos.

A detecção de possíveis alterações na vazão e na qualidade da água, proporcionadas pela aplicação de técnicas de recuperação de microbacias, demanda um tempo considerável de monitoramento. Como o tempo para a apresentação deste trabalho não foi suficiente para a observação destas alterações no curso d'água desta Microbacia, procedeu-se, portanto, a uma simulação de seu comportamento.

A inferência sobre a alteração da vazão e da qualidade da água foi feita para o Ribeirão São Bartolomeu já que a Microbacia em estudo é representativa da bacia deste Ribeirão. Além disso, os benefícios sócio-econômicos só seriam possíveis de serem estudados com os resultados do Ribeirão São Bartolomeu já que é dele que parte da água utilizada para o abastecimento da cidade de Viçosa é captada.

- Alteração na vazão

Para inferir sobre a alteração de vazão do Ribeirão São Bartolomeu, baseou-se em dados levantados por alguns autores e que estão citados na literatura, principalmente nos trabalhos de VALENTE e GOMES, que têm atuado intensamente nesta bacia hidrográfica.

Algumas considerações pesquisadas foram imprescindíveis para a determinação desta alteração:

- As vazões do Ribeirão São Bartolomeu apresentam-se, atualmente, baixas e irregulares durante o ano em consequência da degradação da bacia (VALENTE e GOMES, 2001);
- Na bacia do Ribeirão São Bartolomeu, predominam as nascentes tipo encosta ou olho d'água (ROMANOVSKI, 1997). Tais nascentes são normalmente muito sensíveis às variações de precipitações e das taxas de infiltração, ou seja, a sua produção de água depende não somente da quantidade de água que chega à Microbacia durante o ano mas, principalmente, da sua distribuição e da maneira como a superfície processa essa água, levando-a ou não até o lençol (VALENTE e GOMES, 2001).

Tomando-se resultados do comportamento hidrológico das sub-bacias alimentadoras de nascentes do Ribeirão São Bartolomeu descritos por VALENTE e GOMES (2001) e dados de uma bacia com comportamento hidrológico ideal, descrito por HEWLETT (1982), foi possível verificar o potencial de aumento de vazão que o Ribeirão São Bartolomeu possui.

A fim de subsidiar ainda mais a inferência sobre o aumento de vazão procurou-se estabelecer uma relação entre a precipitação e a vazão, histórica e atual, para verificar o efeito desta na diminuição da vazão do Ribeirão São Bartolomeu.

- Melhoria na qualidade da água

Para inferir sobre a melhoria da qualidade da água que poderá ser proporcionada com a aplicação das técnicas de recuperação e/ou conservação dos elementos da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, considerou-se apenas as características da água que são tratadas pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto, para abastecimento da cidade de Viçosa.

Estabelecido o impacto que as técnicas de recuperação e/ou conservação poderão trazer à vazão e à qualidade da água, procedeu-se a simulação dos benefícios sócio-econômicos.

- Benefícios para o SAAE

Pesquisas sobre os dados do sistema de captação e tratamento de água do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Viçosa-SAAE foram realizadas a fim de se determinar qual o benefício que o aumento da vazão e a melhoria da qualidade da água do Ribeirão São Bartolomeu poderiam proporcionar à concessionária de tratamento de água do município.

Os locais de captação de água do SAAE e os processos utilizados no tratamento da água foram observados. Por meio de pesquisa aos acervos do SAAE montou-se um banco de dados sobre a qualidade da água captada e o consumo de produtos químicos e de energia elétrica gastos no seu processo de tratamento, antes da distribuição no município.

- Benefícios para a comunidade local

Para inferir sobre os benefícios que poderão ser proporcionados à comunidade da Microbacia, após implantação das técnicas de recuperação e/ou conservação, tomou-se por base os levantamentos feitos com o uso dos questionários aplicados. Nestes, foram identificadas ações, dos produtores, que possuem relação direta ou indireta com a quantidade e qualidade da água, as quais permitiram inferir sobre a relação entre o aumento da vazão e a melhoria da qualidade da água e, o bem estar dos moradores e a economia da propriedade.

Está esquematizado na Figura 12, o processo utilizado para inferir sobre os benefícios físicos e sócio-econômicos da aplicação de técnicas de recuperação e/ou conservação de bacias hidrográficas.

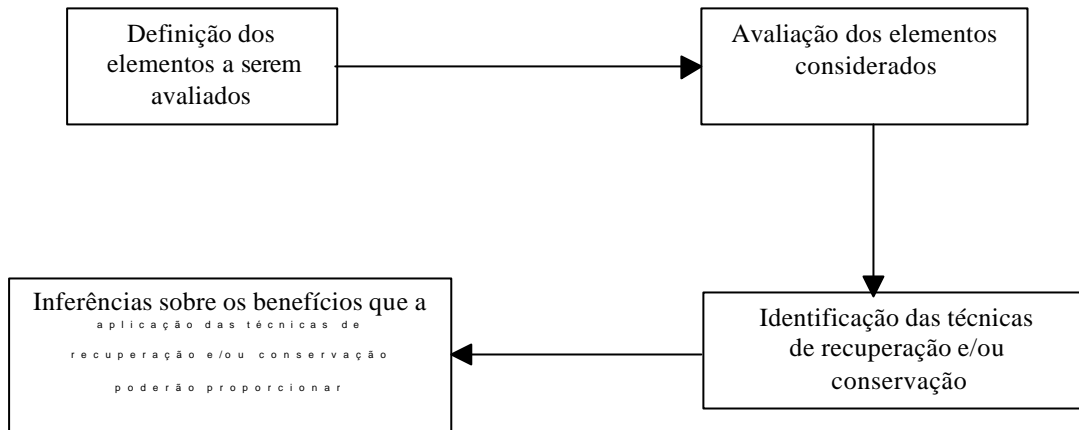


Figura 12: Etapas adotadas para identificação dos prováveis benefícios sócio-econômicos proporcionados pela aplicação das técnicas de recuperação e/ou conservação dos elementos da microbacia do Córrego dos Araújo.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Histórico do uso do solo**

O uso do solo foi alterado durante o período de avaliação da Microbacia conforme ficou constatado em fotos aéreas. Observou-se um aumento significativo da área ocupada por matas do ano de 1963 para o ano de 2000, enquanto que, as ocupadas por pasto limpo e pasto sujo diminuíram significativamente neste mesmo período. O aumento da área de mata se deu em detrimento das áreas de pasto limpo e pasto sujo (Figuras 13, 14 e 15).

Nesta região, há alguns anos, era comum a prática do pousio, que consistia em deixar a terra repousar (sem uso) após longa exploração agropecuária para que nestas ocorresse a regeneração natural. No entender dos produtores, a área, depois de descansar, poderia ser limpa e novamente usada para a exploração agrícola uma vez que esta estaria com a fertilidade renovada. Isso não deixa de ser verdade já que as plantas de raízes profundas absorvem os nutrientes em áreas mais profundas e que não podem ser alcançados pelas raízes das gramíneas trazendo-os para superfície novamente. Após a decomposição de folhas e galhos estes nutrientes passam a estar disponíveis novamente, mas, nem sempre, nas quantidades originais.



A partir de 1965, as áreas deixadas em pousio, quando regeneradas e ocupadas por plantas arbustivas e arbóreas, em razão da promulgação da lei número 4.771/65, passaram a não poder ser derrubadas. Este fato explica em parte o aumento da mata em detrimento da área de pasto limpo e pasto sujo.

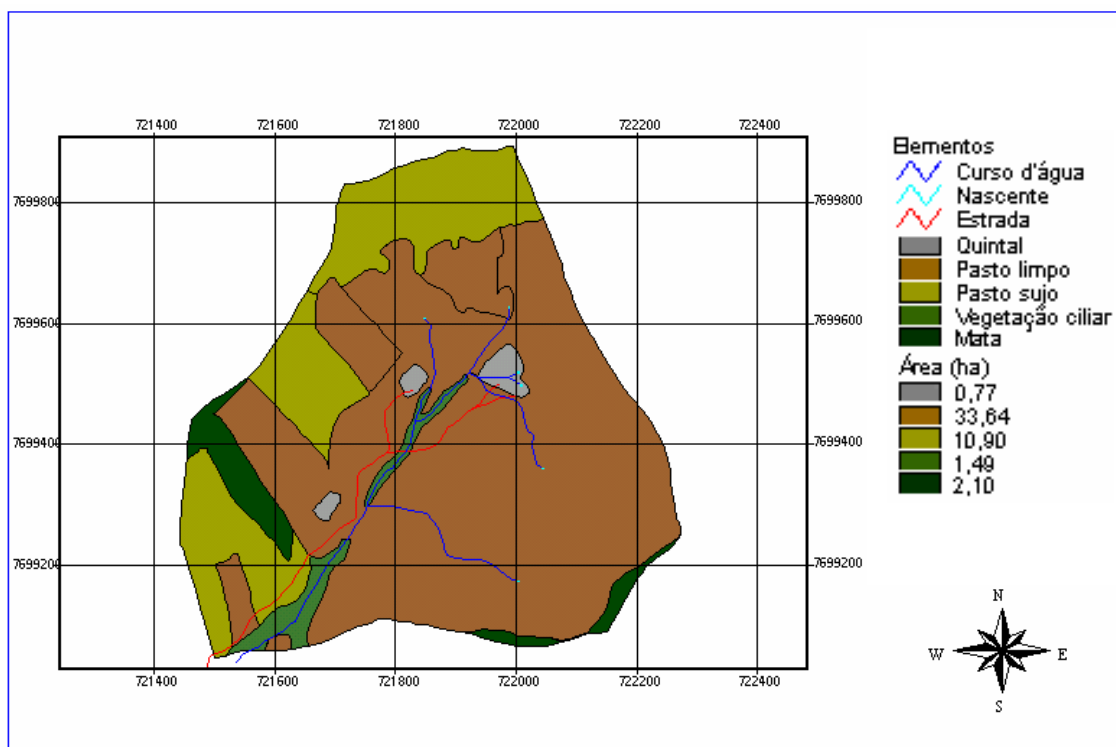


Figura 13: Uso do solo da microbacia do Córrego dos Araújo no ano de 1963.

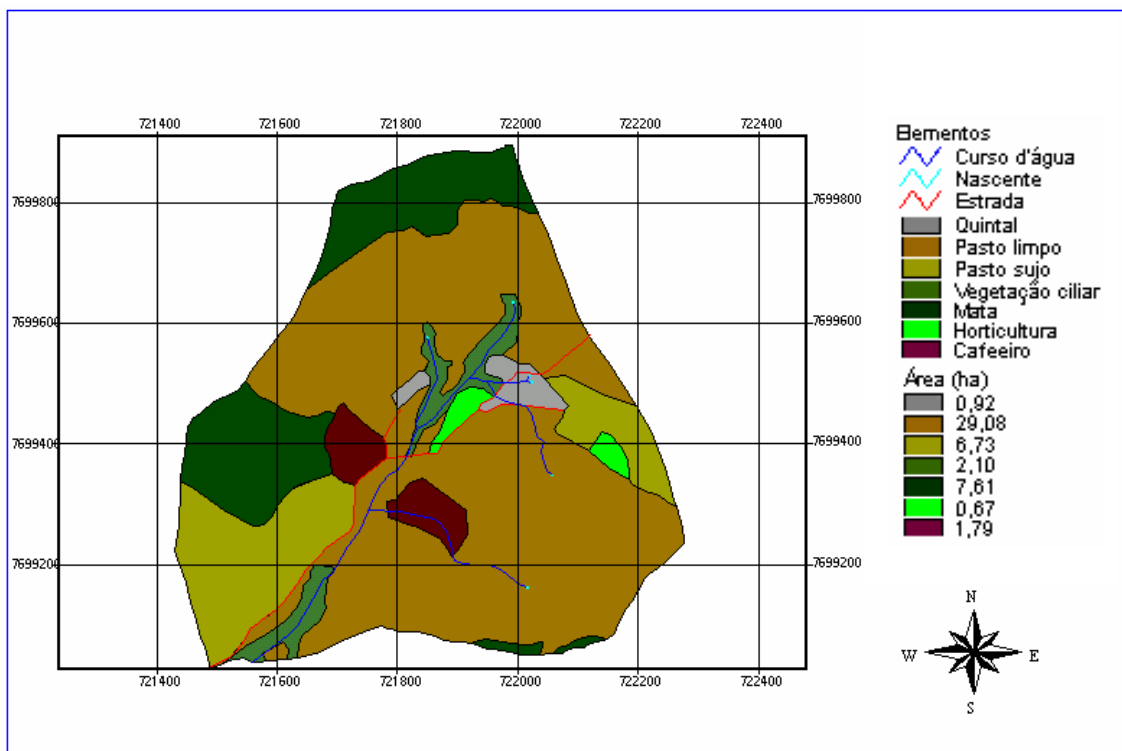


Figura 14: Uso do solo da microbacia do Córrego dos Araújo no ano de 1978.

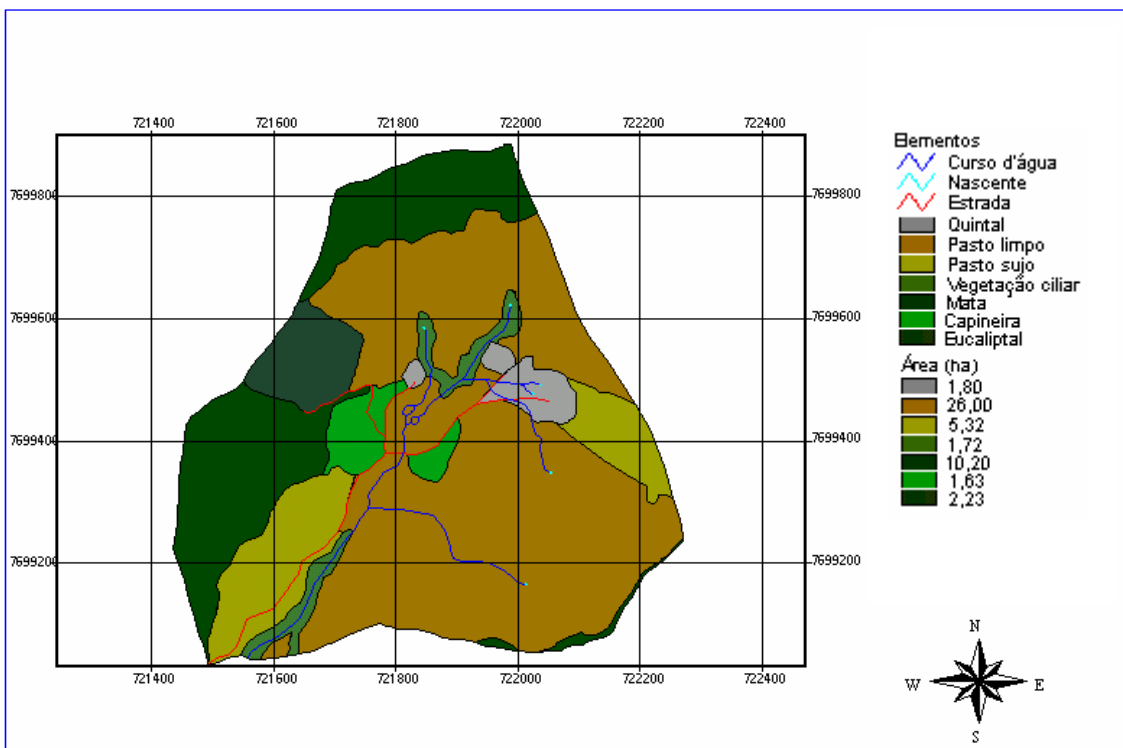


Figura 15: Uso do solo da microbacia do Córrego dos Araújos no ano de 2000.

Na Tabela 1 e na Figura 16 estão quantificadas as áreas dos diferentes usos do solo da Microbacia durante os anos em análise, facilitando a verificação dessa diferenciação de uso.

Tabela 1: Evolução do uso do solo na microbacia do Córrego dos Araújos de 1963 a 2000.

Uso do solo	Anos em Análise		
	1963	1978	2000
Área (ha)			
Pasto limpo	33,64	29,08	26
Pasto sujo	10,90	6,73	5,32
Mata	2,10	7,61	10,20
Cafeeiro	0	1,79	0
Capineira	0	0	1,63
Olericultura	0	0,67	0
Quintal	0,77	0,92	1,80
Eucaliptal	0	0	2,23
Vegetação ciliar	1,49	2,10	1,72
<b>Total</b>	<b>48,90</b>	<b>48,90</b>	<b>48,90</b>

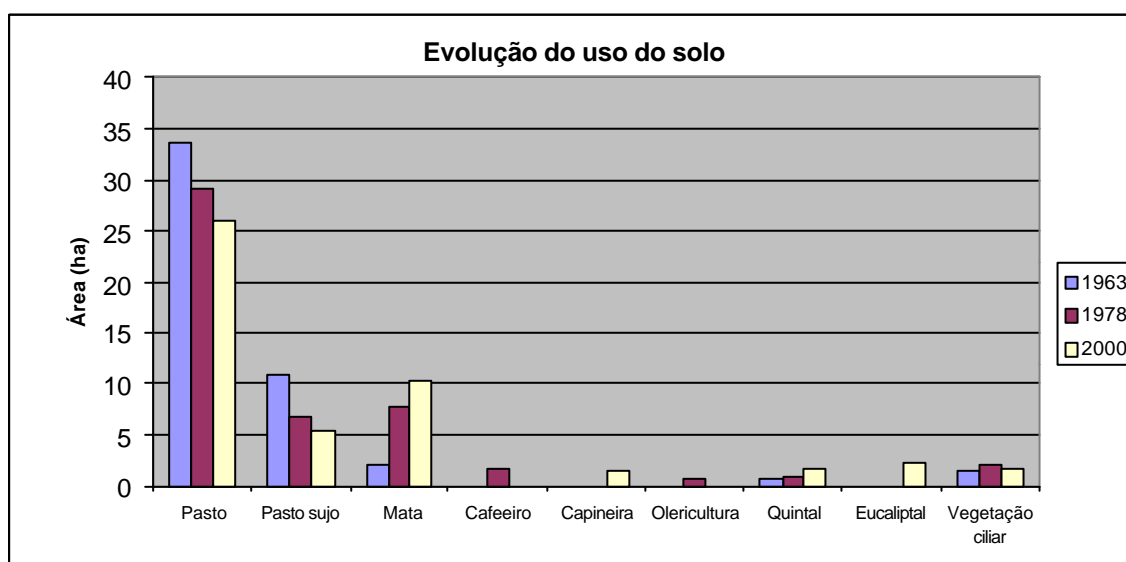


Figura 16: Evolução do uso do solo nos anos de 1963, 1978 e 2000 na microbacia do Córrego dos Araújos.

Analisando-se a Figura 16 constatou-se que o uso do solo variou no decorrer dos anos em análise e se deve a vários fatores, dentre os quais, a

economia do país e a atuação da fiscalização ambiental, fazendo cumprir o Código Florestal, podem ser citados. O baixo preço dos produtos agrícolas e o surgimento de empregos na Universidade Federal de Viçosa levaram alguns agricultores a desistirem das práticas agropecuárias e a utilizarem a propriedade apenas como moradia.

A área de cultivo do cafeeiro e de horticultura foram extintas, ao passo que a área de quintal aumentou, reforçando o comentário feito acima, ou seja, os moradores após chegarem do trabalho passaram a cuidar apenas dos quintais, que são as áreas do entorno das residências.

As culturas presentes na Microbacia (milho, mandioca, feijão, banana e laranja), por ocuparem pequenas áreas, foram consideradas como quintal na análise do histórico do uso do solo. A cultura florestal verificada na Microbacia foi a de eucalipto.

Comparando dados já apresentados, de CAVALCANTI (1993), que afirmou que 63% da área da bacia do Ribeirão São Bartolomeu são ocupados com pastagens, com dados atuais de ocupação do solo da microbacia do Córrego dos Araújo (64% para pasto + pasto sujo), permite reafirmar que esta Microbacia é representativa da bacia do Ribeirão São Bartolomeu.

## **5.2. Áreas de preservação permanente (APP)**

As visitas na Microbacia e os estudos da declividade do terreno permitiram identificar quatro classes de área de preservação permanente: as APPs que circundam as nascentes (Figura 17), somando uma área de 4,2 ha e perfazem 22% do total de APP da Microbacia; as APPs que margeiam, com 30 metros, os cursos d'água (Figura 18) e somam uma área de 7,9 ha (41,4% da APP total); as APPs dos topos dos morros (Figura 19) com área de 6,5 ha (34% da APP total) e; as APPs das encostas acima de 45° de inclinação (Figura 20) somando 0,5 ha e que representam 2,6% da APP total da Microbacia.

Na Tabela 2 e na Figura 21 estão reunidas todas as classes de APPs existentes na microbacia do Córrego dos Araújo.

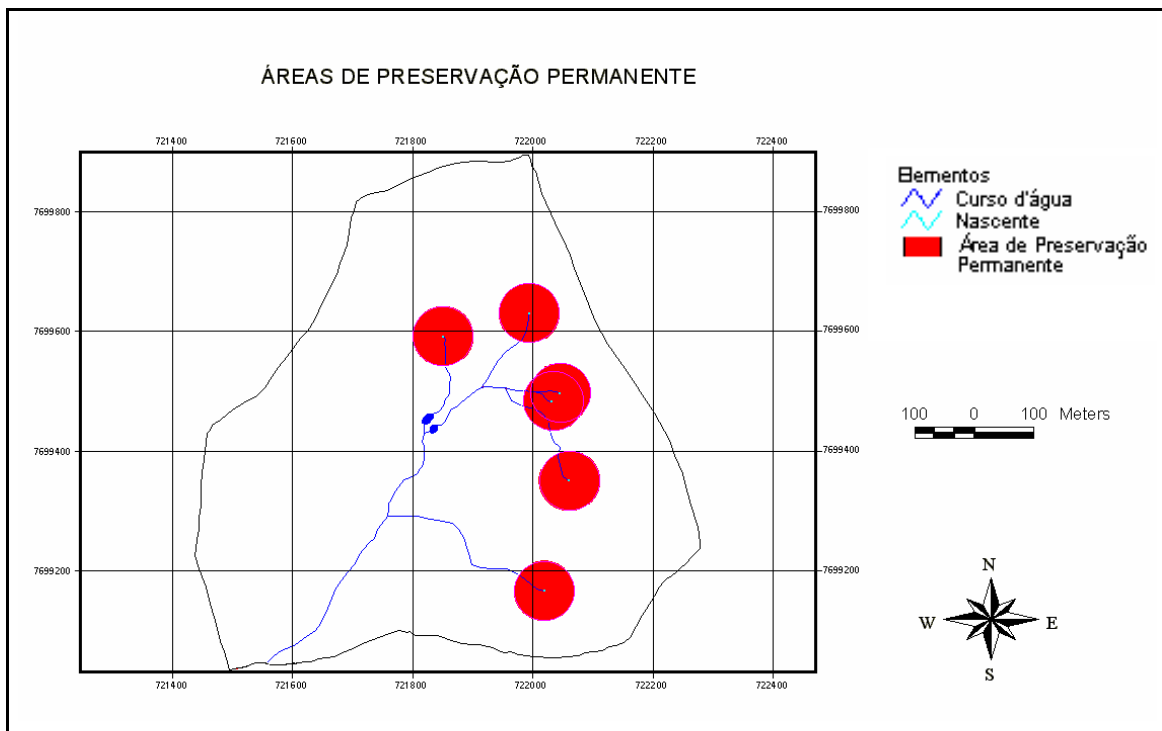


Figura 17: ÁPPs num raio de 50 metros circundando as nascentes da microbacia do Córrego dos Araújo.

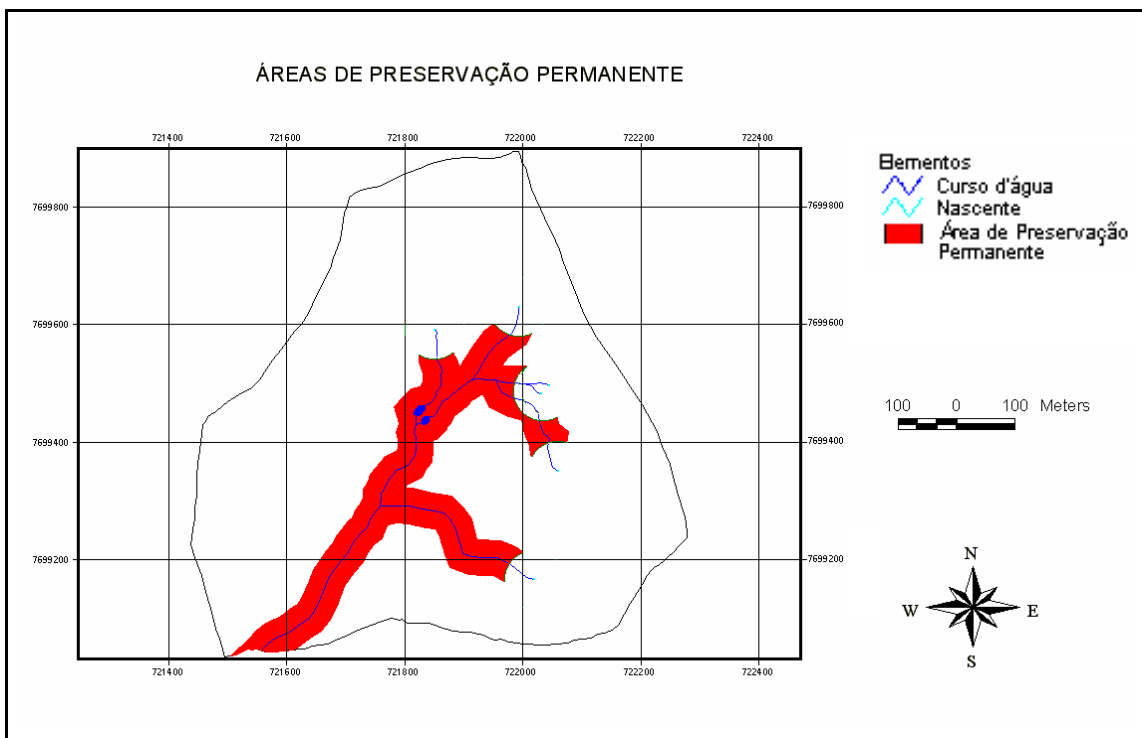


Figura 18: APPs ao longo dos cursos d'água (30 metros de cada margem) da microbacia do Córrego dos Araújo.

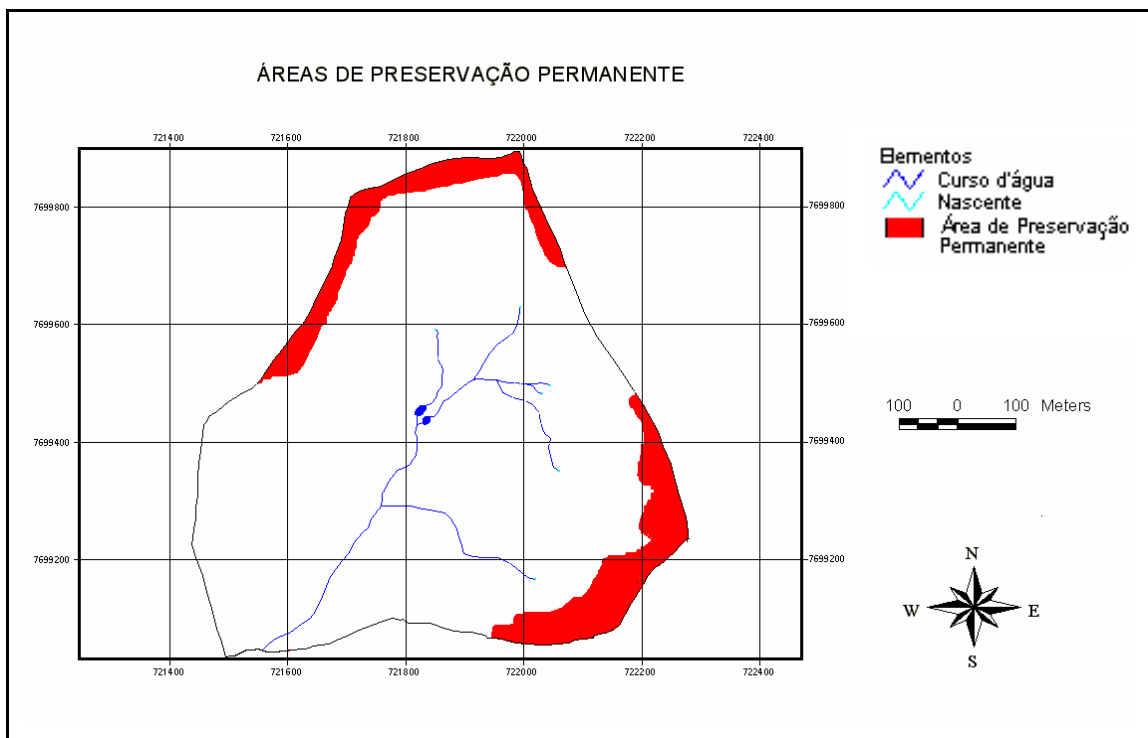


Figura 19: APPs dos topos dos morros da microbacia do Córrego dos Araújos.



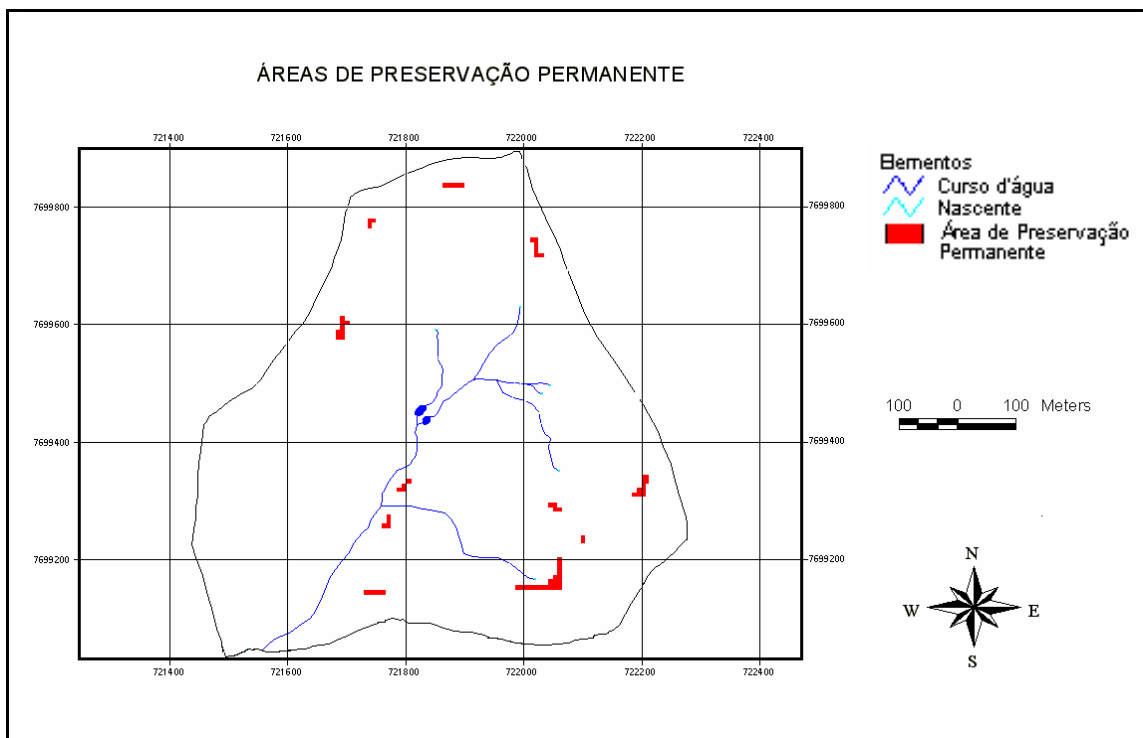


Figura 20: APPs nas encostas da microbacia do Córrego dos Araújo, dadas pela declividade do terreno superior a 100% ou 45°.

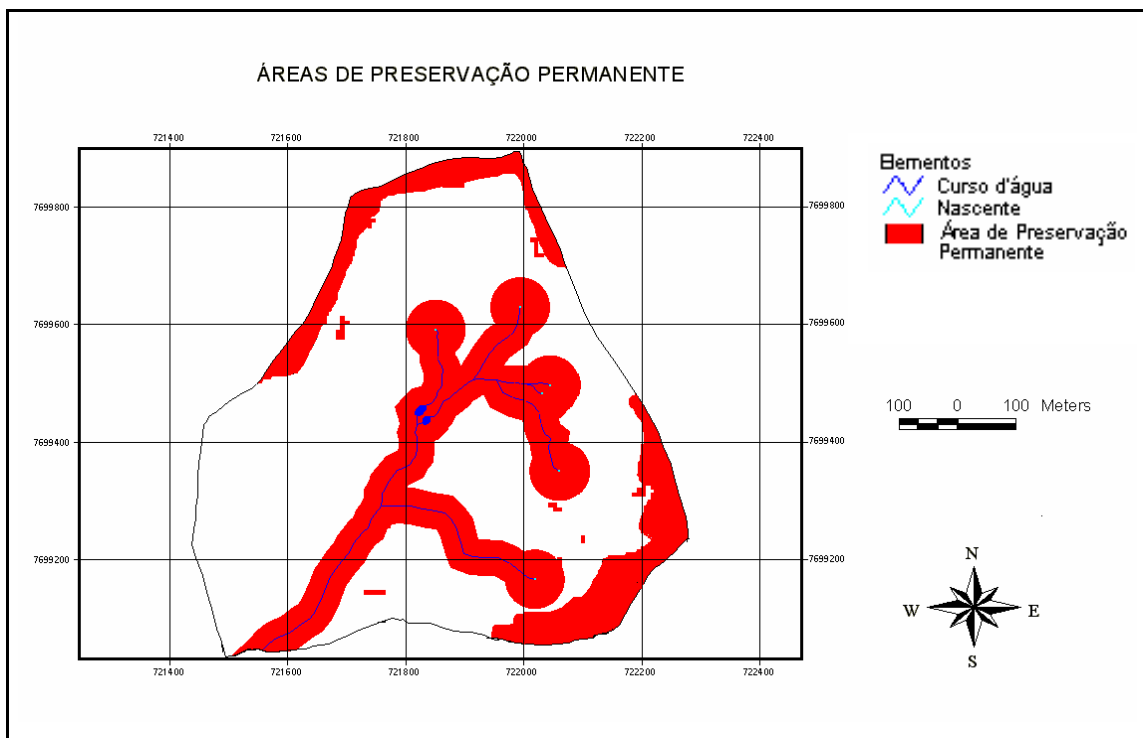


Figura 21: APPs existentes na microbacia do Córrego dos Araújo.

Tabela 2: Áreas de preservação permanente existentes na microbacia do Córrego dos Araújo.

Classe de APP	Area (ha)	Percentual ocupado da APP total da Microbacia	Percentual ocupado da área total da Microbacia
50 m circundando as nascentes	4,2	22	8,6
30 metros margeando cursos d'água	7,9	41,4	16,2
Topos dos morros	0,5	2,6	1,0
Encostas com declividade >45°	0,5	34	13,3
Sub-total	19,1	100	39,1
Sobreposição de Apps	0,6	3,1	1,2
<b>Total</b>	<b>18,5</b>	<b>96,9</b>	<b>37,8</b>

As APPs existentes perfazem uma área total de 18,5 ha e ocupam 37,8% da área total da Microbacia. Foi verificado que 78% (14,46 ha) destas APPs estão em conflito de uso com as atividades desenvolvidas nesta Microbacia (Figura 22). A área do leito maior que é uma área de interesse do proprietário, para cultivo, é pequena em função da característica do terreno, conhecida como vale em “V” e, ainda, grande parte destas pequenas extensões férteis constituem-se de áreas de preservação permanente. Significa, portanto, que cumprindo a legislação, o produtor disporia para cultivo, quase que somente as áreas de terraço e parte das encostas. Nota-se também que as áreas de terraço são pouco representativas da Microbacia e as áreas de encostas possuem solos de baixa fertilidade natural necessitando de uso de grandes quantidades de fertilizantes, o que vem a aumentar o custo das atividades. Além disso, são áreas de risco no que se refere à erosão, quando do revolvimento do solo para cultivo, dado a elevada declividade que estas áreas apresentam. Esta realidade dá margem, portanto, para o seguinte questionamento: Será que a legislação ambiental não deveria ser melhor adaptada para cada região?

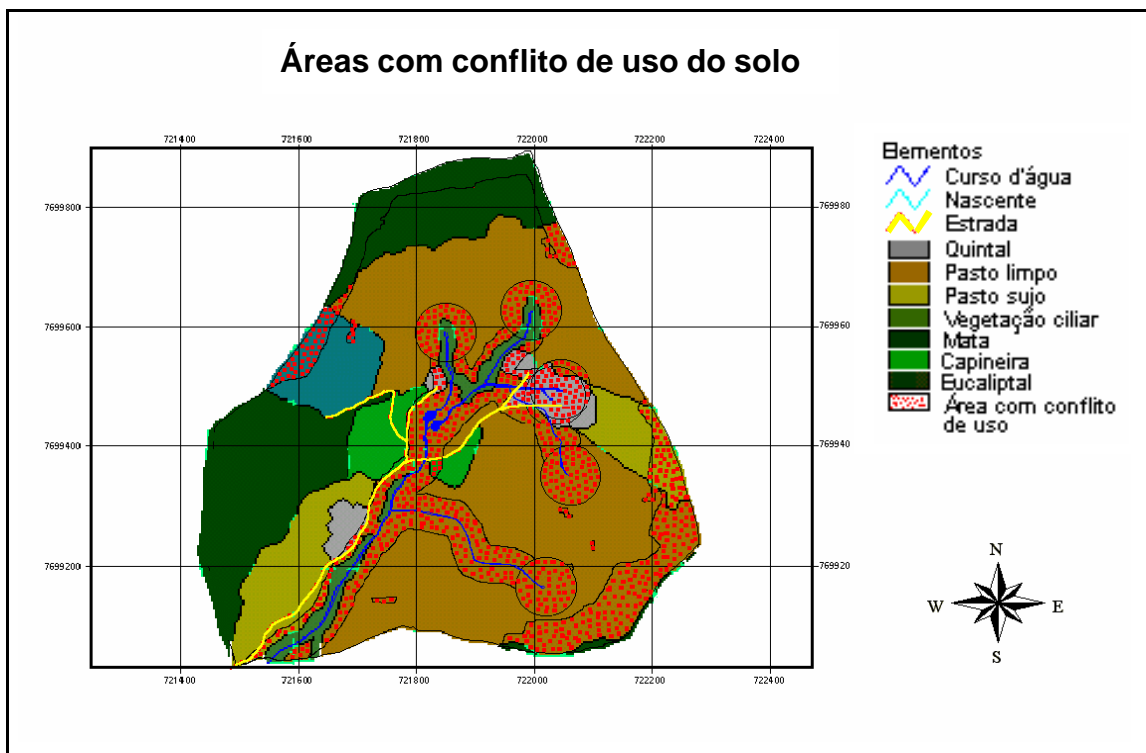


Figura 22: Áreas com conflito de uso do solo da microbacia do Córrego dos Araújo.

### **5.3. Diagnóstico ambiental dos elementos da Microbacia**

É fácil observar na Microbacia sinais de que ocorre predominância de escoamento superficial de águas pluviais em detrimento da infiltração, favorecidos pelo estado de degradação em que se encontra grande parte das encostas (Figura 23). É de se esperar que, nessa situação, haja pequena recarga freática, conforme demonstrado no item 3.6 (fundamentos hidrológicos) e as nascentes passem a produzir baixas vazões nas épocas secas e, no período chuvoso, volumoso escoamento superficial, com as águas precipitadas na Microbacia.

Como mostra a série fotográfica apresentada a seguir, pode-se verificar que, visualmente, a Microbacia em questão apresenta inúmeros indícios de estado de degradação.



Figura 23: Aspectos gerais da microbacia do Córrego dos Araújo.

### 5.3.1. Solos

Na Microbacia foi verificada a presença de voçorocas, erosão laminar, indícios de compactação do solo por pisoteio de animais e exposição a desbarrancamentos.

Os resultados analíticos das amostras de solos (Quadro 2 e 3) demonstraram que os solos apresentam diversificações quanto às suas características físicas e químicas, mas, em geral, caracterizam-se por serem solos ácidos e de baixa fertilidade.

O talvegue da Microbacia separa dois tipos de rocha. A da margem direita é gnaisse e a da margem esquerda é uma intrusão de diabásio. A diferença das rochas reflete na cor dos solos e na textura. Os solos originados do diabásio tendem a ser mais argilosos e apresentam, quando B textural (Argissolos), estrutura em blocos melhor definida e, quando Latossolos, apresentam estrutura granular bem definida.

Disto resulta a seguinte situação: os solos originados do diábasio são mais porosos mas também mais propensos ao voçorocamento. No outro, de cor mais clara, a estrutura é menos granular, o que propicia uma erosão laminar mais intensa e com isto um maior escoamento superficial (enxurrada).

Na avaliação dos dados (QUADRO 3) é possível verificar que, em termos de fertilidade, não há diferença substancial entre eles, mas espera-se que o solo originado da rocha máfica apresente um maior potencial se houver a aplicação de calcário e adubações corretas.

Constatou-se que a área mais degradada é a que se encontra no domínio do diabásio, que são rochas básicas que podem gerar solos de melhor fertilidade e de melhor estrutura granular. Sendo o solo do domínio do diabásio, da classe dos Latossolos Vermelho-Amarelo, onde a rocha matriz é rica em ferro, pode-se esperar que nesta área o solo possua maior porosidade uma vez que os hidróxidos de ferro aumentam a força de coesão das partículas nos agregados, diminuindo assim, risco de encrostamento superficial do solo.

O solo da área sobre o domínio do gnaisse apresenta coloração mais clara, caracterizando menores teores de ferro no material. Como o óxido de ferro funciona como redutor do ajuste face-a-face da caulinita, solos com presença deste elemento são melhores estruturados, ocorrendo o contrário

para solos com baixas concentrações deste, o que tem sido observado no solo do domínio do gnaisse. Também em virtude disso, este solo é mais susceptível a compactação e, devido ao pisoteio do rebanho (2 cabeças/ha), apresenta características desta compactação, o que favorece a erosão laminar, por meio da qual são carregadas partículas e nutrientes, proporcionando o seu empobrecimento.

Quadro 2: Resultados das análises granulométricas dos solos nas diferentes profundidades e nos diferentes ambientes da microbacia do Córrego dos Araújos.

Ambiente de coleta	Id.	Prof cm	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe Textural
			dag.kg <sup>-1</sup>				
Leito - nascente GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	L1	0-20	52	14	8	26	Franco-argilo-arenosa
		20-40	47	15	11	27	Franco-argilo-arenosa
		40-60	44	16	11	29	Franco-argilo-arenosa
Leito - abaixo do curral GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	L2	0-20	14	6	27	53	Argila
		20-40	37	12	13	38	Argilo-arenosa
		40-60	34	13	18	35	Argilo-arenosa
Leito - final da bacia GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico	L3	0-20	19	11	28	42	Argila
		20-40	19	14	27	40	Argila
		40-60	10	8	31	51	Argila
Terraço - capineira * ARGISSOLO VERMELHO- AMARELO Eutrófico	T3	0-20	24	14	20	42	Argila
		20-40	22	12	15	51	Argila
		40-60	16	9	14	61	Muito argilosa
Terraço - sapé * ARGISSOLO VERMELHO- AMARELO Distrófico	T2	0-20	38	14	10	38	Argilo-arenosa
		20-40	30	10	6	54	Argila
		40-60	24	8	3	65	Muito argilosa
Encosta - sapé * CAMBISSOLO LATOSSÓLICO VERMELHO- AMARELO Distrófico	E1	0-20	24	9	11	56	Argila
		20-40	19	8	12	61	Muito argilosa
		40-60	16	7	9	68	Muito argilosa
Encosta - mata * LATOSSOLO VERMELHO- AMARELO Distrófico	E2	0-20	22	9	20	49	Argila
		20-40	19	12	19	50	Argila
		40-60	19	11	18	52	Argila
Topo - eucalipto * LATOSSOLO VERMELHO- AMARELO Distrófico	TO2	0-20	25	12	14	49	Argila
		20-40	21	10	11	58	Argila
		40-60	13	8	9	70	Muito argilosa
Topo - mata * LATOSSOLO VERMELHO- AMARELO Álico	TO3	0-20	28	9	7	56	Argila
		20-40	23	8	7	62	Muito argilosa
		40-60	19	8	7	66	Muito argilosa
Terraço - pasto degr.** ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico	T1	0-20	31	17	21	31	Franco-argilo-arenosa
		20-40	30	12	20	38	Franco-argilosa
		40-60	28	10	17	45	Argila
Encosta - pasto degr.** LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	E3	0-20	15	10	19	56	Argila
		20-40	13	9	20	58	Argila
		40-60	13	10	21	56	Argila
Topo - pasto degr.** CAMBISSOLO LATOSSÓLICO VERMELHO- AMARELO Álico	TO1	0-20	21	7	12	60	Muito argilosa
		20-40	19	6	15	60	Argila
		40-60	18	7	14	61	Muito argilosa

\* Gnaisse

\*\*Diabásio



Quadro 3: Características químicas dos solos amostrados na microbacia do Córrego dos Araújos.

Material de Origem	Ambiente	Id.	Prof.	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	MO	P rem	
			(cm)	H <sub>2</sub> O	mg.dm <sup>3</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>								%		dag. kg <sup>-1</sup>	mg.L <sup>-1</sup>
Talvegue	Leito nascente GLEISSOLO HÁPLICO Tb DISTRÓFICO	L1	0-20	4,90	1,6	25	0,9	0,4	0,2	3,30	1,36	1,56	4,66	29	13	1,71	24,2	
			20-40	5,40	0,8	12	0,6	0,3	0,1	3,30	0,93	1,03	4,23	22	10	1,83	19,6	
			40-60	5,20	0,9	7	0,6	0,2	0,2	2,64	0,82	1,02	3,46	24	20	1,34	22,3	
	Leito abaixo curral GLEISSOLO HÁPLICO Tb DISTRÓFICO	L2	0-20	5,10	3,5	27	0,7	0,1	0,6	6,93	0,87	1,47	7,8	11	41	4,15	8,4	
			20-40	5,00	2	11	0,4	0,1	0,4	6,60	0,53	0,93	7,13	7	43	3,42	8,6	
			40-60	4,90	2,3	9	0,3	0,1	0,6	6,60	0,42	1,02	7,02	6	59	3,05	7,0	
	Leito final bacia GLEISSOLO HÁPLICO Tb DISTRÓFICO	L3	0-20	5,20	3,1	23	1,0	0,2	0,3	6,60	1,26	1,56	7,86	16	19	5,86	6,3	
			20-40	5,10	3,9	9	0,8	0,2	0,5	6,60	1,02	1,52	7,62	13	33	5,86	7,6	
			40-60	5,00	2,2	4	0,7	0,2	0,5	6,60	0,91	1,41	7,51	12	35	3,91	5,3	
Gnaisse	Terraço capineira ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO	T3	0-20	5,70	1,3	187	3,0	1,1	0,0	2,64	4,58	4,58	7,22	63	0	2,81	19,0	
			20-40	5,80	0,8	63	1,8	0,5	0,0	1,98	2,46	2,46	4,44	55	0	1,83	10,8	
			40-60	5,60	0,8	20	1,7	0,4	0,0	1,98	2,15	2,15	4,13	52	0	1,83	6,5	
	Terraço pasto sapé ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	T2	0-20	5,70	1,3	47	1,3	0,5	0,0	2,97	1,92	1,92	4,89	39	0	2,56	19,2	
			20-40	5,90	0,8	52	1,4	0,30	0,0	2,31	1,83	1,83	4,14	44	0	1,83	11,1	
			40-60	5,50	0,8	6	1,2	0,2	0,0	3,30	1,42	1,42	4,72	30	0	2,56	7,2	
	Encosta p. sapé CAMBISSOLO LATOSSÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	E1	0-20	5,00	2,5	32	1,0	0,5	0,5	6,60	1,58	2,08	8,18	19	24	4,15	10,8	
			20-40	5,10	1,3	9	0,7	0,1	0,4	4,95	0,82	1,22	5,77	14	33	2,69	10,1	
			40-60	4,70	0,6	14	0,3	0,1	0,5	4,62	0,44	0,94	5,06	9	53	2,08	6,5	
	Encosta mata LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	E2	0-20	5,30	0,8	60	1,4	1,1	0	4,29	2,65	2,65	6,94	38	0	3,05	14,7	
			20-40	5,30	0,6	16	1,1	0,8	0	3,30	1,94	1,94	5,24	37	0	1,83	10,5	
			40-60	5,10	0,6	2	0,4	0,3	0,1	3,30	0,81	0,81	4,01	18	12	1,22	4,9	
	Topo eucalipto LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO	TO2	0-20	4,70	1,6	22	0,7	0,5	0,8	6,60	1,26	2,06	7,86	16	39	2,32	13,4	
			20-40	4,80	0,9	8	0,4	0,5	0,6	4,29	0,92	1,52	5,21	18	39	2,44	9,0	
			40-60	5,00	0,4	0	0,4	0,4	0,3	3,63	0,80	1,1	4,43	18	27	1,1	2,7	
Topo mata LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO	TO3	0-20	4,10	2,2	7	0,2	0,2	1,6	8,58	0,49	2,09	9,07	5	77	3,66	10,4		
		20-40	4,30	1,1	16	0,1	0,2	1,2	6,60	0,24	1,44	6,84	4	83	2,44	8,5		
		40-60	4,30	0,8	4	0,1	0,1	0,7	4,95	0,11	0,81	5,06	2	86	1,22	4,7		
Diabásio	Terraço pasto degradado ARGISSOLO VERMELHO EUTRÓFICO	T1	0-20	5,50	1,6	186	3,5	1,3	0,0	4,29	5,28	5,28	9,57	55	0	2,93	20,1	
			20-40	5,90	0,8	124	2,4	0,7	0,0	3,30	3,42	3,42	6,72	51	0	1,83	15,7	
			40-60	5,90	0,4	69	2,3	0,5	0,0	2,31	2,98	2,98	5,29	56	0	0,85	11,2	
	Encosta pasto degradado. LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO	E3	0-20	5,40	1,3	24	1,3	0,4	0,1	4,29	1,76	1,86	6,05	29	5	1,59	8,6	
			20-40	5,40	0,8	5	1,3	0,2	0,0	3,30	1,51	1,51	4,81	31	0	1,95	8,2	
			40-60	5,60	1,3	1	1,2	0,3	0,0	3,30	1,50	1,5	4,8	31	0	1,47	5,3	
	Topo pasto degr. CAMBISSOLO LATOSSÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO	TO1	0-20	4,40	3,3	46	0,5	0,2	1,4	9,24	0,82	2,22	10,06	8	63	2,93	9,2	
			20-40	4,50	2,7	16	0,2	0,0	1,0	6,60	0,24	1,24	6,84	4	81	3,05	8,3	
			40-60	4,60	0,9	6	0,1	0,0	0,9	5,94	0,12	1,02	6,06	2	88	2,44	8,1	

Outro aspecto ligado diretamente à classe de solo é a turbidez da água. Percebeu-se a campo que, o lago que recebe sedimentos e água percolada do solo sob domínio do diabásio apresenta maior turbidez e coloração mais avermelhada, o que caracteriza a presença de hematita em suspensão nas águas.

Pode-se observar, na Figura 24, a presença de quatro lagoas na Microbacia. Devido à localização, as lagoas de número 1, 2 e 3 recebem água de escoamento superficial proveniente somente da área sob domínio do gnaiss. Já a lagoa de número 4 recebe água do escoamento superficial proveniente do solo originado do diabásio. Observou-se que, após pequena chuva, as águas das lagoas 1, 2 e 3 mantêm-se com baixa turbidez, ao passo que as águas da lagoa 4 apresentam elevada turbidez. Esta turbidez é proporcionada pela concentração de partículas suspensas na água, sendo um reflexo do aporte de partículas de solo carregadas por erosão e pela presença de maiores teores de pigmento vermelho (hematita).



Figura 24: Vista da microbacia do Córrego dos Araújo, com detalhe na turbidez da água de 4 lagoas.

Em se tratando da textura (Quadro 2 e Figuras 25 e 26), de modo geral, nos solos da Microbacia, variaram de franco-argilo-arenoso a muito argilosa. Na fração areia, observou-se o predomínio da fração grossa. Os teores de argila são normalmente altos em todas as amostras de solo avaliadas. A baixa relação encontrada para silte/argila (abaixo de 0,5) do horizonte B indica um

elevado estágio de intemperização do solo. Somente os solos do leito maior, da porção final da bacia, apresentaram relação silte/argila do horizonte B maior que 0,5.

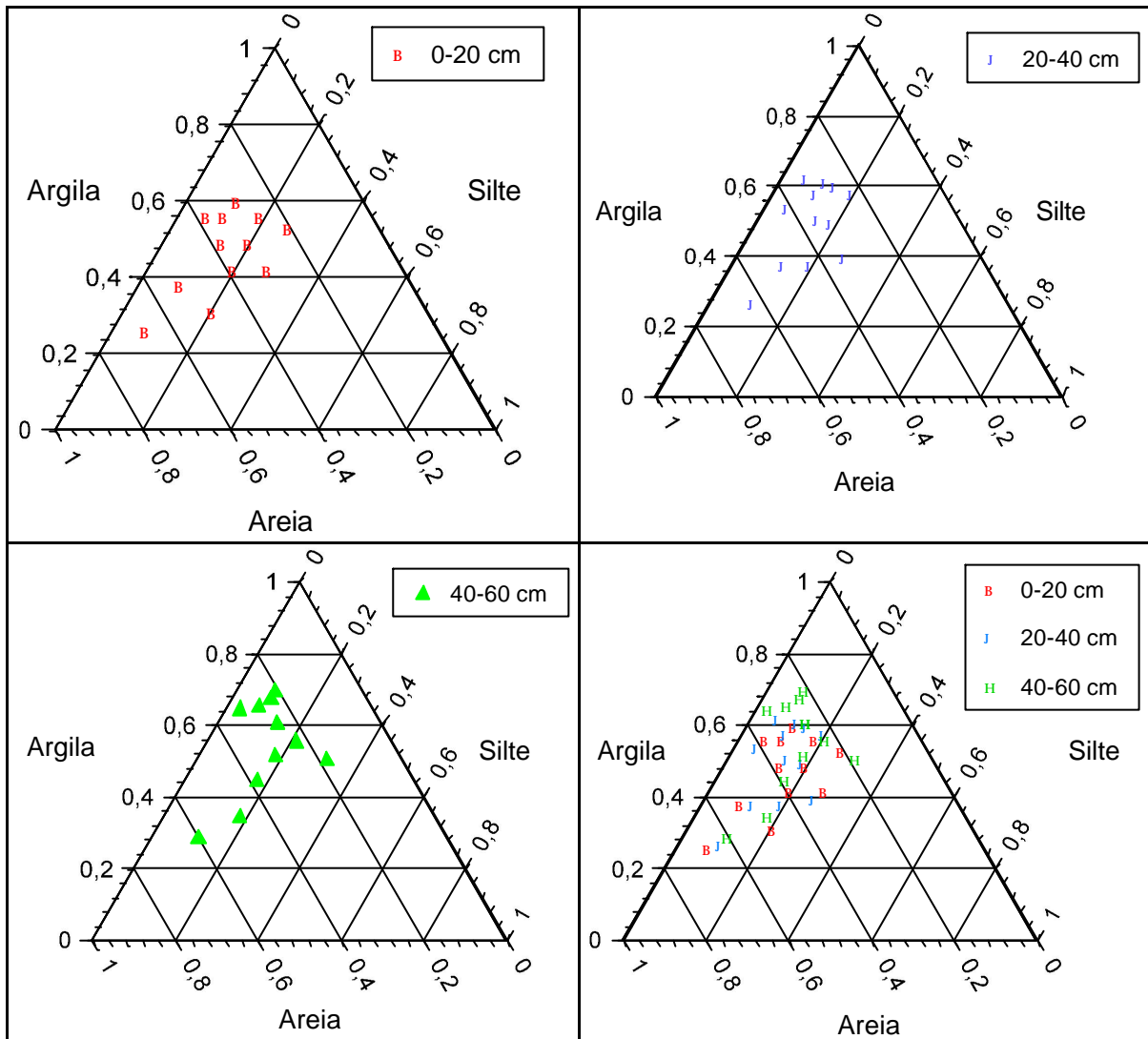


Figura 25: A Distribuição granulométrica das amostras de solo da microbacia do Córrego dos Araújos, nas profundidades de 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm.

Os teores de argila aumentaram com a profundidade do solo, exceto para as amostras dos ambientes L2 e E3 (Figura 26).

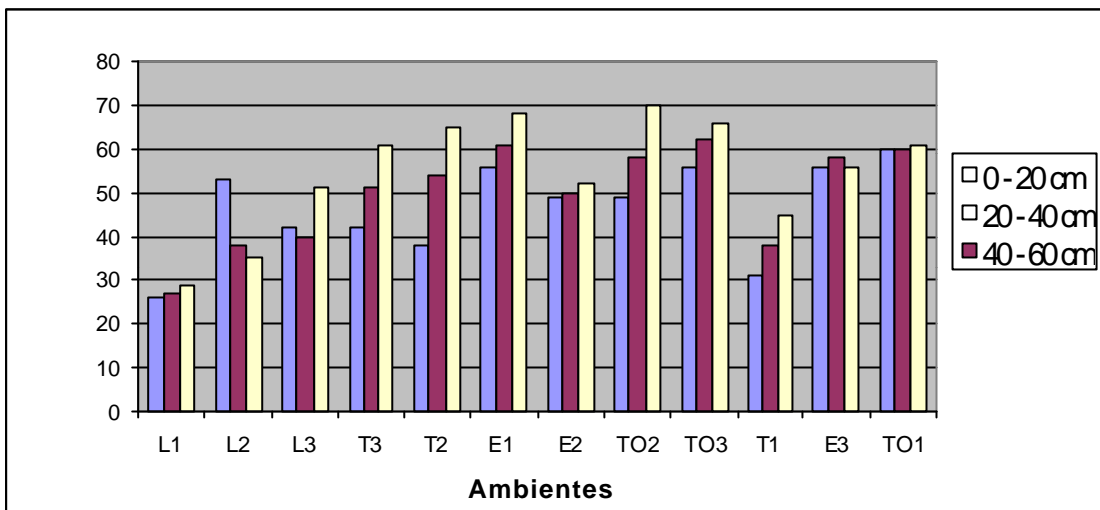


Figura 26: Teores de argila nas diferentes profundidades (0-20, 20-40 e 40-60 cm) e nos diferentes locais de coleta das amostras de solo da microbacia do Córrego dos Araújos.

No caso do fósforo remanescente (Quadro 3) ocorreu o inverso para o observado com a percentagem de argila, ou seja, houve diminuição da concentração de P-remanescente com o aumento da profundidade, exceto também para as amostras do ambiente L2 e E3. Este comportamento está nitidamente expressando a correlação existente entre a adsorção de fosfato e o teor de argila do solo.

Os resultados das análises dos teores de matéria orgânica (M.O.) (Figura 27) permitem a interpretação de várias características que auxiliarão na realização de recomendação mais adequada para o manejo físico e químico do solo (TOMÉ JR., 1997). A matéria orgânica atua nas propriedades do solo fornecendo energia e nutrientes para os organismos e para as plantas, possui grande capacidade de troca de cátions e funciona como tampão do pH. Participa também como agente cimentante na agregação do solo, influenciando assim a retenção de água e o arejamento (DIAZ e VENEGAZ, 1996).

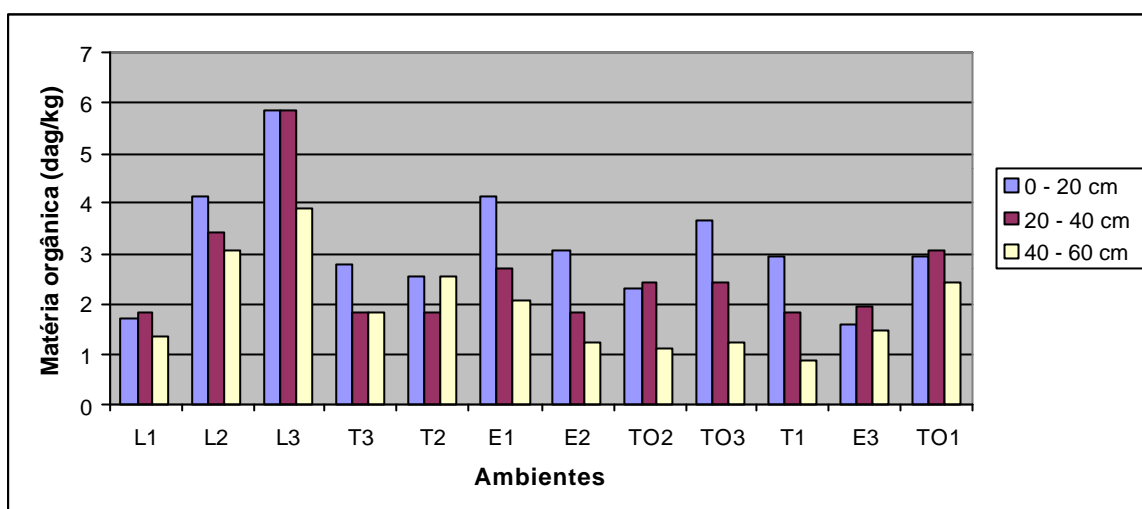


Figura 27: Teores de matéria orgânica (M.O.) nas amostras de solos da microbacia do Córrego dos Araújo.

Os baixos e os médios teores de M.O. indicam que no balanço entre o processo de adição e de perda de material orgânico (decomposição desses materiais pelos microrganismos), a adição de material orgânico tem sido menor. Nas condições de clima tropical e subtropical (temperaturas elevadas e umidade abundante), é grande a produção de biomassa, mas a velocidade de mineralização da matéria orgânica também é grande, razão porque as perdas tendem a ser maiores que as adições.

Não foi verificada expressiva correlação entre CTC e PH do solo e conteúdo de matéria orgânica do solo, entretanto, a CTC potencial do solo, em geral, aumentou com o conteúdo de matéria orgânica do solo. Isso indicou que o aumento do conteúdo de matéria orgânica, por si só, não é suficiente para melhorar as condições físico-químicas do solo, necessitando-se que as ações efetivas de correção do solo sejam implementadas.

As amostras de solo coletadas no horizonte A dos ambientes E1, L2 e L3, apesar de apresentarem relativamente altas concentrações de M.O., não apresentaram elevados valores de t e de T.

Analisando-se o alumínio trocável (Quadro 3 e Figura 28), este se apresentou dominando o complexo de troca das amostras de solo dos ambientes TO2, TO3, TO1 e L2 com valores expressivos (m%), tendo como agravante os baixos valores de bases trocáveis (Ca, Mg, K e Na) (Figura 29). Apenas os solos dos ambientes T3 e T2 podem ser considerados eutróficos, concentração de bases maior que 50%, significando que são os melhores solos

do ponto de vista de fertilidade, para serem utilizados para o cultivo agrícola.

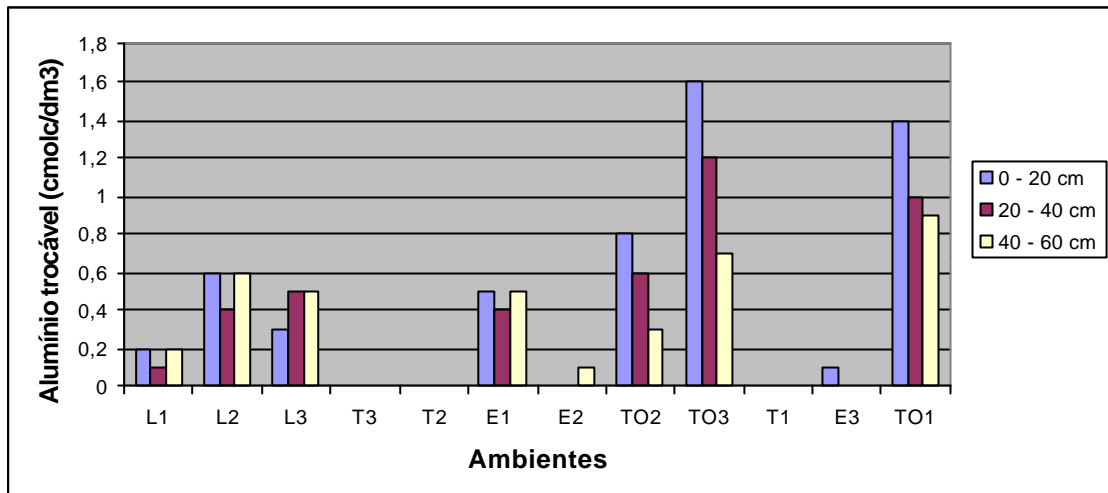


Figura 28: Teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ) nos solos da microbacia do Córrego dos Araújos.

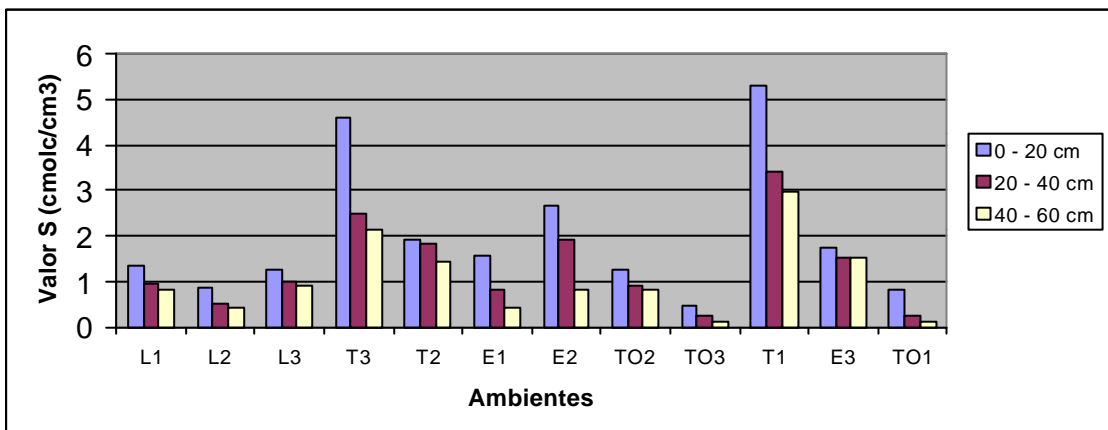


Figura 29: Valores de soma de bases (valores S) para os diversos locais da microbacia do Córrego dos Araújos.

As análises revelaram que os solos possuem acidez variando de média a elevada, com predomínio da primeira. Os teores de fósforo disponível (Melich-1) estão baixos em todas as amostras avaliadas. Os maiores valores de potássio trocável superficial podem estar associados à ciclagem biológica da matéria orgânica, mas também à maior disponibilização proporcionadas pelos minerais primários da rocha matriz.

Constatou-se, que predomina na bacia diferentes classes de solos e as mesmas podem ser utilizadas como estratificadores dos diferentes ambientes. Baseado nelas, pôde ser identificado, de uma maneira geral, as seguintes

classes de solos, que recebem diferentes tipos de uso e, apresentam também, características peculiares.

Leito:

No fundo do vale foram identificados os Gleis (Gleissolo Háptico Tb distrófico). É uma área pequena e tem sido utilizada com pastagem de braquiária e pequenos cultivos de feijão e milho. Nele também se encontram contruídos tanques de captação de água e criação de peixes.

Todos os três perfis amostrados, nas diferentes profundidades avaliadas, são distróficos. Os teores dos elementos como cálcio, magnésio e potássio são mais elevados na camada de 0 a 20 cm. Semelhante comportamento apresenta os teores de matéria orgânica. Um fato que os distingue são os teores de P-remanescente com a classe do solo. No Gleissolo próximo à nascente, a retenção de fósforo foi menor. Predomina neste maior percentual de areia grossa. Nesse caso a areia grossa tanto está contribuindo para uma menor retenção de fósforo, como também é um indicativo da intensa erosão em que estão submetidos estes solos da parte superior. Normalmente, as partículas mais grosseiras permanecem onde a energia da água é maior e as partículas mais finas (silte e argila) vão-se depositar no fundo do vale onde as águas são mais calmas, menos energéticas. Outro ambiente próximo ao Gleissolo é o terraço.

Terraço:

Como o vale tende a ser bem dissecado, a área de terraço não é expressiva. Nela, predomina o Argissolo Vermelho Amarelo. Foram coletadas amostras de solo em dois perfis. O da capineira, possivelmente em razão de resíduo de adubação, é eutrófico, com destaque especial para os teores mais elevados de cálcio. Semelhantemente aos Gleis, os elementos também se concentram na camada de 0 a 20 cm. No Terraço, onde predomina o sapé (*Imperata brasiliensis*) o solo é distrófico, mas não foi identificada a presença de alumínio trocável. O valor S é inferior ao do solo utilizado com capineira. Os valores de P-remanescente das amostras são muito semelhantes, o que pode indicar também uma mineralogia muito semelhante, já que a granulometria é semelhante.

As concentrações de cálcio e magnésio trocáveis apresentaram-se muito baixas para quase todas amostras de solo, com exceção das coletadas no terraço (T1 e T3), nas profundidades de 0 a 20 cm, onde a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  apresentou-se acima de  $3 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ . Porém no ambiente T3, houve o cultivo de capineira para alimentar os rebanhos e conforme constatado pela fotografia aérea, houve o cultivo de cafeeiro em 1978. No ambiente T1, em 1978 houve a prática de olericultura e hoje é ocupado por pastagem. No ambiente T2, as fotografias aéreas mostraram que a cobertura vegetal, pelo menos a partir de 1963, foi somente pastagem e é justamente nesta área de Terraço que as concentrações de cálcio e magnésio são baixas. A análise do histórico do uso do solo permite afirmar que as áreas de terraço que já foram cultivadas, apresentaram maiores concentrações de cálcio e magnésio, o que indica ser um ambiente mais conservador, isto é, o nutriente adicionado permanece por um tempo maior e a erosão e a lixiviação neste caso, são menores.

Apesar dos questionários aplicados não identificarem o uso de calagem nestas áreas, acredita-se que, em alguma época, esta calagem foi realizada, o que favoreceu a precipitação do Al, já que o pH acima de 5,5 não revelou a presença deste elemento nas amostras de solo. Os pHs mais elevados foram encontrados nas áreas de terraço.

Encosta:

Nas áreas de encostas dominam os Cambissolos Latossólicos e Argissolos Vermelho Amarelo que apresentam horizonte A geralmente de alta permeabilidade, seguido de B de baixa porosidade.

Nas encostas, cujo solo é de origem do diabásio, verificou-se a maior presença de voçorocas, que é explicada por haver rápida saturação do horizonte superficial, possibilitando o deslocamento da massa de solo pesado (encharcado), em porções, morro abaixo.

Amostras de solo da área de pasto (E1) apresentaram baixa soma de bases, indicando baixa fertilidade, que pode ser comprovada, visualmente, pela presença da gramínea sapé, que é uma espécie que tolera acidez elevada e solos de baixa fertilidade. Para estas áreas, recomenda-se a utilização de espécies arbóreas que consigam explorar camadas mais profundas do solo e



podem competir com o sapé, gramínea considerada como praga em pastagens por não ser palatável para rebanhos bovinos.

Topo:

No último ambiente, topo, parte mais elevada da encosta, foram amostrados três perfis. Cada um sob diferente tipo de uso: mata, eucalipto e pastagem degradada. Verifica-se que os solos, sob mata e pastagem degradada são álicos, isto é, os teores de alumínio trocáveis são elevados. A saturação de alumínio aumenta com a profundidade, mas os teores de alumínio trocáveis concentram-se na camada de 0 a 20 cm. Estes fatos, demonstram a sabedoria intuitiva dos agricultores, pois realmente deixaram para a reserva florestal os piores solos e procuraram utilizar aqueles que possuíam menor restrição em fertilidade, menor distância de casa e que acumulavam maior quantidade de água. Isto, novamente, coloca em discussão o aspecto legislativo vigente: como eles poderiam deixar a área que margeia os cursos d'água para composição de mata ciliar se os melhores solos estão nesta faixa do talvegue? Isto sugere que a legislação não pode ser de caráter nacional mas as peculiaridades de cada região devem ser observadas.

### **5.3.2. Água**

Atualmente, existem na microbacia do Córrego dos Araújos seis principais nascentes, sendo que duas delas permitem livre acesso ao rebanho bovino. Os animais, além de pisotear o solo molhado, compactando-o com maior facilidade, depositam seus dejetos nas/ou próximo das águas, contaminando-as. Nenhuma das nascentes apresenta suas áreas de preservação permanente legalmente estabelecidas, conforme já tratado anteriormente.

O pH da água (Tabela 3 e Figura 30) encontrou-se dentro de padrões estabelecidos para águas naturais, estando esse curso d'água, em relação a este parâmetro, na condição de classe especial.

Tabela 3: Resultado das análises química e física da água.

Tipo de Análise	Unidade	Amostras			
		1	2	3	4
Coliforme total	NMP/100 mL	$5,7 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$	$5,8 \times 10^3$	$7,7 \times 10^3$
Coliforme fecal	NMP/100 mL	$4,1 \times 10^2$	<1,0	$4,5 \times 10^2$	$4,1 \times 10^1$
pH	—	6,75	7,08	7,13	7,21
Condutividade elétrica	$\mu S m^{-1}$	19,2	41,9	49,3	53,6
Alcalinidade	mg L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub>	25,04	27,3	34,14	34,14
Acidez	mg L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub>	17,7	3,76	3,19	2,96
DBO	mg L <sup>-1</sup>	4,42	5,55	2,74	2,74
DQO	mg L <sup>-1</sup>	20	40	25	30

Esperava-se encontrar o pH da água acompanhando o pH dos solos que estão na faixa de 5, conforme mostrado anteriormente no Quadro 2. A presença de alumínio, naturalmente presente no material do solo com o qual a água tem contato, deveria concorrer para maiores abaixamentos do pH da água do curso d'água. A não concordância dos resultados de pH encontrados para a água e para o solo pode estar associada à época de coleta das amostras, que ocorreu no período de estiagem.

A condutividade elétrica (Figura 30) apresentou, semelhantemente ao que foi verificado com o pH, aumento da nascente para a jusante do curso d'água. A entrada de íons neste curso d'água aumentou à medida que se caminhou em direção à foz, provavelmente em razão de práticas antrópicas na Microbacia. Como a coleta das amostras foi realizada na época de seca, quando a quantidade de chuvas é baixa e, portanto, é menor ou ausente o escoamento superficial, os esgotos domésticos, contendo detergentes e alvejantes (íons de cloro), além de dejetos animais, podem ter contribuído para o aumento da quantidade de íons em solução. Acima do ponto de coleta da amostra 2 não existem residências, mas nas margens do local da coleta foi realizada a adubação de uma pequena área de plantio de feijão, o que favoreceu a entrada de íons na água e o aumento da condutividade elétrica.

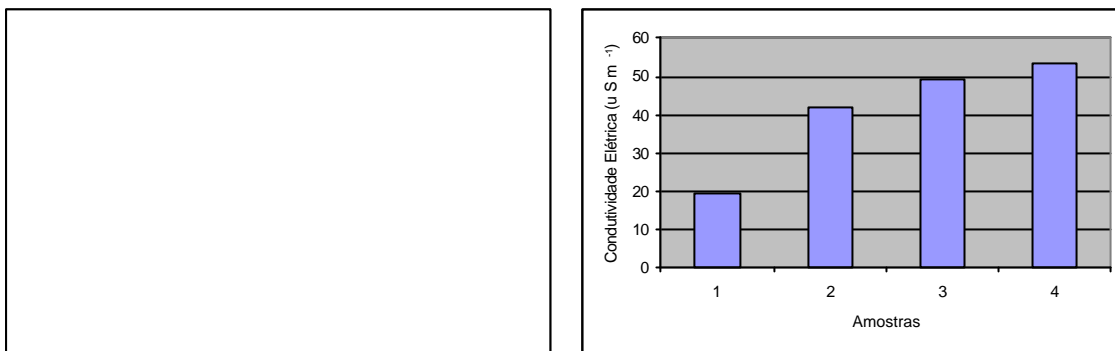


Figura 30: Valores de pH e condutividade elétrica das amostras de água coletadas na microbacia do Córrego dos Araújos.

Verificando-se os resultados das análises de acidez e alcalinidade (Tabela 3 e Figura 31) vê-se que a alcalinidade prevaleceu (valores mais elevados).

A alcalinidade da água aumentou da montante para a jusante do curso d'água mostrando um aumento da capacidade de neutralizar ácidos em vista, possivelmente, do aumento da concentração de íons bicarbonato em solução.

A acidez da água diminuiu do ponto de coleta da amostra 1 para o ponto de coleta da amostra 2 e se manteve para as amostras seguintes.

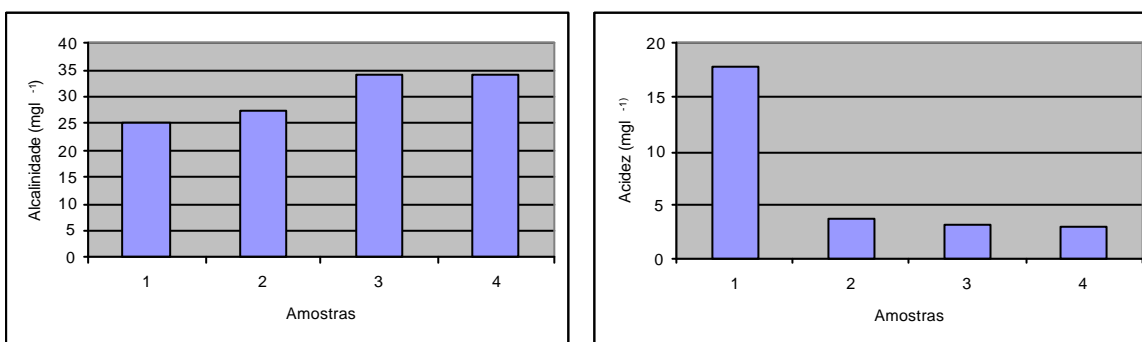


Figura 31: Alcalinidade e acidez das amostras de água coletadas na microbacia do Córrego dos Araújos.

Houve variação tanto da DBO quanto da DQO das 4 amostras analisadas (Tabela 3 e Figura 32). As amostras 1 e 2 apresentaram os maiores valores de DBO. A relativamente alta DBO da amostra 1 é explicada pelo provável carreamento de dejetos de bovinos e de animais silvestres para

dentro da água. A amostra 2, conforme já retratado anteriormente, apresentava-se com plantas hidrófilas em decomposição, e observa-se escoamento superficial da pastagem em direção ao curso d'água, favorecendo o aumento da DBO. A presença de grande quantidade de pequenas quedas d'água em direção à jusante proporcionou uma maior aeração do curso d'água e conseqüente diminuição da DBO. Como também já retratado, a presença de uma extensa área ocupada por taboa proporcionou, também, a depuração da água.

Parte da entrada de matéria orgânica no curso d'água se dá em razão do lançamento de dejetos do rebanho bovino que se encontram nas pastagens vizinhas do curso d'água, do lançamento de água proveniente de pias de cozinhas das residências, de dejetos de pocilgas e de currais e devido à putrefação de vegetais presentes nas margens ou nos cursos d'água.

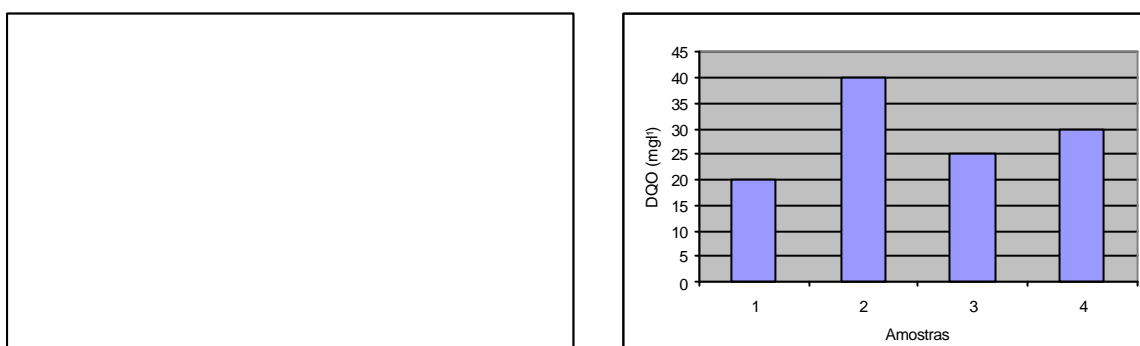


Figura 32: Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) das amostras de água coletadas na microbacia do Córrego dos Araújo.

As amostras 1 e 3 apresentaram elevada contaminação por coliformes fecais (Tabela 3 e Figura 33) sendo indicativo de contaminação da água com dejetos humanos e de animais. Cabe ressaltar que a presença de um único organismo coliforme fecal já é suficiente, segundo o Ministério da Saúde, para caracterizar a água como não potável (MATOS, 2000). O escoamento de água das chuvas, levando materiais para dentro da nascente, pode ser a maior razão para essa contaminação.

Entre o ponto de coleta da amostra 2 e 3, as práticas de adubação da cultura do feijão e de espécies cultivadas no quintal, utilizando-se esterco de

curral, em áreas próximas ao curso d'água, além de animais que consomem a água e defecam próximo ao curso, e dos efluentes de fossas sépticas, foram os pontos potenciais encontrados de contaminação da água por coliformes fecais.

Do ponto de coleta da amostra 3 para o ponto de coleta da amostra 4, observou-se grande quantidade de pequenas quedas d'água e a presença de longo trecho de taboa, reforçando o comentário acima sobre a capacidade de purificação da água realizada por esta vegetação.

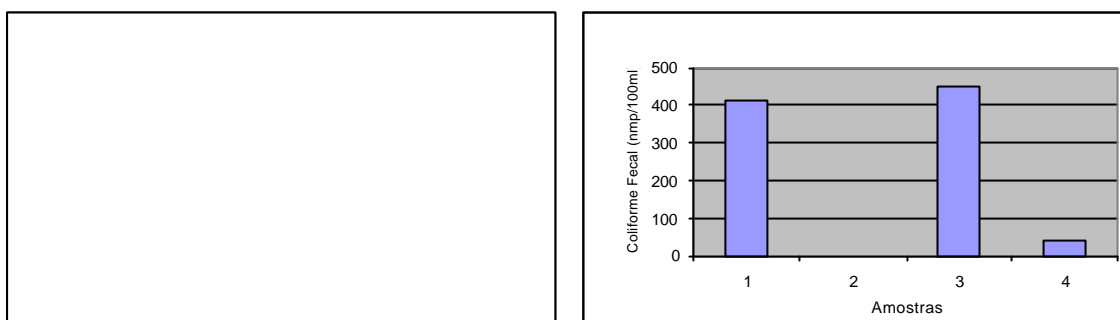


Figura 33: Contagem de bactérias dos grupos coliformes fecais e coliformes totais das amostras de água coletadas na microbacia do Córrego dos Araújo.

### 5.3.3. Culturas agrícolas

Atualmente, existe uma pequena área sendo utilizada para cultivo agrícola na Microbacia e outras duas mais significativas, uma cultivada com feijão no fundo do vale e a outra cultivada com milho na área de encosta.

A área cultivada com feijão encontra-se localizada dentro da área de preservação permanente.

A área cultivada por milho não está em conflito de uso com a área de preservação permanente, porém, a falta de terraceamento facilita a erosão do solo pelas águas da chuva favorecendo o empobrecimento deste solo e a diminuição da produtividade da cultura.

### 5.3.4. Pastagens

As áreas de pastagens apresentaram-se todas com problemas, tanto do ponto de vista ambiental quanto do econômico. Os solos das áreas de pastagens encontram-se ácidos, com baixa fertilidade e erodidos, além de

ocuparem áreas de preservação permanente. Nessas condições, aparecem solos expostos com baixo potencial de infiltração e retenção de água, acarretando riscos de secamento das nascentes e diminuição da vazão dos cursos d'água na época mais seca do ano.

O estado de degradação em que se encontram as pastagens de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*) e de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), predominantes nas áreas de encostas, evidencia a baixa capacidade de suporte de rebanhos.

### **5.3.5. Cobertura Florestal**

As áreas ocupadas por cobertura florestal estão aquém do que se é exigido pela legislação, em se tratando apenas das áreas de preservação permanente, pois para este estudo não se considerou as áreas de reserva legal. Estas coberturas florestais estão presentes somente em locais onde há menor pressão de uso, ou seja, em lugares de difícil acesso ou de solo com menor fertilidade. A área de floresta plantada (Eucalipto) apresenta-se em parte em conflito com a área de preservação permanente dada pelo topo de morro.

Grande parte da área de recarga do lençol freático, que está ocupada por pastagem degradada, poderia estar sendo utilizada para plantio florestal econômico, o que poderia melhorar a infiltração de água no solo e também a renda do produtor. Para uma situação desta, onde os produtores estão acostumados com suas atividades tradicionais (pecuária), a implantação de Sistemas Agroflorestais, principalmente os silvipastoris, poderia proporcionar inúmeros benefícios econômicos e ambientais.

### **5.3.6. Estradas**

Em se tratando das estradas da Microbacia, 27% apresentaram problemas de erosão e/ou com susceptibilidade a erosão devido ao traçado inadequado, permitindo o carreamento de solo para os cursos d'água e para área de pastagem.

### **5.3.7. Comunidade**

Os moradores da Microbacia mostraram-se curiosos e interessados nos trabalhos, não possuem conhecimento das conseqüências de suas práticas, estão desmotivados com o meio rural e mostraram incredibilidade em práticas agrícolas e florestais. Plantaram eucalipto por incentivo de amigos e não sabem se a atividade foi rentável ou não. Não plantariam novamente devido ao longo tempo que é necessário aguardar para obter o retorno econômico.

Os moradores têm consciência dos problemas da diminuição da vazão dos cursos d'água da Microbacia. Acreditam que aumentando a vazão poderiam se beneficiar por poderem obter água diretamente, dentro de casa, sem utilização de motobomba. Já tiveram que mudar rebanho de lugar devido à diminuição da disponibilidade de água em épocas secas e entendem que, se a Microbacia for recuperada, este tipo de problema não mais acontecerá. Recordam que de 20 a 30 anos atrás havia mais água no local. Hoje, somente uma família sobrevive totalmente da renda da propriedade.

### **5.4. Identificação das ações de recuperação e/ou conservação**

A implementação de medidas corretivas, da degradação de alguns elementos, pode trazer impactos negativos para outros, como por exemplo: os terraços de base larga proporcionam maior infiltração e contenção de escoamento superficial que os de base estreita mas, no entanto, estes causam verdadeiro impacto negativo inicial no solo devido a necessidade de alto nível de revolvimento deste e, portanto, tornam-se práticas mais onerosas. Sendo assim, é necessário prever, para cada técnica de recuperação e/ou conservação adotada, o impacto que será causado em outros elementos, a fim de se evitar a correção por um lado e o prejuízo ambiental e/ou financeiro por outro. Existem também situações em que uma mesma técnica é aplicada para dois ou mais elementos: a melhoria das pastagens proporciona maior infiltração de água no solo e maior disponibilidade de alimento para rebanhos.

No Quadro 4 está mostrado, em resumo, o estado geral em que se encontra cada elemento da Microbacia e uma síntese de ações de recuperação e/ou conservação recomendadas.

Quadro 4: Exemplo de algumas ações para recuperação e/ou conservação.

<b>Elemento</b>	<b>Estado atual</b>	<b>Ação recomendada</b>
Água	Alta turbidez	Revegetação do solo e terraceamento de encostas
	Elevada contagem de coliformes fecais	Fossas sépticas e tratamentos de dejetos de animais
	Elevados teores de matéria orgânica	Tratamento de dejetos de animais e retirada da vegetação em decomposição do fundo dos reservatórios d'água
	Irregularidade das vazões dos cursos d'água	Aplicação de técnicas que maximizem a infiltração de água no solo
Solo	Exposição a processos erosivos	Recuperação da pastagem por meio de correção química e replantio
	Presença de Voçorocas	Construção de barragens nos canais das voçorocas, plantio de vegetação, desvio de águas pluviais
	Erosão de encostas	Terraceamento para contenção do escoamento superficial
	Acidez elevada	Aplicação de calcário
	Baixa fertilidade	Correção com aplicação de fertilizantes
Pastagem	Baixa produtividade	Recuperação por meio de replantio e contenção de escoamento superficial para impedir a lavagem do solo e a perda de nutrientes
Culturas Agrícolas	Baixa produtividade	Escolha de cultura ideal para cada área e aplicação de fertilizantes mais adequados
Cobertura Florestal	Área ocupada por pastagens	Cercar áreas de preservação permanente para permitir regeneração natural e reflorestar as áreas com inclinação superior a 45°
Estrada	Erosão e carreamento de solo para cursos d'água	Construção de pequenas barragens para contenção das águas escoadas e elaboração de traçados mais adequados
	Má conservação	Desvio das águas pluviais do leito da estrada conduzindo-a a reservatórios
Comunidade	Sem conhecimento de riscos e conseqüências de suas ações	Implantação de programa de educação ambiental e de treinamento



#### 5.4.1. Práticas mecânicas de conservação de solos

Para contenção do escoamento superficial recomenda-se a utilização do terraceamento de base estreita (Figura 34), os chamados “cordões em contorno”, nas encostas com inclinação acima de  $45^\circ$  (áreas de preservação permanente), utilizando-se mecanização animal. Experiências na implementação de ações semelhantes foram obtidas pelo SAAE de Viçosa-MG, na bacia do Ribeirão São Bartolomeu, ocupada em grande parte pelas terras da Universidade Federal de Viçosa-UFV, no município de Viçosa-MG.

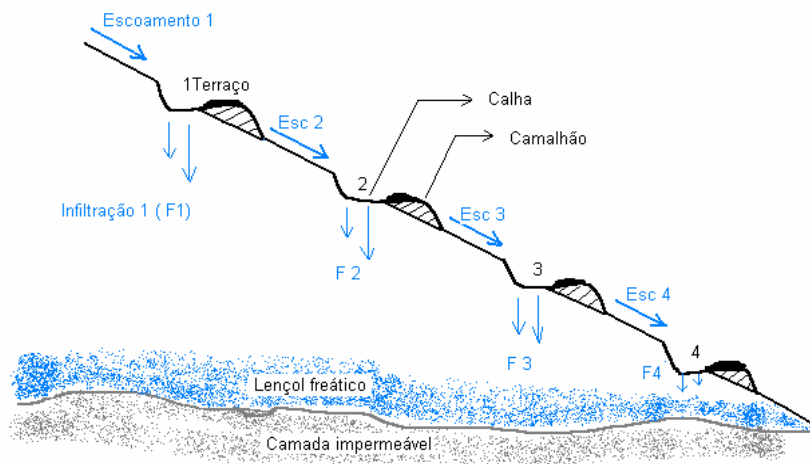


Figura 34: Ilustração de terraços (cordões em contorno), (VALENTE e GOMES, 2001).

O espaçamento entre terraços deve ser de 15 metros, com sulcos de 25 cm de profundidade e 30 cm de largura, e podem ser abertos com arado de aiveca tracionados por junta de bois.

Para o controle das voçorocas mais preocupantes na área, propõe-se a construção de pequenos açudes ao longo de seu canal, utilizando para isso, paliçadas. As águas pluviais devem ser desviadas em sua parte superior para que estas não continuem contribuindo com a retirada de solo de seu interior.

#### 5.4.2. Técnicas adequadas de construção e conservação de estradas rurais

As estradas rurais, devem ser conservadas e recuperadas por meio da

implantação de sistemas adequados de traçados e de drenagem, evitando a concentração e velocidade excessiva de água ao longo de seu leito, que provocam erosão e diminuem a infiltração. As estradas que apresentam uma maior declividade e que estão localizadas em áreas com solo fracamente estruturado, propícios à erosão, devem receber uma camada superficial de solo e de cascalho e ter a água de escoamento superficial conduzida até pequenos reservatórios de recepção (Figura 35). A água retida terá maior tempo para infiltrar no solo, aumentado com isso a recarga de água subterrânea.



Figura 35: Reservatório de recepção de água de estrada.

#### **5.4.3. Reflorestamento**

Nas áreas de encostas, com inclinação acima de  $45^{\circ}$ , e topo de morros, recomenda-se o reflorestamento com espécies nativas e exóticas, utilizando espaçamentos adequados ao desenvolvimento de sub-bosques, a fim de se criar condições ótimas de infiltração, proteção do solo e utilização pela fauna.

Neste reflorestamento, o espaçamento básico médio pode ser de 3,0 m x 3,0 m e o plantio em nível. Nas encostas, sabidamente detentoras de grande escoamento superficial de águas pluviais, recomenda-se a utilização dos terraços de base estreita (item 5.4.1) até que as plantas se desenvolvam

suficientemente e possam, por si só, reduzir a velocidade de escoamento da água. As plantas devem ser distribuídas no solo de forma alternada, formando maior rugosidade da superfície com a queda de folhas e pequenos galhos que, dificultando a passagem de água, proporcionam maior infiltração.

Até que as plantas se desenvolvam, o reflorestamento deve receber manutenção, de forma que o controle de plantas invasoras afete o mínimo possível o solo e não interfira no desenvolvimento das espécies plantadas. Deverá também ser realizada a reposição das mudas mortas e o controle inicial e de manutenção de formigas cortadeiras, utilizando-se iscas formicidas.

#### **5.4.4. Proteção de nascentes**

Propõe-se cercar as nascentes mais importantes (as que apresentarem maior vazão de água) para impedir a continuidade das práticas atuais (pisoteio por animais e poluição por dejetos destes) e para que possa ocorrer a regeneração natural da vegetação no seu entorno. Uma opção é a construção de cercas com três fios de arame e espaçamento de 2,5 m entre estacas.

#### **5.4.5. Melhoria de pastagens degradadas**

Com vista à recuperação das áreas de pastagens degradadas, deve-se realizar o plantio de leguminosas arbóreas nessas áreas, conforme metodologia dos trabalhos com sistemas silvipastoris desenvolvidos pela EMBRAPA/CNPGL (Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco - MG) na região de Juiz de Fora, em encostas com solos semelhantes aos da bacia do Ribeirão São Bartolomeu.

As leguminosas nativas utilizadas para a formação dos sistemas silvipastoris visando a recuperação de pastagens degradadas podem ser angico (*Anadenanthera macrocarpa*), acácia (*Acacia auriculiformis*), angicomirim (*Mimosa artemisiana*) e acácia-mângio (*Racosperma mangium*). Estas se destacam por apresentarem potencial para fixação de nitrogênio, ciclagem de nutrientes, proteção do solo e dos animais e usos múltiplos da madeira.

Algumas espécies exóticas também podem ser utilizadas nesse processo, tais como eucalipto (*Eucalyptus spp.*), teca (*Tectona grandis* L.F.) e toona (*Toona ciliata* M. Roem.). Essas espécies apesar de não apresentarem

potencial para fixação de nitrogênio (a falta de nitrogênio no solo é um dos principais problemas das pastagens na região da Zona da Mata de Minas Gerais), são importantes por produzirem madeira para exploração comercial. O eucalipto, por exemplo, pode ser utilizado tanto para energia como para serraria, e a teca e a toona principalmente para serraria, onde alcançam preços elevados. A madeira de teca no mercado exterior chega a alcançar valores 3 a 4 vezes maiores que a do mogno brasileiro. É importante ressaltar, que o plantio dessas espécies para esse fim, deve ser realizado em locais onde o cenário de degradação estabelecido ainda permita o crescimento satisfatório das plantas com a aplicação das técnicas de plantio e manejo adequadas.

Com isso, o plantio integrado de espécies nativas e exóticas para recuperação de pastagens degradadas por meio do sistema silvipastoril, além de proporcionar ganho de peso animal e melhor qualidade da pastagem, também garante a recuperação ambiental dessas áreas e a produção de madeira para comercialização, passando dessa forma a ser um sistema mais rentável para o produtor rural.

A implantação do sistema silvipastoril com esse objetivo e com essas espécies pode ser realizado basicamente de 3 formas distintas de plantio: em faixas, em grupos ou em linhas, conforme as condições do terreno, a exposição solar da encosta, a propriedade e o interesse do proprietário.

No plantio em faixas podem ser formadas 3 linhas de plantio, com as plantas obedecendo ao espaçamento 3 x 2 m. A distância entre faixas pode ser de 50 m. Já os grupos podem ser formados por 45 árvores, em forma retangular (grupos de 5 x 9 árvores), no espaçamento 3 x 3 m. A distância entre grupos pode ser de 76 m. No plantio em linha, o espaçamento entre árvores pode ser de 3 m, com a distância entre linhas de 30 m. Para a definição desses espaçamentos considerou-se um módulo de plantio de 1 hectare.

Para as 3 formas de plantio, os espaçamentos devem ser redefinidos de acordo com o tamanho das propriedades e com o tamanho das áreas dentro das propriedades onde serão implantados os sistemas silvipastoris. Assim, pode ter módulos de tamanhos variados, com o cuidado de manter o sombreamento adequado para as gramíneas, que em geral fica em torno de 40%.

Com relação ao preparo do solo, as encostas com maior declividade, devem ser preparadas com mecanização animal, com abertura de pequenos sulcos em nível, para a semeadura, ou aração em faixas, também em nível. As faixas devem ser aradas alternadamente. As que ficarem sem arar só devem ser preparadas e semeadas, quando a gramínea já estiver bem desenvolvida nas anteriores. Isso para não expor simultaneamente toda encosta ao processo erosivo. Onde for possível o trator operar em nível, o trabalho deve ser feito, sempre com alternância de preparo de faixas.

No momento do plantio, o solo deve receber uma adubação fosfatada (superfosfato simples ou fosfato natural) em dose a ser definida com base na análise química do solo de cada gleba.

#### 5.4.6. Saneamento

Na Figura 36 está apresentado um modelo de fossa séptica a ser construída, próxima às residências.

Quanto às águas residuárias oriundas de pocilgas e currais, os proprietários devem ser orientados e conscientizados pelo programa de treinamento (item 5.4.7) e de educação ambiental (5.4.8) sobre a necessidade de se tratar essas águas e sobre o valor fertilizante que apresentam. Projetos básicos de tratamento e aproveitamento agrícola devem ser apresentados aos produtores, mostrando-lhes as vantagens econômicas e ambientais do tratamento/aproveitamento agrícola desses resíduos.

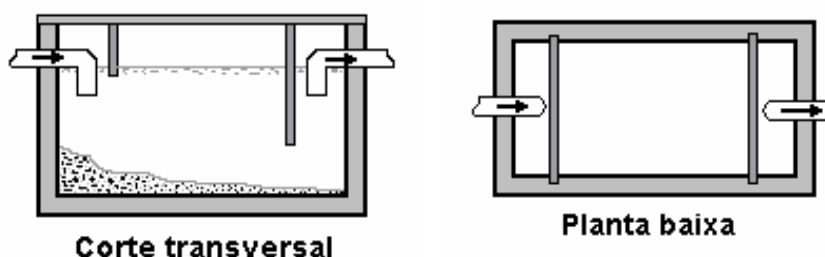


Figura 36: Vista geral de fossa séptica.

#### 5.4.7. Programa de treinamento

Para que os resultados dos trabalhos da Microbacia possam ser

positivos e servirem de exemplo para outros locais, é fundamental a interação da comunidade sobre as condições existentes e as técnicas a serem desenvolvidas. Para que isto seja possível, os proprietários devem ser convidados a participarem de visitas técnicas no campo para discussão sobre vantagens e desvantagens das técnicas utilizadas e a serem utilizadas.

Inicialmente, é importante que os produtores entendam o funcionamento do sistema hidrológico em bacias hidrográficas e a necessidade do uso racional do recurso água. Daí a importância de um curso sobre "fundamentos hidrológicos da recuperação ambiental de bacias hidrográficas", com forte presença de aulas de campo, onde deve-se explorar o conhecimento natural do agricultor, levando-o a correlacionar a teoria hidrológica com suas observações do dia-a-dia no meio rural.

#### **5.4.8. Educação ambiental**

Para a realização de um programa de educação ambiental deve-se contemplar a preparação de uma cartilha, cartazes, folders, sendo estes materiais ambientados na Microbacia.

A cartilha, os cartazes e os folders, por meio de muita ilustração e de fácil linguagem, devem conscientizar a comunidade sobre a importância da Microbacia para suas atividades e seu bem estar; mostrar que é possível manter suas produtividades e até mesmo aumentá-las quando se explora os recursos ambientais com mínima agressão a ele. Além disso, visa mostrar à comunidade que ela própria é a responsável direta pela conservação dos recursos da Microbacia. Ao final do programa de educação ambiental, tem-se por objetivo, deixar, pelo menos parte da comunidade, conscientizada da necessidade de se recuperar e conservar os recursos da Microbacia.

#### **5.5. Inferências sobre os benefícios da recuperação e/ou conservação**

A recuperação e/ou conservação da microbacia do Córrego dos Araújos poderá resultar em dois benefícios, sendo um físico e o outro sócio-econômico, estando o segundo na dependência do primeiro. Os físicos, que irão proporcionar benefícios sócio-econômicos para os produtores e para os

moradores da cidade, são: o aumento da vazão e a melhoria da qualidade da água.

- Aumento de vazão

Por meio dos dados, obtidos de literaturas pesquisadas, construiu-se a Tabela 4:

Tabela 4: Comportamento da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu frente a uma precipitação anual (P) de 1.200 mm.

Componentes hidrológicos*	Bacia do R. S. Bartolomeu**	Bacia ideal***
	mm	
Precipitação (P)	1.200	1.200
Infiltração (F)	936	1.080
Escoamento Superficial (ES)	264	120
Evapotranspiração (EP)	840	804
Abastecimento do Lençol (AL)	96 (8%)	276 (23%)

\*F + ES = P e AL + EP = F      \*\* VALENTE e GOMES (2001)      \*\*\* HEWLETT (1982)

Como se pode observar, pelos dados apresentados na Tabela 4, a situação ideal, segundo HEWLETT (1982), seria alcançada quando a bacia fosse capaz de acumular até 23% da água precipitada, anualmente, no lençol freático (276 mm em relação a 1.200 mm). Já a bacia do Ribeirão São Bartolomeu, que é exemplo típico do estado de degradação de toda a Zona da Mata, apresenta péssimo comportamento hidrológico, com capacidade de acumular apenas 8% da precipitação anual no lençol freático (96 mm em relação a 1.200 mm) (VALENTE e GOMES, 2001).

Segundo RIGHETTO (1998), quando se trata do assunto em uma escala de tempo anual, pode-se igualar a recarga (AL), às vazões ou fluxos de base.

“As nascentes do Ribeirão São Bartolomeu encontram-se no estágio da bacia degradada, com vazão quase três vezes menor do que o ideal (18,25 L/min em relação a 52,47 L/min). Como o ideal nem sempre é possível na prática e realmente muito difícil para o caso, seria viável a vazão de 36 L/min, passando o AL de 96 para 192 mm, por meio do aumento da infiltração e diminuição da evapotranspiração. **Essa meta**

**não seria uma utopia, pois dados históricos indicam que, há 20 anos, a vazão do Ribeirão São Bartolomeu era o dobro da atual.** É, portanto, uma questão de recuperação ambiental das bacias de cabeceiras, onde estão as nascentes” (VALENTE e GOMES, 2001).

Comparando a precipitação pluviométrica histórica do município de Viçosa, verificou-se que não houve tendência de decréscimo, conforme apresentado na Tabela 5, permitindo mais uma vez reforçar que a diminuição da vazão do Ribeirão São Bartolomeu se deve apenas à menor taxa de infiltração de água no solo para o abastecimento do lençol freático.

Tabela 5: Dados climatológicos do município de Viçosa-MG (FERNANDES,1996).

Precipitação média total	Período
mm	
1341,2	1931 a 1960*
1221,4	1961 a 1990**
1324,1	1991 a 1994***

\*, \*\*\* = Estação Meteorológica de Viçosa.

\*\* = Normas climatológicas (Brasil, 1992).

Em vista, portanto, do comportamento hidrológico e de conservação do Ribeirão São Bartolomeu, das técnicas de recuperação e/ou conservação previstas e com base na situação ambiental desta bacia hidrográfica encontrada há 20 anos, é possível inferir que o aumento da vazão também seria o dobro. Porém, optou-se por considerar um aumento de apenas 50% na vazão do Ribeirão São Bartolomeu para inferir sobre os demais benefícios. Vale ressaltar, ainda, que não se trata apenas de aumento de vazão e sim, principalmente de sua regularização. Na Figura 37 está representado o comportamento da vazão do Ribeirão São Bartolomeu medida de setembro de 1997 a agosto de 1998. Observa-se uma grande diferença de vazão dos meses secos para os meses chuvosos evidenciando a baixa retenção de água no solo nesta época chuvosa. Com as técnicas de recuperação e/ou conservação haverá maior infiltração de água no solo e, portanto, maiores vazões nas épocas de seca, aproximando a vazão média mensal da vazão média anual.



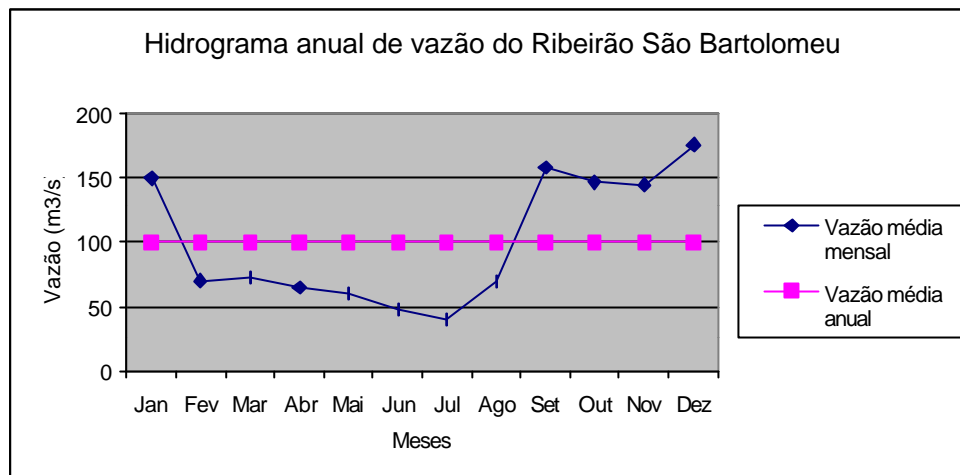


Figura 37: Comportamento hidrológico do Ribeirão São Bartolomeu no período hidrológico de setembro/97 a agosto/98 (SOUZA, 1999).

- Melhoria na qualidade da água

As técnicas de recuperação e/ou conservação podem proporcionar benefícios no que se refere à qualidade da água como diminuição da contaminação bacteriológica e da turbidez. Pode-se dizer também que deverá haver diminuição da DBO e da DQO devido a menor entrada de matéria orgânica nos cursos d'água.

A menor turbidez é possível de se obter devido à menor quantidade de partículas carregadas com a contenção de parte do escoamento superficial nos terraços e reservatórios de armazenagem.

A diminuição da contaminação bacteriológica se obtém evitando o lançamento de dejetos animais e domésticos nos cursos d'água, ou seja, com a construção de fossas sépticas para as residências e desvio e reutilização de dejetos, principalmente de pocilgas e currais.

### 5.5.1. Benefícios para o produtor

Para o produtor rural, dois benefícios principais deverão ser obtidos: o aumento da produtividade agropecuária da propriedade e a diminuição de riscos de contaminação de doenças de veiculação hídrica.

Para o caso da produtividade leiteira, tanto a melhoria das pastagens por meio de correção química dos solos quanto a escolha ideal das espécies de gramíneas proporcionará aumento da produtividade. Quanto ao aumento das produtividades das culturas, isto deverá ser obtido também com a escolha adequada do local e do tipo de cultura e com a correta correção química dos solos.

No caso do risco de contaminação, pode-se afirmar que a melhoria da água diminuirá os riscos de contaminação de doenças de veiculação hídrica. E por meio do treinamento e da educação ambiental, os produtores podem se beneficiar, também, aprendendo novos métodos de ações sustentáveis.

### **5.5.2. Benefícios para o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE)**

Extrapolando os resultados que poderão ser obtidos com a recuperação da microbacia do Córrego dos Araújo (aumento da vazão e melhoria da qualidade da água) para a bacia do Ribeirão São Bartolomeu, pode-se prever alguns benefícios econômicos para a concessionária de água.

- Diminuição de consumo de produtos químicos utilizados no tratamento da água

Para o tratamento, há a necessidade de utilização de produtos químicos, cuja quantidade é dependente da turbidez e da contaminação bacteriológica das águas. A frequência de lavagem das Câmaras de Floculação, Decantação e Filtros é também, dependente da turbidez das águas.

#### **Sulfato de alumínio**

Em se tratando de consumo de sulfato de alumínio, este está diretamente relacionado à turbidez da água.

Na Figura 38, está apresentada a variação da turbidez da água captada pela ETA I e ETA II ao longo do ano de 1999. Esta comparação mostra uma maior turbidez da água captada pela ETA II e, portanto, maiores necessidades de coagulantes (sulfato de alumínio) para o tratamento da água captada por ela, que pela da ETA I.



Figura 38: Turbidez da água captada pelas estações de tratamento de água do SAAE no ano de 1999.

Considerando que, com a recuperação da Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, menor deverá ser o escoamento superficial e conseqüentemente menor será o carreamento de partículas de solo para o curso d'água, espera-se a redução da quantidade de agentes coagulantes a serem utilizados no tratamento da água.

Percebe-se um aumento nítido na turbidez da água durante as épocas chuvosas. É mais que normal que haja realmente uma maior turbidez da água dos cursos d'água nestas épocas. Porém, quando a bacia encontra-se degradada, este aumento tende a ser bem maior do que no caso da bacia encontrar-se com baixa taxa de escoamento superficial. A recuperação diminuirá a taxa de escoamento superficial, com conseqüente diminuição da turbidez, resultando em menor consumo de sulfato de alumínio até mesmo em épocas chuvosas.

Em síntese, a diminuição na turbidez da água captada resultará em diminuição dos gastos com produtos químicos (Cal hidratada e sulfato de alumínio), com pessoal para limpeza do sistema de tratamento (diminuição de

lavagem dos filtros, das câmaras de floculação e de decantação) e diminuição do consumo de água utilizada neste processo de lavagem.

## Cloro

A melhoria da qualidade biológica da água resultará em diminuição do uso de desinfectantes, neste caso, de cloro.

Na Tabela 6, está mostrado o consumo de cloro para desinfecção bacteriológica utilizado para as duas ETAs. Foi verificado que a necessidade de utilização de cloro para a ETA II é maior do que para a ETA I.

Tabela 6: Consumo de cloro para tratamento dos agentes bacteriológicos.

ETA	Consumo de Cloro	Volume tratado	Consumo de
	kg/mês	1.000m <sup>3</sup>	Cloro/1.000 m <sup>3</sup> de água kg/m <sup>3</sup>
ETA I – S. BARTOLOMEU	310	250	0,96
ETA II – VIOLEIRA	240	190	1,26

Com o esperado aumento da vazão do Ribeirão São Bartolomeu haverá diminuição da captação de água do Rio Turvo e, portanto, menor consumo de cloro, haja visto a menor contaminação bacteriológica e turbidez da água do Ribeirão São Bartolomeu em comparação com a água do Rio Turvo.

- Diminuição do consumo de energia elétrica

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 7, pode-se verificar que a proporção de água captada pelas duas estações de tratamento de água de Viçosa para o abastecimento da cidade em épocas chuvosas (Outubro-Março), não se mantém para as épocas secas do ano (Abril-Setembro). A quantidade de água que o SAAE capta do Ribeirão São Bartolomeu chega a diminuir, em média, de 90 L/s para 50 L/s nas épocas de seca e em casos extremos, como no ano passado, podendo chegar a 35 L/s. Esta situação ocorre devido à não retenção da água do período chuvoso no solo, indícios da degradação, como já discutido anteriormente. Na época seca, a água faltante para o abastecimento da cidade, passou a ser captada do Rio Turvo (vazão média do rio: de 1000 L/s

no período chuvoso e de 700 L/s no período de estiagem) pela ETA II. Porém, a maior distância em que se encontra a ETA II da cidade de Viçosa em relação a ETA I, faz com que o custo de sua água seja maior. Além disso, 60% da água tratada da ETA I, pode ser “distribuída por gravidade”, ou seja, requerendo apenas um sistema de bombeamento, ao passo que para toda a água proveniente do processo de captação e tratamento da ETA II requer no mínimo dois sistemas de bombeamento, aumentando o custo ainda mais devido ao maior consumo de energia elétrica.

Seria, mais vantajosa a captação de água realizada somente no Ribeirão São Bartolomeu, porém, no estado de degradação em que se encontra a sua bacia, a água produzida não é suficiente.

Outro problema agravante da captação de água do Ribeirão São Bartolomeu em épocas secas é o fato da Universidade Federal de Viçosa, grande consumidora de água, também fazer uso deste manancial para o suprimento de suas atividades.

Tabela 7: Captação de água realizado pelas ETAs/Viçosa.

ETA	Abril-Setembro	Outubro-Março
	Captação/Período de funcionamento (L/s) /(h/dia)	Captação/Período de funcionamento (L/s) /(h/dia)
ETA I - S. BARTOLOMEU	90/16	115 /21
ETA II -VIOLEIRA	100/24	50/24

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou avaliar o uso dos recursos naturais da microbacia do Córrego dos Araújos, sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu, e identificar técnicas de recuperação e/ou conservação para esta Microbacia, bem como identificar possíveis benefícios sócio-econômicos possíveis de serem obtidos após a aplicação das técnicas.

A microbacia do Córrego dos Araújos localiza-se na porção média do Ribeirão São Bartolomeu e, com auxílio de aerofotos e questionários, foi avaliado o uso de seu solo a partir de 1963 e também identificado as áreas em conflito de uso deste solo.

Além disso, foi realizado um diagnóstico de sete elementos da Microbacia que permitiu, com auxílio de técnicos especialistas de várias áreas e consulta a literatura, identificar as técnicas de recuperação e/ou conservação para estes elementos. Inferiu-se e discutiu-se benefícios físicos e sócio-econômicos que poderiam ser proporcionados com a aplicação das técnicas de recuperação e/ou conservação para toda a bacia do Ribeirão São Bartolomeu.

As áreas ocupadas por matas, na microbacia do Córrego dos Araújos, aumentaram do ano de 1963 para o ano 2000, mas este aumento não foi suficiente para atender a quantidade de área exigida na legislação vigente. Por outro lado, se as áreas de preservação permanente forem respeitadas, a sustentabilidade dos produtores pode ser comprometida por falta de área fértil para exercer suas atividades. Isto mostra a necessidade de apoio e orientação técnica a fim de identificar alternativas de uso do solo para que este seja legal

e sustentável.

Todos os elementos componentes da Microbacia, diagnosticados, apresentaram a necessidade de pelo menos uma ação de recuperação e/ou conservação. Os maiores problemas constatados se referiram ao uso inadequado do solo, que vem provocando ao longo dos anos, a degradação deste solo e a de outros elementos que com ele se interagem. Esta situação mostra o descaso e a falta de conhecimento que o homem possui com o meio ambiente.

Foram identificadas várias técnicas que podem melhorar as condições ambientais da Microbacia, porém, a maioria destas estão além das condições financeiras dos produtores, para que sejam implementadas. Há também, a necessidade, mesmo em escala micro de planejamento, da multidisciplinaridade de conhecimentos para que os resultados da aplicação destas técnicas possam repercutir positivamente, tanto no local quanto externamente, haja vista a comunicação das águas.

Apesar de relativamente pequena, em área, a microbacia do Córrego dos Araújo possui enorme variedade de elementos e interações entre estes, o que a torna altamente didática e, por meio de seu estudo, é possível extrapolar seus dados e conclusões para toda a bacia do Ribeirão São Bartolomeu. Vale ressaltar, portanto, que mais estudos em escalas micro poderiam ser realizados a fim de entender, com maior segurança, os processos hidrológicos para posteriormente manejar em escala macro. Isto evitaria, em muitos casos, a tomada de decisões em larga escala sem um conhecimento profundo das conseqüências destas decisões.

A aplicação das técnicas de recuperação da microbacia do córrego dos Araújo pode oferecer bons resultados, no entanto, como já discutido, são práticas onerosas e a grande maioria dos proprietários das terras não possui condições de realizá-las. Por outro lado, quando se consegue financiamentos para aplicação destas técnicas em suas propriedades, pode-se esbarrar na falta de interesse destes produtores em cooperar com a atividade, por estas muitas vezes não lhes proporcionar um retorno financeiro direto. Esta situação pode ser melhorada quando, por meio de programas de educação ambiental, o produtor passa a compreender a necessidade de se recuperar e/ou conservar a bacia hidrográfica e a importância desta recuperação e/ou conservação para a

sustentabilidade de suas atividades. Quando há entendimento da filosofia da recuperação, logo há a compreensão de que os benefícios econômicos serão diretos e indiretos, mas a médio ou longo prazo e podem ser duradouros, ou seja, sustentáveis.

Quanto às áreas protegidas, fica um dilema a ser resolvido: as áreas ribeirinhas, que são as mais férteis, e as de topos de morros, são impedidas de uso; as áreas de encosta, são áreas de risco de erosão e de fácil perda de nutrientes e, as que poderiam ser utilizadas são as áreas de terraço, porém, em muitos casos, são pequenas ou inexistentes devido à topografia do terreno. Reforça-se mais uma vez, assim como em outros trabalhos que trataram das áreas com conflitos de uso do solo, que é necessário rever a exigência de áreas de preservação permanente para certas regiões, sendo uma delas, a da bacia do Ribeirão São Bartolomeu. As leis generalizadas de áreas de preservação permanente, em muitas situações, ferem a condição de sustentabilidade de pequenos produtores, como os da microbacia hidrográfica do Córrego dos Araújo.

Inúmeros são os benefícios da aplicação das técnicas de recuperação da microbacia do Córrego dos Araújo e mais ainda da bacia do Ribeirão São Bartolomeu, porém há uma dificuldade muito grande em se implementar ações desta natureza, principalmente por estas muitas vezes dependerem da mudança da consciência da população, principalmente das lideranças e por muitas vezes necessitar também de mudanças de costumes, como por exemplo, não cultivar em áreas de encostas sem terraceamento ou de implantarem Sistemas Agroflorestais.

A implementação de técnicas como as propostas neste estudo são dependentes principalmente da quantidade de recurso, da existência de apoio multidisciplinar e da finalidade do trabalho.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, L. M. **Sistemas de informação geográfica como instrumentos para o planejamento de uso da terra, em bacias hidrográficas.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 112 p. Tese (Doutorado em ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- ARRUDA, P. R. R. **Uma contribuição ao estudo ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa, Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990. 335 p.
- BRIGGS, M. Evaluating degraded riparian ecosystems to determine the potential effectiveness of revegetation. In: WILDLAND SHRUB AND ARID LAND RESTORATION SYMPOSIUM, Las Vegas, 1993. **Proceedings...** Las Vegas: NV USA Department of Agriculture, 1993. p. 63 – 65.
- CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. **Sistemas de informações geográficas.** Viçosa, MG: UFV – Imprensa Universitária, 1995. 34 p.
- CARVER, A. J. **Fotografia aérea para planejamento de uso da terra.** Brasília, D.F. : MA/SNAP/SRN/CCSA, 1998. 77 p.
- CASTRO, P. S. e. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa – MG.** Viçosa, MG: UFV, 1980. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- CAVALCANTI, D. F. **Legislação de conservação da natureza.** Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1971. 271 p.

- CAVALCANTI, H. C. **Uso de um sistema de informação geográfica no processo de elaboração de laudos de concessão de licenças para desmate.** Viçosa, MG: UFV, 1993. 92 p.
- CHAVES, A. S. **Diagnóstico e monitoramento da qualidade da água na bacia de captação do Ribeirão São Bartolomeu.** Viçosa, MG: UFV/PIBIC/CNPq, 2001. 56 p. (Relatório)
- CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa.** Viçosa, MG: UFV, 1983. 87 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- DISPERATI, A. A. **Obtenção e uso de fotografias aéreas de pequeno formato.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1991. 290 p.
- ENCONTRO DE PRESERVAÇÃO DE MANANCIAS DA ZONA DA MATA MINEIRA, 2, 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. 580 p.
- FERNANDES, M. M. **Caracterização de solos e uso atual empregando aerofotos não-convencionais nas sub-bacias Marengo, Palmital e Silibar-Turvo Sujo, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 107 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- GRAY, D. H.; LEISER, A. T. **Biotechnical slop protection and erosion control.** New York: Van Nostrand Reinhold company, 1982. 269 p.
- HEWLLET, J. D. **Principles of forest hidrology.** Athens: University of Georgia, 1982. 183 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração:** técnicas de revegetação. Brasília, D.F., 1990. 96 p.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Guia do produtor rural.** Cataguases: Imprensa oficial do Estado de Minas Gerais/DO/SI, 1985. 220 p.
- KOEHLER, D. A.; THOMAS, A. E. **Managing for enhancement of riparian and wetland areas of the western United States:** an annotated bibliography. Idaho: US Department of Agriculture, 2000. 369 p.
- LAMPARELLI, R. A. C. ;ROCHA, J. V. **Geoprocessamento aplicado à agricultura e ao planejamento do meio físico em bacias hidrográficas.** Campinas, 1998. 41p.
- LEVANTAMENTO exploratório dos solos da região sob influência da Cia. Vale do Rio Doce. Rio de Janeiro: **MA/EPFS/CVRD**, 1970. 148 p.

- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: USP, 1986. 242 p.
- MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 4.ed. São Paulo: Malheiros, 1992. 606 p.
- MANUAL básico de introdução ao geoprocessamento e uso do software spring para técnicos do IEF. Viçosa, MG: **UFV**. 46 p. v.10
- MOREIRA, A. A. **Identificação de conflito de uso da terra em uma microbacia hidrográfica**. Viçosa, MG: UFV, 1999, 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa,.
- MATOS, A. T. **Poluição ambiental e seus efeitos**. Brasília: ABEAS, Viçosa, UFV – DEA. Curso de uso racional dos recursos naturais e seus reflexos no meio ambiente. 121 p. Mod 6, 2000.
- MOTA, P. E. F. O recurso natural solo. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.7, n.80, p. 3-11, 1981.
- MINAS GERAIS. Decreto nº 33944, de 18 de setembro de 1992. Regulamenta a Lei nº 10561, de 27 de dezembro de 1991, que dispõe sobre a política florestal no Estado de Minas Gerais. **LEI Florestal de Minas Gerais**. Belo Horizonte, p.19-34, 1992.
- NARDELLI, A. M. B.; FRANCO, F. S.; GARCIA, A. R.; ARRUDA, P. R. R.; COUTO, L.; MÜLLER, J. S.; SANTOS, A. P. **Propostas para recuperação de áreas de preservação permanentes na região de Viçosa - MG, a partir de sistemas agroflorestais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, 1998, Belém. **Anais...**Belém: EMBRAPA/CPATU, 1998. p. 77-79.
- NUNES, A. P. Código de águas. **Revista dos Tribunais**. São Paulo, v.6, 1980.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 1987. 549 p.
- 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, MG: UFV, 1997. 90 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RAMAKRISHMAN, P.S. **The Jhum agroecosystem in north-eastern India : A case study of the biological management of soils in a shifting agricultural system**. In : WOOMER, P.L.& SWIFT, M. J. ed. *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*.1 ed, Chicester, John Wiley & Sons. 1995. p. 189-208.

- RESKI, D. V. S.; GOMES, J. F. M. Planejamento agropecuário a nível de microbacias hidrográficas na região dos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1989, Brasília, D.F. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1995. p. 198-222
- RESENDE, M.; CURI, N. ; RESENDE, S. B. ; CÔRREA, G. F. **Pedologia, base para distinção de ambiente.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 338 p.
- RESENDE, 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-convecionais,** Viçosa, MG: UFV, 1986. 13 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. ; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª aproximação.** Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.
- RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica.** São Paulo: Nacional, 1965. 226 p.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas.** 2.ed. Santa Maria: UFSM, 1991. 1981 p.
- SCHETTINO, L.F., BRAGA, G. M. **Agricultura familiar e sustentabilidade.** Edição do autor, Vitória-ES, 2000. 83 p.
- SERVIÇO AUTONOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Relatório anual.** Viçosa, MG, 1999. 50 p.
- SILVA, E. **II Curso técnico de recuperação de águas degradadas.** Viçosa, MG: UFV, 1998. paginação irregular.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos,** plantas e fertilizantes. Brasília, D. F. : EMBRAPA/SOLOS, 1999. 370 p.
- TELLMAN, B.; FINCH, M. D. ; EDMINISTER, C. **The future of arid grasslands: identifying issues, seeking solutions.** Tucson, Arizona: U.S. Department of Agriculture, 1996. 392 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Diagnóstico econômico da Zona da Mata de Minas Gerais.** Viçosa, MG, 1997. 312 p.
- VALENTE, O. F.; CASTRO, P. S. ; GOMES, M. A. A. **Conservação de Nascentes.** Viçosa, MG: UFV/DEF/IEF, 1998. 41 p. (Apostila)
- VALENTE, O. F. ; GOMES, M. A. A. **Revitalização da capacidade de produção de água da Microbacia do Ribeirão São Bartolomeu – Viçosa – MG.** Viçosa, MG: CMCN/UFV/EMATER/SAAE, 2002. 44 p. (Mimeografado)
- VELOSO, H. P. **Atlas florestal do Brasil.** Rio de Janeiro, 1996. 82 p.

VIDAL, M. **Revegetação de área de caulim, na Zona da mata em Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 71 P. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

## **8. APÊNDICE**

## 8.1. Apêndice A

Quadro 1 - Resumo das entrevistas realizadas com os moradores da microbacia hidrográfica do Córrego dos Araújos.

INFORMAÇÕES	ENTREVISTADOS			
	1	2	3	4
Área da propriedade(ha)?	25	2,5	1	14
Forma de aquisição?	Herança	Herança	Aluga	Herança
Há quantos anos reside no local?	5,5	30	1	30
Números de habitantes?	5	7	2	2
Quantos trabalham na propriedade?	1	Nenhum	Nenhum	Nenhum
Tem energia elétrica?	Sim	Sim	Sim	Sim
Vive apenas da propriedade?	Sim	Não	Não	Não
Interesse pelas atividades rurais?	Insatisfeito	Só para morar	Sim	Nenhum
Motivação dos filhos em continuar com atividades no local?	Sem motivação	Sem motivação	Sem filhos	Sem motivação
Como era quando chegou no local?	Igual	Tinha mais água	Igual	Mais atividade agrícola e mais água
Localização da casa, por quê?	Próximo a água	Próximo á água	Próximo á água	Único local plano
Realizou desmatamento?	Não	Não	Não	Não
O que plantava?	Milho e feijão	Feijão, café e milho	Não planta	Hortaliças
O que planta agora?	Milho e feijão	Não Planta	Não planta	Hortaliças
Qualidade da água (melhorou ou piorou?)	Igual	Igual	Igual	Melhorou
Quantidade da água (aumentou ou diminuiu?)	Diminuiu	Diminuiu	Igual	Diminuiu
Fertilidade do solo?	Piorou	Piorou	Piorou	Igual
Locais de plantio?	No vale	Terraço e encosta	-----	Terraço
Preparo do solo?	Manual	Manual	-----	Manual
Práticas culturais?	Capina e aduba pouco com esterco de curral	Capina	-----	Capina e aduba
Principais cultivos (aumentou ou diminuiu a produção?)	Não mudou	Não mudou	-----	Diminuiu
Esgoto doméstico (fossa ou rio?)	Fossa	Fossa	Fossa	Fossa
Qual o benefício do aumento da vazão?	Poderá irrigar	Nenhum	Nenhum	Poderá irrigar
Qual o benefício do aumento na qualidade da água?	Menos doença	Beber c/ maior segurança	Não sabe	Menos doença