

MARCOS ANTÔNIO GOMES

**SOLOS, MANEJO E ASPECTOS HIDROLÓGICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARAÚJOS, VIÇOSA - MG**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

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

T

G633s
2005

Gomes, Marcos Antônio, 1972-
Solos, manejo e aspectos hidrológicos na bacia
hidrográfica dos Araújos, Viçosa-MG
Marcos Antônio Gomes. – Viçosa : UFV, 2005.
xi, 100f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: João Carlos Ker.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 78-84.

1. Bacias hidrográficas - Viçosa (MG) - Administração.
 2. Solos - Conservação - Viçosa (MG).
 3. Solo - Uso - Viçosa (MG).
 4. Química do solo - Viçosa (MG).
 5. Física do solo - Viçosa (MG).
 6. Hidrologia - São Bartolomeu, Rio, Bacia (MG).
 7. Água - Qualidade.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 551.483098151

MARCOS ANTÔNIO GOMES

**SOLOS, MANEJO E ASPECTOS HIDROLÓGICOS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARAÚJOS, VIÇOSA - MG**

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

APROVADA: 12 de julho de 2005.

Prof. João Luiz Lani
(Conselheiro)

Prof. Walter Antônio Pereira Abrahão

Prof. Ivo Jucksch

Prof. Aristides Ribeiro

Prof. João Carlos Ker
(Orientador)

A Deus, por sua bondade inigualável.

Aos meus pais, Benedito e Maria, com imenso carinho.

Ao meu irmão Fábio.

À razão do meu viver, Patrick e Iago, pelo amor e pelas alegrias.

Aos meus sobrinhos, Valkiria, Leonardo, Bruno, Luca e em especial ao Arthur (símbolo de luta e perseverança).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Solos, pela oportunidade oferecida para a realização do Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa para o meu treinamento em nível de Mestrado.

Ao Professor João Carlos Ker, pela orientação prestada no desenvolvimento deste trabalho, pela confiança depositada, pela amizade e pela contribuição para o meu amadurecimento profissional.

Aos Professores João Luiz Lani e Liovando Mariano da Costa, pelo incentivo, pelos conselhos, pela amizade e, sobretudo, pela confiança depositada.

Ao Professor Osvaldo Ferreira Valente, pioneiro nos estudos sobre Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas no Brasil, a quem tenho um imenso respeito e eterna gratidão, pela amizade paterna e pelo grande apoio nas várias etapas do trabalho.

Ao Professor Paulo Sant'Anna e Castro, pelos conhecimentos transferidos e pela agradável amizade.

A todos os Professores do Departamento de Solos, que contribuíram na minha formação.

Ao SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, por financiar a implantação das microbacias hidrográficas experimentais e as técnicas de manejo e conservação de solos e água.

Aos funcionários do Departamento de Solos, pela paciência e dedicação.

Aos antigos e novos amigos.

Aos produtores rurais ou “produtores de água”.

A todos os demais que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marcos Antônio Gomes, filho de Benedito Gomes e Maria Vitorino Gomes, nasceu em 12 de junho de 1972, na cidade de Mogi Guaçu - SP.

Em Março de 2001, graduou-se em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa.

De 2001 a 2003 atuou como consultor no Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável (CBCN) na área de Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas

Em Março de 2003, ingressou no Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Solo da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/MG.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu	4
2.2. Estrutura Agrária, Ocupação e Uso dos Solos	5
2.3. Uso do Solo e Legislação Ambiental	6
2.4. Ciclo Hidrológico e Revitalização dos Cursos d'Água	7
2.5. Características Químicas da Água	13
2.5.1. Legislação Sobre a Potabilidade da Água	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Área de Estudo e Reconhecimento de Solos	16
3.2. Análises Físicas	18
3.2.1. Análise Granulométrica	18
3.2.2. Densidade do Solo (Ds)	18
3.2.3. Densidade de Partículas (Dp)	18
3.2.4. Argila Dispersa em Água (ADA)	19
3.2.5. Condutividade Hidráulica em Meio Saturado	19
3.2.6. Porosidade Total (PT)	19
3.2.7. Microporosidade e Macroporosidade	20
3.3. Análises Químicas	20

3.3.1. Análise Química do Solo (Rotina)	20
3.3.2. Ferro, Alumínio, Manganês e Silício pelo Ditionito-Citrato-Bicarbonato e Oxalato de Amônio	21
3.3.3. Fracionamento Químico da Matéria Orgânica	21
3.4. Análise Mineralógica da Argila por Difractometria de Raio X	21
3.5. Determinação da Precipitação Pluviométrica e da Vazão do Curso d'Água	21
3.6. Monitoramento do Lençol Freático	23
3.7. Determinação da Infiltração e Escoamento Superficial de Água no Solo	24
3.8. Análise da Água	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Caracterização da Área de Estudo	26
4.1.1. Mapeamento e Distribuição dos Solos	26
4.1.2. Características do Solo	29
4.1.2.1. Características Físicas	30
4.1.2.1.1. Análise Granulométrica	30
4.1.2.1.2. Densidade e Porosidade do Solo	32
4.1.2.1.3. Curvas de Retenção de Água	34
4.1.2.1.4. Condutividade Hidráulica	37
4.1.2.2. Características Químicas	39
4.1.2.2.1. Análise Química de Rotina	39
4.1.2.2.2. Citrato-Ditionito-Bicarbonato e Oxalato de Amônio	44
4.1.2.2.3. Fracionamento da Matéria Orgânica	45
4.1.2.2.4. Característica Mineralógica	47
4.1.3. Uso do Solo e Áreas de Preservação Permanente	48
4.1.4. Características Hidrológicas	51
4.1.4.1. Qualidade da Água	51
4.1.4.2. Infiltração e Escoamento Superficial	59
4.1.4.3. Variação do Lençol Freático	62
4.1.4.4. Evapotranspiração da Taboa (<i>Thypha sp</i>)	64
4.1.4.5. Vazão do Curso d'Água	66
4.1.5. Técnicas de Manejo e Conservação do Solo	71
5. RESUMO E CONCLUSÕES	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICES	85

RESUMO

GOMES, Marcos Antonio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005.
Solos, manejo e seus aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújos, Viçosa – MG. Orientador: João Carlos Ker. Conselheiros: João Luiz Lani e Liovando Marciano da Costa.

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência das características físicas, químicas e mineralógicas de três solos (Latossolo Vermelho-Amarelo – LVA, Latossolo Vermelho – LV e Argissolo Vermelho – PV) e seus respectivos materiais de origem, além das práticas de manejo e conservação de solo e água no comportamento hidrológico da microbacia experimental do Córrego dos Araújos, afluente do ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – Minas Gerais. Os solos foram coletados sob duas condições de uso (LVA sob floresta nativa, LV e PV sob pastagem). A precipitação pluviométrica e a vazão do curso d'água na microbacia dos Araújos tem sido monitorada desde 2001, quando no final do citado ano foram implantadas técnicas de conservação de solo e água tais como: cordões em contorno, caixas de captação em áreas torrenciais e margens de estradas, reflorestamentos e paliçadas dentro de voçorocas. Em complemento ao estudo hidrológico, foi instalado um sistema de determinação de escoamento superficial e infiltração de água em cada classe de solo e seu respectivo uso. Para análise da qualidade da água e da oscilação do lençol freático foi perfurado um poço piezométrico próximo a cada uma das 3 nascentes e um poço próximo de um pequeno terraço existente em uma das

cabeceiras. O LVA e o LV apresentaram maiores teores de argila em comparação ao PV. Essas características não mostraram correlação com os resultados de densidade e porosidade do solo, onde o LVA e o LV, indicaram menor densidade e maior porosidade em relação ao PV. Os resultados de retenção de água no solo nas profundidades de 0-10, 20-30 e 40-60 cm sob as tensões de -6 a -10 KPa e a condutividade hidráulica indicam uma relação com os teores de argila, onde, no LVA e LV a retenção de água foi maior do que no PV. A condutividade hidráulica na profundidade de 0-10 cm foi maior para o LVA sob floresta e LV sob pastagem. Nas profundidades de 20-30, 35-55 e 75-100 cm o LVA apresentou resultados de condutividade hidráulica menores do que o PV e semelhante em relação ao LV. Tanto os solos desenvolvidos de gnaiss (LVA e LV) quanto o solo (PV) desenvolvido de diabásio, que ocorrem na forma de dique intrusivo no gnaiss, foram caracterizados como distróficos. A mineralogia da fração argila revelou principalmente minerais de caulinita e gibbsita. Os teores de ácido húmico, fúlvico e húmico foram maiores no LVA e menores no PV, já o LV apresentou teores intermediários, a ocorrência desses ácidos pode influenciar nas características físicas dos solos por translocação ou perda de argila dos horizontes mais superficiais para horizontes mais profundos do solo. Dos elementos analisados nas amostras de água 50% apresentaram teores acima do permitido pelo CONAMA para as águas de classe 1. As taxas de infiltração, em 69,2% das precipitações pluviométricas registradas e analisadas, foram maiores no PV em relação aos Latossolos, indicando a influência da retenção de água nos solos e da condutividade hidráulica. O LVA sob florestas, para determinadas intensidades de precipitação pluviométrica, indicou maiores taxas de escoamento superficial quando comparado com os solos sob pastagem. A oscilação do lençol freático durante o ano de 2004, em resposta as precipitações, foi mais sensível na área do PV. O manejo da vegetação freatofita ou ribeirinha, mostrou-se como uma boa alternativa de aumento de vazão nos cursos d'água durante o período de estiagem, mas somente quando todas as outras alternativas de manejo aplicadas não surtirem resultados positivos na vazão do manancial. O resultado de aumento na vazão mínima dos cursos d'água na microbacia dos Araújo no período de 2002 a 2004 foi de 135%, indicando a eficácia das técnicas de conservação e manejo de solo e água na revitalização, conservação e produção de água em quantidade e qualidade.

ABSTRACT

GOMES, Marcos Antonio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2005.
Solos, manejo e seus aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica do Araújos, Viçosa – MG. Adviser: João Carlos Ker. Committe e members: João Luiz Lani e Liovando Marciano da Costa.

This study was carried out in Viçosa plateau-MG, with the following objectives: to identify the pedoenviromental indicators in this plateau to be used as auxiliary tools in environmental education; to organize the main environmental indicators to facilitate the identification of each environment and their main characteristics; and to identify the elementary school educators' environmental perception in Viçosaa plateau; and to subsidize the future elaboration of easily understanding didatic material to be used in the construction of knowledge. So, 21 educators were selected, most of them being collaborators in the Veredas Project as well as in a peculiar teaching institution, that is, seven with performance in the rural area and 14 in the urban area. A questionnaire applied to those seven one in the private school contained 34 subjects divided in the following topics: 1 – Development of the Viçosa plateau; 2 – Soils; 3 – Soil colors; 4 - Vegetation; 5 – Hydrology; 6 – Hydromorphic soils; and 7 – Use and occupation of the soils. In spite of the ample availability of information about these themes, regarding to the pedoenviromental indicators in the Viçosa Plateau, those information have not been efficiently arriving to the educators. A wider diffusion of the technical information, decoded for a more

didactic language, should be targeted to larger socialization and understanding of these information. The teachers' low knowledge level and efficiency regarding the pertinent subjects are related to the lack in continuous training and specific courses in the area. This reveals the need for the preparation of the didactic material based on technical regionally technically based on regional stamp. Starting from the information of only seven educational of each segment, it was not obtained differences statistics among the teaching segments in none of the 34 formulated subjects and nor in relation to the seven treated subjects. Futures studies should be driven with larger number of interviewees and under new modelling for obtaining of more conclusive data.

1. INTRODUÇÃO

É bastante discutido que o abastecimento de água para as gerações futuras só tenderá a se agravar em relação às dificuldades atuais. Relatório recente da FAO, apresentado na conferência Rio + 10, realizada na África do Sul, mostra que atualmente cerca de 2 bilhões de pessoas vivem sob o regime de escassez de água. Para 2025, este número deverá crescer para 4 bilhões, nada menos do que 50% da população mundial projetada para aquele ano.

Ao se comparar dados passados com os atuais a respeito da vazão de água em rios dos municípios da região de Viçosa, percebe-se claramente a desregularização da vazão nas últimas décadas. Inclui-se aí a bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu, principal manancial de abastecimento de água da cidade de Viçosa e da Universidade Federal de Viçosa - UFV. Registros históricos de vazão realizados pela UFV indicam vazões no período de seca de 200 L s^{-1} na década de 70 e 90 a 100 L s^{-1} atualmente, para o referido ribeirão.

Dentre os fatores responsáveis por esta queda de vazão apontam-se: o desmatamento, o sobrepastejo e a descapitalização do agricultor para adotar práticas adequadas de manejo das pastagens e mesmo de culturas agrícolas nesta região de relevo acidentado, com destaque para o (café, milho, cana-de-açúcar) dentre outras. Junte-se a isto, a falta de educação ambiental da população para com o uso da água e dos recursos naturais em geral.

A Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, conhecida como “Lei das Águas”, estabelece as bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento e,

portanto, também de manejo. Assim, conhecendo-se a situação de seus vários componentes (topografia, solo, cobertura vegetal, uso da terra, etc.) é a etapa inicial e decisiva para se aplicarem técnicas adequadas a fim de se produzir água em quantidade e qualidade para diversos fins, mas, sobretudo aquele referente ao abastecimento público.

No Brasil, a falta de informações quanto a dados de vazão, precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial de água e sedimentos, exigem que se promovam ações diretas e contínuas para desenvolver e adaptar métodos que permitam quantificar os fatores que atuam no processo erosivo e de degradação dos recursos naturais de bacias hidrográficas, visando a adoção de práticas de manejo para amenizar os processos de degradação do solo e da água.

Elaborar um plano de uso e manejo adequado do solo é o primeiro passo em direção a uma agricultura correta. Para se chegar a isso, é indispensável que cada gleba de terra seja utilizada de acordo com a sua aptidão agrícola, de tal maneira que os recursos naturais estejam sempre à disposição para o melhor uso e benefício dentro de um contexto de sustentabilidade.

Os sistemas de manejo compreendem todas as práticas que possam ser realizadas com vista a incrementar e/ou manter a produtividade do solo bem como a quantidade e qualidade da água. Incluem-se aí práticas agrícolas tais como: preparo do solo, adubação e correção, plantio, cultivo, defesa sanitária, colheita, tratamento de entre safra e as associações de culturas, como rotação, consorciação e sucessão. A esta lista pode-se incluir as ações de engenharia, como terraceamento, construção de canais escoadouros, locação de estradas, etc. Como muitas destas práticas têm sido estudadas individualmente, existe a necessidade de que sejam investigadas de forma integrada, tanto a nível de cultura como de propriedade agrícola. Este tipo de investigação será mais efetivo se realizado com acompanhamento próximo do agricultor, usuário principal da tecnologia gerada, em uma unidade física definida, como é o caso de uma bacia hidrográfica.

No contexto de um manejo integrado e adequado de bacias hidrográficas com o intuito de reverter o quadro de redução de vazão dos mananciais e a depreciação da qualidade de suas águas, torna-se necessário conhecer o ciclo hidrológico regional, onde o solo assume uma posição de

destaque dentro desse ciclo, pois é o responsável pelo processamento da água.

Na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu já existem microbacias com sistemas de monitoramento de precipitações e vazões, resultantes de convênios entre o SAAE – Viçosa, a Sociedade de Investigações Florestais (SIF) e o Centro Brasileiro para Conservação da Natureza - CBCN. As microbacias experimentais da Rua Nova, dos Araújos e Córrego do Engenho foram submetidas a um manejo integrado e intervenções conservacionistas, que resultaram em informações hidrológicas importantes sobre o comportamento das mesmas antes e depois das intervenções aplicadas (cordões de contorno, caixas de captação, revegetação, paliçadas, etc.).

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar na microbacia hidrográfica dos Araújos as interações entre características morfológicas, físicas e químicas do solo e o comportamento hidrológico de sub-bacias do ribeirão São Bartolomeu, com vista a recuperação e conservação de nascentes.

Os objetivos específicos são:

- verificar a distribuição geográfica dos solos e da cobertura vegetal;
- avaliar as características físicas, químicas e mineralógicas dos solos;
- avaliar a eficiência das práticas conservacionistas adotadas na microbacia em relação ao comportamento hidrológico;
- analisar a qualidade química da água do lençol freático e do curso d'água no período de setembro a dezembro de 2004;
- determinar o escoamento superficial e infiltração da água nos diferentes tipos de cobertura vegetal e solos;
- monitorar e avaliar a oscilação do nível do lençol freático, por meio de poços piezométricos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu

Inserida na Zona da Mata Mineira e no domínio morfoclimático dos Mares de Morros Florestados da Mata Atlântica (AB'SABER, 1970), a bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu, principal manancial de abastecimento do município de Viçosa e da Universidade Federal de Viçosa, possui uma área de 3.200 ha a montante da cidade, com aproximadamente 400 nascentes, que tem vazões variando de algo em torno de 1 L s^{-1} até 40 L s^{-1} , em épocas de seca (ROMANOVSKI, 2001).

O ribeirão São Bartolomeu é afluente do rio Turvo Sujo, que deságua no Rio Piranga que, por sua vez, é um dos principais afluentes do Rio Doce. Tem cerca de 11 km de extensão e densidade de drenagem de $3,3 \text{ km km}^{-2}$ (ROMANOVSKI, 2001). Percorre áreas com predomínio de latossolos e relevo que varia de ondulado a montanhoso, geralmente mostrando elevações com topos arredondados com predominância da pedoforma convexo-convexa; não obstante, outras pedoformas podem coexistir como plano inclinado, côncavo-côncava e terraços (RIBEIRO *et al.*, 1972).

A bacia encontra-se inserida em região de clima mesotérmico de altitude, quente-temperado, chuvoso (Cwb), segundo Köppen, com temperatura média de 18°C . A região possui precipitação média anual de 1.345 mm e a evapotranspiração de 885 mm, com umidade relativa de 80%.

2.2. Estrutura Agrária, Ocupação e Uso dos Solos

A estrutura agrária da região é amplamente dominada por pequenas propriedades, em que predominam as áreas de pastagens (pecuária leiteira), com áreas menos expressivas de cultivos de milho, feijão, mandioca, frutas cítricas e hortaliças (ALVES, 1993). A agricultura é basicamente de subsistência, exceto no que se refere ao excedente, que se destina à comercialização nos centros urbanos próximos, ou mesmo distantes, como é o caso da comercialização do tomate (QUINTERO, 1997).

Quanto ao uso do solo 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.

Quando se relaciona o uso do solo à paisagem, é nos terraços que se encontra a maior concentração da pequena exploração agrícola com culturas anuais. Isto ocorre porque o terraço corresponde a uma posição de acúmulo de material advindo das elevações a montante, capaz de manter uma fertilidade natural mais elevada; um ambiente conservador, perder pouco por erosão, por ser plano, e também por lixiviação, por ser pouco permeável (REZENDE *et al.*, 1972; RESENDE *et al.*, 1988; CORRÊA, 1984).

Nas vertentes mais acidentadas da bacia hidrográfica é ampla a utilização dos solos, Latossolos e Cambissolos distróficos principalmente, com pastagem. Apenas os solos mais próximos do piso dos vales (CORRÊA, 1984) é que apresentam melhor fertilidade e, por isso, um uso mais intenso, principalmente pelo cultivo de milho, feijão e capineiras para complementação da alimentação bovina.

A intensificação da degradação do solo está associada a divisão das propriedades em minifúndios, a falta de recursos, informações, incentivo à conservação, à capacidade suporte das suas pastagens (número de animais *versus* área de exploração), de uma busca cada vez maior de lucro em menor tempo, e da capacidade de regeneração vegetativa das pastagens. O sobrepastejo causa compactação do solo e deficiência na cobertura vegetal expondo-o aos ciclos de umedecimento e secagem, essas alterações diminuem a taxa de infiltração e acentuam o escoamento superficial. Daí tem-

se a erosão laminar ou, quando a água encontra um caminho preferencial inicia-se o processo de voçorocamento e erosão.

Este quadro é preocupante, pois em caso de escoamentos superficiais excessivos (enxurradas), além das perdas de solo e nutrientes que causam assoreamento e eutrofização, há o arraste de dejetos de animais turvando e contaminando a água, promovendo alterações hidrológicas qualitativas e quantitativas.

2.3. Uso do Solo e Legislação Ambiental

O uso inadequado do solo é uma questão muito importante, pois parte das propriedades rurais apresenta algum tipo de uso do solo conflitivo (MOREIRA, 1999). A grande devastação de matas para a implantação da pecuária extensiva e cultivos agrícolas diversos, obrigou a criação de leis com o intuito de conter este processo de uso inadequado do solo. Surgiram, assim, instrumentos legais para disciplinar seu uso, como o Código Florestal Brasileiro 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 a Lei Estadual nº 14.203 de 19 de junho de 2002, cujo artigo 10º (Capítulo II, Seção II) estabelece os critérios para a 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 a Lei 14.203, itens do artigo 10º, 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, monte 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 metros para cursos d'água com menos de 10 metros 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 alternada para maior, mediante critérios técnicos do órgão competente, quando as condições ambientais assim o exigirem.

É indiscutível a importância de se estabelecer regras e limites quanto ao uso e exploração dos recursos naturais, porém este é um trabalho que deve ser elaborado com sensibilidade e critérios voltados para os diversos ambientes existentes.

Na formação geográfica da Zona da Mata Mineira com vales em “V” formando pequenos terraços, através de conversas informais com o agricultor nota-se claramente a resistência na aplicação da legislação. Isso deve-se ao fato da região ser constituída por pequenas propriedades, onde o relevo fortemente ondulado e a área potencialmente agricultável localizada nos terraços encontram-se, em percentagem variável da propriedade, nas área de preservação permanente.

A aplicação integral da legislação afetaria a sobrevivência do agricultor, levando-o a abandonar a propriedade e se direcionar ao meio urbano contribuindo para o êxodo rural.

2.4. Ciclo Hidrológico e Revitalização dos Cursos d'Água

O ciclo hidrológico (Figura 1) é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (TUCCI, 2001). Ainda, segundo o autor, a superfície terrestre abrange os continentes e os oceanos, participando do ciclo hidrológico a camada porosa que recobre os continentes (solos, rochas) e o reservatório formado pelos oceanos. Parte do ciclo hidrológico é constituída pela circulação da água na própria superfície terrestre, isto é: a circulação de água no interior e na superfície dos solos e rochas, nos oceanos e nos seres vivos.

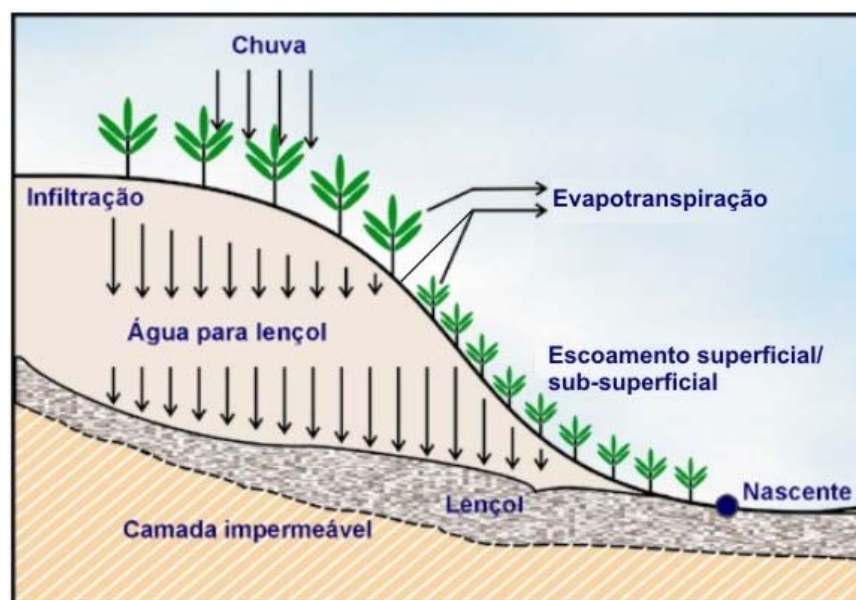


FIGURA 1. Representação esquemática do ciclo hidrológico.

Alguns componentes do ciclo hidrológico podem sofrer alterações em razão das ações antrópicas ao longo do tempo. O reflexo dessas alterações é constatado, principalmente na diminuição da disponibilidade de água dos mananciais. A reversão desse quadro só será alcançada através de trabalhos de revitalização das bacias hidrográficas, que consiste num conjunto de ações entre técnicos e comunidade que, com o emprego de tecnologias corretivas nos solos, proporciona seu uso racional e conservacionista privilegiando os recursos naturais. Para aplicação destas tecnologias, deve-se conhecer com detalhe o ambiente de trabalho. Mapear os solos e conhecer sua relação com outros fatores ambientais é decisivo, pois os conhecimentos físico-químicos dos solos permitem um esclarecimento mais aprofundado da interação entre os diversos recursos desta unidade de manejo, pois se refere à revitalização da qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica significa interferir em algumas destas interações.

O lençol freático é um reservatório de água natural e é o responsável direta ou indiretamente pela disponibilização de água, seja através dos cursos d'água ou poços. Para que o lençol freático seja abastecido e possa disponibilizar lenta e regularmente a água para as nascentes, há a necessidade de se minimizar o escoamento superficial e assim a formação de enxurradas e eventuais enchentes. A classe de solo, a cobertura vegetal, a declividade e

intensidade de chuva influenciam diretamente o escoamento superficial. Matematicamente o ciclo hidrológico pode ser assim descrito (VALENTE e GOMES, 2001):

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

Em que:

F = lâmina de água infiltrada;

P = lâmina de água precipitada;

ES = lâmina de escoamento superficial (enxurrada);

EP = lâmina de evapotranspiração.

Como o ser humano ainda não dispõe de tecnologia para interferir em EP e P, resta, portanto, aplicar as técnicas de manejo de solo visando diminuir ES. Práticas como a revegetação de encostas e construção de cordões em contorno (terraços de base estreita), por exemplo, têm apresentado ótimos resultados na redução do escoamento superficial em microbacias experimentais localizadas no município de Viçosa-MG.

O abastecimento do lençol freático, de acordo com o ciclo hidrológico, pode ser determinado pela equação 2 (VALENTE e GOMES, 2001):

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

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 superficial e sub-superficial.

Sabendo-se que o lençol freático é a principal fonte de abastecimento das nascentes, para obtenção de aumento de suas vazões, esforços devem ser concentrados na superfície do solo, a fim de diminuir o escoamento superficial e a transpiração das plantas visando o aumento da infiltração de água na superfície do solo. O manejo adequado do solo pode oferecer resultados muito positivos no aumento da infiltração de água. Daí a necessidade de se conhecer o solo desde a superfície até as camadas mais profundas, pois as características do solo ao longo desse perfil influenciam

diretamente a condutividade hidráulica do solo, comprometendo o abastecimento do lençol freático.

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

$$EP = EVD + T \quad (\text{Equação 3})$$

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.

Avaliando-se a equação 3, observa-se que para diminuir a evapotranspiração, pode-se diminuir EVD, T ou ambas. Como EVD é quase uma constante hidrológica para um determinado ambiente, a diminuição de EP fica na dependência da diminuição de T. Uma maneira de diminuir a evapotranspiração é o manejo da vegetação que se estabelece próximo ou dentro do curso d'água, como a taboa (*Thypha sp.*), Lírio do brejo (*Hedychium sp.*) etc. Porém, numa ótica conservacionista, deve-se tecer considerações da influência da vegetação freatófita em relação ao meio biótico, hidrológico e outros, conforme Quadro 1.

Todo e qualquer trabalho que se faça na superfície do solo 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). Como exemplo de algumas práticas de manejo tem-se: revitalização de pastagem, reflorestamentos com espécies nativas e comerciais, escolha de culturas agrícolas de acordo com o ambiente, rodízio de uso das pastagens, terraceamento, construção de pequenas caixas de captação de água ao longo das estradas, construção de caixas de captação e paliçadas nos canais das voçorocas etc.

Utilizar a capacidade de armazenamento do lençol freático é mais racional que construir barragens, pois este é um fantástico reservatório subterrâneo capaz de regularizar vazões de cursos d'água por meio de sua bacia de captação (VALENTE *et al.*, 2001).

QUADRO 1. Considerações da influência da vegetação freatófitas em relação ao meio biótico, hidrológico e outros

Área	Influência
Hidrológica	- Armazenamento de águas de enchentes, melhorando altos fluxos a jusante. - Serve como área de recarga e descarga de aquíferos. - Fornece contínua fonte de água.
Produtividade orgânica	- Alta produtividade primária. - Alta produtividade secundária, suportando peixes, animais de caça e aves. - Exportação de matéria orgânica nos ecossistemas a jusante, tais como lago e estuários. - Produção de madeira serrada de alta qualidade.
Bióticos	- Fornecimento de habitat adequado para muitas espécies de peixes e animais. - Fornecimento de corredores de movimentação e comunicação entre habitats. - Formação de áreas de desova para alguns peixes. - Fornecimento de matéria orgânica da vegetação ripária para cadeias alimentares aquáticas.
Biogeoquímico	- Alta capacidade de reciclar nutrientes. - Fornecimento de zonas tampão para a manutenção da qualidade da água. - Seqüestrador de metais pesados e de substâncias químicas tóxicas. - Acumulação de matéria orgânica, servindo de resgate ou de depósito para alguns compostos químicos.
Outros	- Contribuição para a diversidade da paisagem. - Fornecimento de áreas de sedimentação para solos em formação. - Serve de local para recreação e descontração.

FONTE: CASTRO *et al.* (1998).

Quando o objetivo da revitalização ambiental é o aumento da produtividade e qualidade da água produzida em uma bacia hidrográfica, tornam-se necessários alguns conhecimentos dos vários elementos que constituem esta unidade de manejo e interação 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, solo, etc) e potencializar o aproveitamento dos componentes não mutáveis (insolação, precipitação, estrutura 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 dos 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 LIMA (1986) e MOTA (1988), 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.

Dentro do contexto de exploração do solo e manejo adequado das bacias hidrográficas é importante ressaltar, aqui, o uso de Sistemas Agroflorestais (SAF's), que têm sido intensamente pesquisados e oferecem excelentes resultados na melhoria das condições físicas e químicas do solo, redução do escoamento superficial, interceptação das chuvas evitando o impacto direto das gotas da água de chuva no solo, redução dos processos de umedecimento e secagem, etc, além de proporcionarem aumento e/ou antecipação das receitas dos produtores. Estas vantagens, atrativas para qualquer produtor, que os SAF's podem proporcionar, justificam sua inclusão nos estudos na recuperação de pastagens e nos reflorestamentos como técnicas de revitalização ambiental de microbacias na região da Zona da Mata Mineira, que 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 procurado (MULLER, 2004).

Do ponto de vista de saneamento de uma bacia hidrográfica, é importante que haja ações no sentido de promover o tratamento dos esgotos domésticos por meio de fossas sépticas, 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.

Ao se tratar de ações mitigadoras de impacto, torna-se necessário o envolvimento consciente de toda comunidade envolvida. É imprescindível, portanto, a conscientização e o treinamento das comunidades onde ações que serão aplicadas mudarão a rotina dos habitantes e necessitará do entendimento destes para a sustentabilidade destas ações.

2.5. Características Químicas da Água

As reservas hídricas do planeta Terra são estimadas em 1.400 milhões de km³. Embora expressivas, apenas 2% são de água doce, constituindo os rios, lagos, e águas subterrâneas. Excluindo-se a água contida nas calotas polares e nos aquíferos, a humanidade conta com pouco mais de 2.000 km³ das águas dos rios para suprir quase a totalidade de suas demandas. Destes recursos, quase metade (946 km³) encontra-se na América do Sul (REBOUÇAS *et al.*, 1999).

Visto que a água é um bem finito e um recurso renovável, o seu reuso torna-se a cada dia um fator mais importante. O comprometimento da qualidade da água é principalmente em função do grande aporte de resíduos e rejeitos oriundos das atividades antrópicas. Porém, atenção especial deve ser direcionada a qualidade da água retirada diretamente do lençol freático ou das nascentes para o uso doméstico.

Quando a água da chuva atinge o solo, inicia-se um processo de dissolução e arraste que transportará material retirado do solo e das rochas até os rios e oceanos. Espécies químicas ou elementos comumente encontrados nas águas superficiais incluem íons como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, nitratos e outros. Aparecem ainda, pequenas quantidades de chumbo, cobre, arsênio, manganês, e uma grande quantidade de compostos orgânicos (CETESB, 1995). Existem cerca de vinte elementos considerados tóxicos para a saúde humana incluindo Hg, Cd, Pb, As, Mn, Tl, Cr, Ni, Se, Te, Sb, Be, Co, Mo, Sn, W e V. Destes, os dez primeiros são os de maior utilização industrial e, por isso mesmo, são os mais estudados do ponto de vista toxicológico (TAVARES e CARVALHO, 1992).

A influência do clima se dá por meio da distribuição da chuva, temperaturas e ventos que ocorrem na região. Esses fatores influenciam o processo de decomposição da rocha e erosão do solo e, dependendo do tipo de rocha, aparecerão em maior quantidade aqueles elementos que fazem parte da sua composição. Em rochas cristalinas, por exemplo, baixos teores de cálcio produzirão águas com menor dureza e quase ausência de moluscos (LEMES, 2001). Assim, contaminação da água subterrânea pode ser devido aos íons dos minerais primários e secundários com a qual a água do lençol freático está constantemente em contato, imprimindo características indesejáveis na água do ponto de vista de consumo.

2.5.1. Legislação Sobre a Potabilidade da Água

A toxicidade dos metais é uma questão de dose ou tempo de exposição, da forma física e química do elemento e da via de administração/adsorção. A Legislação Brasileira sobre os limites de contaminantes na água existe desde a década de 70. A legislação ambiental vigente – Resolução CONAMA nº 20/86 – classifica as águas do território brasileiro, de acordo com a sua salinidade e de diferentes usos a que se destinam.

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, publicada no DOU 18/03/2005: "Dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece as normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e dá outras providências", discriminando os valores máximos permitidos das substâncias que afetam a saúde, indicando também, a frequência mínima de amostragens para a análise dos parâmetros estabelecidos.

A água dita "potável", por definição, é a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radiológicos atendam ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde. Deve não apenas ser inócua à saúde, como também portadora de substância "protetoras" desta última, como é o caso da aplicação de compostos de flúor como preventiva da cárie dentária (LEMES, 2001).

As classes de água doce se dividem em:

Classe Especial, águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

Classe 1, águas destinadas a: a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; b) à proteção de comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura de espécies destinadas à alimentação humana; e f) (CETESB, 1988).

Classe 2, águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e, e) à criação natural e, ou, intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3, águas destinadas: a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; e c) à dessedentação de animais.

Classe 4, águas destinadas: a) à navegação; b) à harmonia paisagística; e c) aos usos menos exigentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

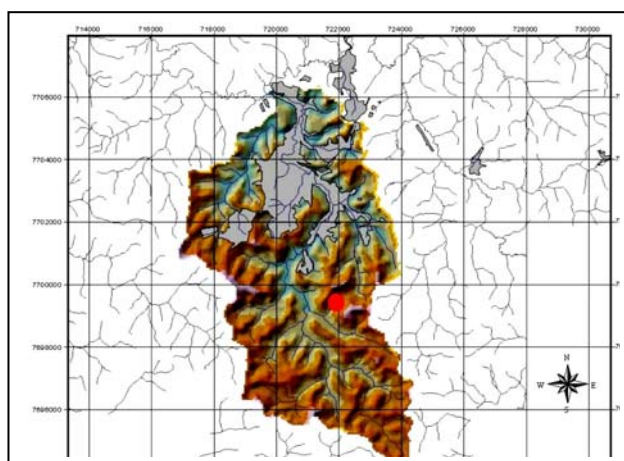
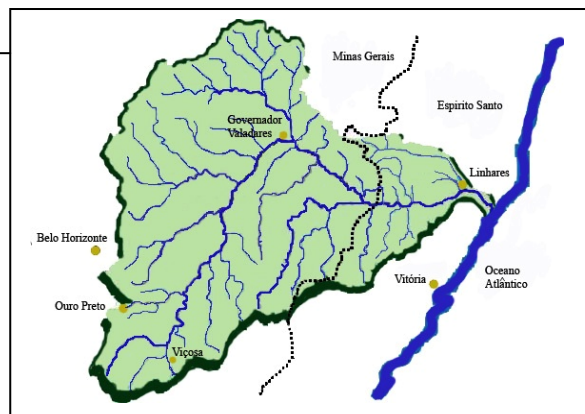
3.1. Área de Estudo e Reconhecimento de Solos

A área de estudo com cerca de 51,3 ha (acima da estação registradora de vazão) refere-se a microbacia hidrográfica do córrego dos Araújos, afluente do córrego da Mata do Paraíso, que deságua no ribeirão São Bartolomeu (Figura 2). Localiza-se entre coordenadas geográficas S 20°47'19,8" e WO 42°51'58,8", com distância de aproximadamente de 5 km da cidade de Viçosa-MG, seguindo para o município de Paula Cândido pela rodovia MG-280 e entrando a esquerda na Vila Paraíso, onde também se tem acesso a Mata do Paraíso.

De posse de fotografias aéreas não-convencionais na escala 1:6000, produzidas pelo Neput/DPS – UFV em 2001, foi realizada uma interpretação prévia para nortear o trabalho de mapeamento de solos e caracterização da cobertura vegetal.

O mapeamento de solos foi em nível de semi-detalle na escala 1:6000 adotando-se a prática de caminhamento com prospecção por tradagem (EMBRAPA, 1997). Após caracterização das diferentes unidades de mapeamento foram abertas trincheiras para descrição morfológica dos perfis e seus respectivos horizontes (LEMOS e SANTOS, 1996) e caracterização analítica de materiais coletados em camadas com profundidades pré-estabelecidas: 0-5; 5-10, 10-15, 15-25, 25-35, 35-55, 55-75, 75-100 cm.

BACIA DO RIO DOCE



BACIA DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU

BACIA DO CÓRREGO DOS ARAÚJOS



FIGURA 2. Localização geográfica da Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, município de Viçosa-MG e da microbacia dos Araújos.

O material coletado foi acondicionado em sacolas plásticas, posteriormente destorreado, seco ao ar, e passado em peneiras de 2 mm, para a obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), que foi submetida a análises físicas e químicas seguindo as metodologias constantes em EMBRAPA (1997), sintetizadas a seguir.

3.2. Análises Físicas

Foram realizadas as seguintes análises: granulométrica, densidade do solo (D_s), densidade de partículas (D_p), argila dispersa em água e condutividade hidráulica em meio saturado. Foram determinadas a microporosidade, porosidade total e macroporosidade.

3.2.1. Análise Granulométrica

A fração argila foi determinada pelo método da pipeta e a fração silte por diferença. Após contato das amostras de 10 g de TFSA com a solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ por 12 horas foram, posteriormente, agitadas em rotação de 50 rpm por 16 horas, a fração areia grossa foi separada por peneira de malha de 0,2 mm e, a fração areia fina por peneira de malha 0,053 mm.

3.2.2. Densidade do Solo (D_s)

A densidade dos solos foi determinada utilizando o método do anel volumétrico. Após a determinação da condutividade hidráulica o solo foi retirado do anel volumétrico e passado para um recipiente previamente pesado. Os recipientes foram levados à estufa por 12 horas a 100 - 105°C, para posterior pesagem e determinação da massa de solo. Após a determinação do volume de cada anel volumétrico, foi calculada a densidade dos solos.

3.2.3. Densidade de Partículas (D_p)

Determinou-se o volume de álcool necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico.

Foram utilizadas 20 g de solo seco em estufa a 105°C por 12 horas. Em seguida as amostras foram condicionadas em balão volumétrico aferido de 50 mL, adicionou-se álcool etílico agitando o balão para eliminar as bolhas de ar até completar o volume do balão. Por diferença obteve-se o volume do solo.

3.2.4. Argila Dispersa em Água (ADA)

Procedeu-se a dispersão de 10 g de TFSA com água, e determinou-se o teor de argila pelo método da pipeta.

As amostras foram acondicionadas em copo plástico contendo 200 mL de água e deixadas em repouso durante 12 horas, posteriormente, agitadas em rotação de 50 rpm por 16 horas, passadas para proveta de 500 mL e completado o volume. Decorrido o tempo calculado (Lei de Stokes) foi pipetado 25 mL e passado para um béquer previamente tarado que, posteriormente foi levado a estufa a 100 – 105°C por 48 horas. Após 48 h o béquer foi pesado e determinada a massa da argila.

3.2.5. Condutividade Hidráulica em Meio Saturado

No anel volumétrico contendo solo foi colocado um fragmento de pano em sua extremidade inferior e um segmento de tubo de igual diâmetro, de aproximadamente 5 cm de altura, na parte superior, fixados por um anel de borracha. Os anéis foram levados a um recipiente com água para saturação por 48 horas. O anel foi fixado num suporte com auxílio de uma garra e uma lamina de água com espessura de 3 cm foi aplicada utilizando o sistema de “frasco de Mariotte” para manutenção de uma carga constante. Um funil, também preso ao suporte por uma garra, recolhe a água percolada para uma proveta, onde foi realizada a mensuração da quantidade de água percolada em determinado intervalo de tempo.

3.2.6. Porosidade Total (PT)

A porosidade total foi determinada a partir das determinações da densidade do solo (D_s) e densidade de partículas (D_p) pela expressão abaixo.

$$\text{Cálculo: } PT = 1 - \frac{Ds}{Dp}$$

3.2.7. Microporosidade e Macroporosidade

Após a determinação da condutividade hidráulica em meio saturado, os anéis foram transferidos para a mesa de tensão preparada para trabalhar com tensão de 60 cm de coluna d'água. Após 48 horas os cilindros foram transferidos para recipientes e todo o conjunto foi pesado. Posteriormente o conjunto foi levado para a estufa a 100 – 105°C por 48 horas, decorrido este tempo o conjunto foi pesado novamente e a microporosidade determinada. A macroporosidade foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

3.3. Análises Químicas

3.3.1. Análise Química do Solo (Rotina)

Foram realizadas as análises químicas de rotina, conforme se segue: acidez ativa (pH em H₂O e em KCl 1 mol L⁻¹), com relação solo-solução 1:2,5. Fósforo, Ferro, Zinco, Manganês e Cobre extraídos com solução Mehlich 1 na relação 1:10 e determinados por absorção atômica. Cálcio e magnésio extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ na proporção 1:10, determinados por absorção atômica. O fósforo foi determinado, por colorimetria, e o potássio e sódio por fotometria de emissão de chama. O alumínio trocável foi extraído com KCl 1 mol L⁻¹, na proporção 1:10, e determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹ (DEFELIPO e RIBEIRO, 1991). A acidez potencial (H⁺ + Al³⁺) foi extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, na relação 1:15 com pH ajustado a 7,0 e determinada por titulação com NaOH 0,025 mol L⁻¹. O carbono orgânico foi determinado pelo método Walkley-Black.

3.3.2. Ferro, Alumínio, Manganês e Silício pelo Ditionito-Citrato-Bicarbonato e Oxalato de Amônio

Nas determinações das formas de ferro, alumínio, manganês e silício de melhor ou pior cristalinidade foram utilizados os procedimentos metodológicos adotados no laboratório de mineralogia do Departamento de Solos da UFV, que são baseados nos métodos de CONFFIN (1963) para o ditionito-citrato-bicarbonato (Fed), McKEAGUE e DAY (1965) para o oxalato de amônio (Feo).

3.3.3. Fracionamento Químico da Matéria Orgânica

Foi utilizada a técnica de diferença de solubilidade em meio alcalino e ácido, aplicando-se os conceitos de frações húmicas, descritos pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (SISH). Foram determinadas as frações ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas conforme SWIFT (1996).

3.4. Análise Mineralógica da Argila por Difractometria de Raio X

A argila foi tratada com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), para a remoção do ferro livre e montada em lâminas de vidro planas e lisas, orientando o material umedecido pelo esfregão de uma lâmina com outra e levado para secagem à temperatura ambiente. Nas análises foram adotados os métodos da difração de Raios-X proposta por JACKSON (1956). O aparelho utilizado foi o RIGAKU sistema Geigerflex II utilizando tubo de cobalto e filtro de níquel no intervalo de 2θ de 4° a 40° .

3.5. Determinação da Precipitação Pluviométrica e da Vazão do Curso d'Água

A precipitação foi monitorada por meio de um pluviógrafo de carta do tipo PLG – 007 (Figura 3a) e por quatro pluviômetros (Figura 3b). O pluviógrafo foi instalado na parte central da microbacia hidrográfica, um dos pluviômetros foi instalado dentro da floresta nativa e os outros três distribuídos dentro da microbacia, para caracterizar da melhor forma possível a precipitação pluviométrica.



(a)



(b)

FIGURA 3. Pluviógrafo de carta do tipo PLG – 007, instalado na parte central da microbacia dos Araújos (a); Pluviômetro instalado próximo às parcelas de determinação de escoamento superficial (b).

Para o registro de vazão, foi construído no curso d'água um vertedor triangular (0,5 m de altura, ângulo de 90° no vértice e 1 m de largura na base) conjugado a um vertedor retangular (0,5 m de altura e 1 m de largura) (Figura 4a), o local de instalação permitiu o monitoramento da vazão numa área de aproximadamente 51,3 ha. Junto ao vertedor foi instalado um linígrafo (Thalimedes) com sistema de “data logger” para registro das alturas linimétricas (Figura 4b), posteriormente transformadas em vazão pela equação 4 e 5 (DAKER, 1983), respectivamente, para alturas de 0 a 50 cm que corresponde a parte triangular do vertedor e para alturas de 50 a 100 cm correspondente à parte retangular do vertedor:

$$Q = 1,4 \times H^{2,5} \quad \text{(Equação 4)}$$

$$Q = 1,77 \times L \times H^{1,5} \quad \text{(Equação 5)}$$

Em que:

Q = vazão em $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$;

H = altura da lamina d'água em m; e

L = largura da soleira em m.

H = altura da lamina d'água em m.



(a)



(b)

FIGURA 4. Estação linimétrica com vertedor de base triangular conjugado a um vertedor retangular (a); Sistema de medição de leitura e registro da altura linimétrica feita por um linígrafo do tipo “Thalimedes Data Logger” (b).

3.6. Monitoramento do Lençol Freático

Com o auxílio de um trado motorizado foram perfurados quatro poços (Figura 5a) de aproximadamente 100 mm de diâmetro até atingir a camada impermeável abaixo do lençol freático, conferindo aos poços profundidades diferentes. A bacia hidrográfica em estudo possui três nascentes distintas, assim em cada uma delas foi perfurado um poço de monitoramento. Para análise complementar foi perfurado um poço na área de terraço, próximo ao curso d'água.

Todos os poços foram revestidos com cano de PVC ($\varnothing = 100$ mm) e passando 1 metro acima da superfície do solo. No local de contato entre o cano e a superfície do solo foi revestido com concreto para evitar a entrada de água proveniente de escoamento superficial.

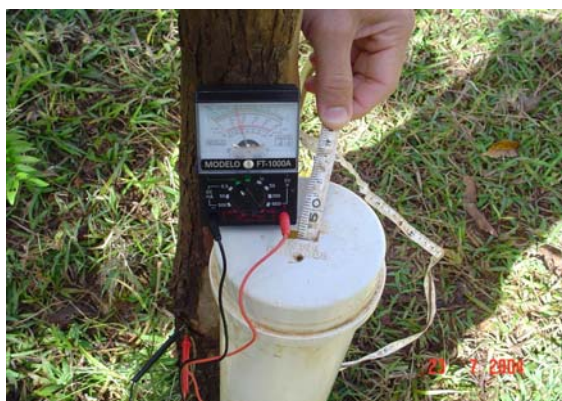
A leitura da oscilação do nível da água foi realizada por meio de um equipamento de condutividade elétrica. A extremidade de contato ao tocar a água permite a condutividade elétrica entre os pólos que aciona um multímetro. No fio de contato entre a extremidade e o multímetro foi inserida uma fita métrica onde era realizada a leitura da altura da lâmina de água do lençol freático (Figura 5b e 5c).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 5. Perfuração dos poços piezométrico com o uso do trado motorizado (a); Leitura do nível do lençol freático em um poço piezométrico perfurado próximo à nascente de água (b); Detalhe do sistema de medição (c).

3.7. Determinação da Infiltração e Escoamento Superficial de Água no Solo

Foram instalados sistemas para determinação da infiltração e do escoamento superficial em pontos distintos na bacia. Em uma mesma encosta, de exposição leste, foram instalados dois sistemas, um na meia encosta com pastagem (Figura 6a) e outro com cobertura florestal tropical sub-perenifólia (Figura 6b). O terceiro sistema foi instalado em outra encosta, de exposição oeste e utilizada com pastagem.

O isolamento dos sistemas de determinação de infiltração e escoamento superficial foi realizado utilizando-se chapas metálicas (nº 16) de 3 m de comprimento e 1,5 m de largura, totalizando uma área de 4,5 m². A chapa metálica com 0,30 metros de altura foi enterrada 0,15 m abaixo da superfície

do solo ficando o restante, 0,15 m, acima da superfície do terreno. Na saída do sistema de isolamento foi conectado um cano de PVC que conduzia a água proveniente do escoamento superficial para um recipiente plástico de 60 litros disposto a 2 metros abaixo. Todos os sistemas foram instalados em pontos que possuíam declividades entre 30 e 35%. Próximo a cada sistema foi instalado um pluviômetro para um controle mais preciso da precipitação local.



(a)



(b)

FIGURA 6. Sistema de determinação de infiltração e escoamento superficial em pastagem (a) e em floresta tropicas sub-perenifolia (b).

3.8. Análise da Água

A coleta da amostra de água foi realizada em quatro poços, sendo três deles localizados próximos a cada uma das 3 nascentes existentes na microbacia e um poço localizado em um pequeno terraço, próximo ao curso d'água. Em complemento ao estudo foram coletadas amostras de água diretamente do manancial, próximo à estação linimétrica.

A água foi coletada num intervalo de 30 dias e armazenada conforme recomendações do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água da CETESB (1998). Ao final de cada coleta, o extrato foi obtido através de digestão com ácido nítrico e o teor dos elementos determinados por espectrometria de plasma de emissão atômica.

No momento da coleta da amostra de água foi determinado em todos os pontos o oxigênio dissolvido (OD, mg L^{-1}) e a temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$) com o auxílio do oxímetro, a condutividade elétrica (mS cm^{-1}) com o condutivímetro e o pH com o peagmetro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização da Área de Estudo

4.1.1. Mapeamento e Distribuição dos Solos

Foram constatadas três principais unidades de mapeamento (Figura 7): Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura muito argilosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado, com inclusão de Latossolo Vermelho-Amarelo câmbico nas partes mais íngremes; Argissolo Vermelho Tb Distrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado e ondulado com inclusão de afloramento de rocha; e Cambissolo háplico Tb eutrófico A moderado fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado com inclusão de afloramento de rocha. Na escala de 1:6000 não foi possível separar solos de baixada, uma vez que o curso d'água corre muito encaixado no vale.

Da área total da microbacia (51,3 ha), 72,8% (37,3 ha) refere-se ao domínio de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVA). Ocorre em relevo forte ondulado e em pedoforma convexa-convexo característica e em concordância com CORRÊA (1984) tanto no Planalto de Viçosa como talvez do domínio dos “Mares de Morros” na Zona da Mata Mineira. A pedoforma convexa-convexo indica uma forma que tende a reter o mínimo de água, favorecendo a enxurrada e a erosão (RESENDE *et al.*, 1992), predominantemente laminar.

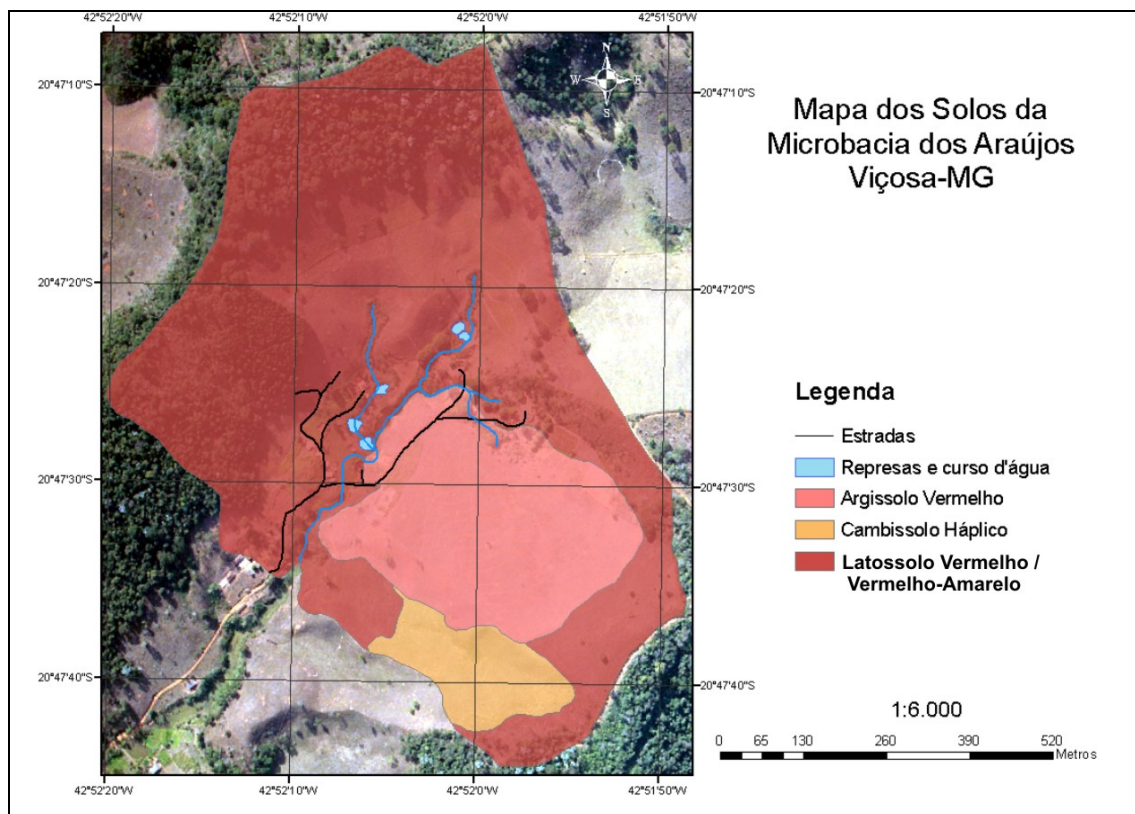


FIGURA 7. Distribuição das unidades de solos em parte da microbacia dos Araújo's.

Parte da área de LVA, terço superior da encosta, é coberta por floresta tropical sub-perenifólia alterada (secundária) onde se verificou alguns pontos com ocorrência de processos erosivos. Na meia encosta, onde a vegetação de cobertura dominante é o capim-sapé (*Imperata brasiliensis*), foi implantado um reflorestamento de eucalipto com o intuito de substituir a cobertura vegetal proporcionando melhor cobertura do solo, gerando maior retorno econômico ao agricultor e fornecendo madeira para usos diversos dentro da propriedade, diminuindo a pressão antrópica sobre a vegetação nativa.

Indícios de processos erosivos também são encontrados na área de LVA coberta por pastagem.

O Argissolo Vermelho constatado na microbacia hidrográfica dos Araújo's desenvolve-se a partir de rocha máfica (diabásio), intrusa no gnaiss e ocupa uma área de aproximadamente 11 ha (21,4%). A pedoforma de ocorrência deste tipo de solo é do tipo côncava-côncavo, essa formação se caracteriza pela tendência a reter a água e possuir uma instabilidade maior nas partes mais altas e maior estabilidade nas áreas mais baixas. Esse fato associado

presença de Bt, faz com que a área seja muito propensa à erosão, o que é refletido na área por vários locais onde a erosão forma sulcos de tamanhos e proporções consideráveis, certamente agravados pelo pastoreio ao longo de vários anos.

A área de Cambissolo Tb eutrófico substrato gnaisses é de cerca de 3 ha (5,8%) da parte mapeada da microbacia dos Araújos.

É um solo que tende a ser menos argiloso que os anteriores e com horizonte Cr espesso e muito susceptível à erosão (CORRÊA, 1984), agravada na área pelo contato com o diabásio. Na microbacia dos Araújos a área de Cambissolo apresenta como cobertura vegetal pastagem degradada, relevo forte ondulado a montanhoso, é muito micáceo e em decorrência da intensa lixiviação ocorrida na sua formação é de baixa potencialidade agrícola. Sua pedoforma, convexo-convexa (C⁻P⁻) associado a linear-côncava (C⁰P⁺), formam o que se denomina na hidrologia de “área torrencial”, ou seja, uma área com grande propensão a formação de enxurrada mesmo diante de precipitações mais brandas.

Na área de domínio desses solos devido à susceptibilidade a erosão, os trabalhos de conservação e manejo são restritos a reflorestamentos com espécies nativas e paliçadas o longo das ravinas. O reflorestamento permanente é a melhor opção de manejo e uso que se deve aplicar em Cambissolos independente das pedoformas e/ou declividades.

A Legislação Florestal nº 14.309 de 19/06/2002 estabelece as áreas de preservação permanente (APP), entre outras, com base na declividade (acima de 45°). Porém, os legisladores esqueceram de considerar as classes de solo, pois em condições de declividades menores do que a estabelecida pela Legislação em uma área de Cambissolo, podem gerar ao meio ambiente danos maiores do que declividades acima de 45° em um latossolo, por exemplo.

Mesmo numa área relativamente pequena, como a microbacias dos Araújos, o conhecimento da distribuição dos tipos de solos é muito importante, pois possuem ambientes diversificados que devem ser tratados de maneira distinta, considerando suas potencialidades e fragilidade a fim de maximizar a produtividade agrícola, os efeitos das práticas de manejo, a preservação e conservação dos recursos naturais e o lado sócio econômico do agricultor.

4.1.2. Características do Solo

Foi realizada descrição de quatro perfis, sendo: Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta tropical sub-perenifólia, Argissolo Vermelho sob pastagem, Latossolo Vermelho sob pastagem e Cambissolo háplico sob pastagem (Figuras 8a, b, c e d).



(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 8. Perfis de Latossolo Vermelho-Amarelo (a); Argissolo Vermelho (b); Latossolo Vermelho (c); e Cambissolo háplico (d).

O Cambissolo háplico foi o único solo ao qual se restringiu a análise granulométrica e química de rotina. Adotou-se esse procedimento pois nesta unidade de solo mapeado não foi realizado nenhum tipo de análise hidrológica.

4.1.2.1. Características Físicas

4.1.2.1.1. Análise Granulométrica

O resultado da análise do solo nos quatro ambientes (Latossolo Vermelho-Amarelo - LVA sob floresta tropical sub-perenifólia, Latossolo Vermelho - LV sob pastagem, Argissolo Vermelho - PV sob pastagem e Cambissolo háplico sob pastagem) apresentou valores diversos (Quadro 2). A classe textural do LVA sob floresta na profundidade de 0–10 cm é argilosa passando a partir dessa profundidade para classe muito argilosa, porém sem gradiente textural suficiente para caracterizar Bt. No Latossolo Vermelho sob pastagem a classe textural argilosa foi de 0–55 cm e a partir de 55 cm passou para muito argilosa e no Argissolo Vermelho sob pastagem a variação foi de argilo arenosa – argilosa – muito argilosa, o gradiente textural e a cerosidade observada, ainda que fraca e moderada, confirmam a formação do Bt. O Cambissolo háplico possui classe textural franco-argilo-arenosa na profundidade de 0–55 cm e franco-arenosa a partir dos 55 cm, apresenta teores uniforme de argila e apresentando fragmentos de rocha semi-intemperizadas e saprólito. Considerando que os dois solos (LVA sob floresta e LV sob pastagem) encontram-se próximos na mesma encosta, passaram pelos mesmos processos de latolização e ambas com formação convexo-convexa deveriam apresentar características semelhantes. A diferença apresentada na textura do solo parece ter sido influenciada pela vegetação de cobertura, a floresta por ser um ambiente mais conservador diminuiu o processo de carreamento das partículas de argila em quase todo perfil analisado, enquanto que na pastagem a perda de argila foi maior até a profundidade de 55 cm no perfil analisado. No solo sob pastagem, a quantidade de água de chuva que chega a superfície do solo é muito maior que na floresta, devido ao processo de interceptação de água pela vegetação (LIMA e NICOLIELO, 1983; ARCOVA, 2003; XAVIER, 2004), uma maior quantidade de água significa um processo mais intensivo de transporte e carreamento e partículas de argila.

O aumento da concentração de argila em profundidade, constatada em todos os ambientes, interfere na condutividade hidráulica do solo dificultando o processo de percolação da água que infiltra, podendo vir a influenciar na formação de escoamento superficial e de processos erosivos.

QUADRO 2. Características físicas dos solos em seus respectivos ambientes

Profundidade	Areia		Silte	Argila	ADA	G/F	Silte/argila
	Grossa	Fina					
----- cm -----	----- g kg ⁻¹ -----		----- g kg ⁻¹ -----		---		---
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----							
0 – 5	260	80	100	560	494	12	0,18
5 – 10	240	80	90	590	558	6	0,15
10 – 15	240	80	80	600	559	7	0,13
15 – 25	190	70	90	650	548	16	0,14
25 – 35	200	80	80	640	191	70	0,13
35 – 55	160	70	90	680	63	91	0,13
55 – 75	150	70	70	710	2	100	0,10
75 - 100	180	50	70	700	4	99	0,18
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----							
0 – 5	370	90	110	430	402	7	0,26
5 – 10	320	100	130	450	408	9	0,29
10 – 15	370	90	130	410	410	0	0,32
15 – 25	350	90	120	440	409	7	0,27
25 – 35	280	90	110	520	464	11	0,21
35 – 55	210	60	90	640	561	12	0,14
55 – 75	200	50	80	670	198	70	0,12
75 - 100	190	60	70	680	8	99	0,10
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----							
0 – 5	290	110	130	470	351	25	0,28
5 – 10	240	120	150	490	447	9	0,31
10 – 15	240	100	150	510	417	18	0,29
15 – 25	220	110	130	540	391	28	0,24
25 – 35	210	110	130	550	20	96	0,24
35 – 55	210	90	130	570	15	97	0,23
55 – 75	140	80	100	680	1	100	0,15
75 - 100	140	80	110	670	10	99	0,16
----- Cambissolo háplico -----							
0 – 5	370	150	220	260	170	35	0,85
5 – 10	330	150	220	300	190	37	0,73
10 – 15	320	140	240	300	210	30	0,80
15 – 25	320	130	240	310	210	32	0,77
25 – 35	370	120	230	280	200	29	0,82
35 – 55	360	120	220	300	220	27	0,73
55 – 75	450	130	220	200	160	20	1,10
75 - 100	530	150	190	130	70	46	1,46

ADA – argila dispersa em água; GF – grau de floculação.

A diferença na condutividade hidráulica dos solos associado à pedoforma convexo-convexa dos Latossolos em pastagem e floresta contribuem para a intensificação dos processos de escoamento superficial e erosão. Porém, na pastagem sob PV, mesmo com o aumento da concentração de argila em profundidade, a pedoforma côncavo-côncava colabora para a retenção da água no ambiente. A combinação desses fatores com o uso do solo influência positiva ou negativamente no comportamento hidrológico da microbacias. Assim, o conhecimento desses fatores é de extrema importância para a aplicação de técnicas de conservação e manejo do solo e da água.

4.1.2.1.2. Densidade e Porosidade do Solo

O Latossolo Vermelho-Amarelo apresentou os menores valores de densidade do solo (Quadro 3), indicando uma estrutura de solo menos compacta. Essa condição pode ser por influência da cobertura vegetal (mata nativa), através da ação das raízes e da matéria orgânica no solo, contribuindo na descompactação e na formação de uma estrutura granular do solo.

QUADRO 3. Resultado das análises de densidade e porosidade dos solos

Profundidade	Densidade		Porosidade		
	Solo	Partícula	Micro	Macro	Total
----- cm -----	----- kg dm ⁻³ -----	-----	----- m ⁻³	m ⁻³ -----	-----
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----					
0 – 10	0,92	2,69	0,34	0,32	0,66
10 – 15	1,08	2,90	0,39	0,23	0,63
35 – 55	0,99	2,97	0,38	0,29	0,67
75 – 100	0,98	2,89	0,37	0,29	0,66
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----					
0 – 10	1,36	2,65	0,39	0,10	0,49
10 – 15	1,42	2,71	0,33	0,15	0,48
35 – 55	1,44	2,80	0,44	0,05	0,48
75 – 100	1,33	2,81	0,43	0,10	0,53
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----					
0 – 10	1,20	2,71	0,40	0,16	0,56
10 – 15	1,22	2,80	0,39	0,17	0,56
35 – 55	1,22	2,93	0,31	0,27	0,58
75 – 100	1,14	2,85	0,44	0,16	0,60

A matéria orgânica é um dos principais agentes cimentantes das partículas primárias e secundárias do solo, influenciando na qualidade estrutural. A formação dos agregados e sua estabilidade são determinadas pelo suprimento contínuo de resíduos orgânicos (raízes, folhas e caules) e sua decomposição no solo pela atividade microbiana (ALVES, 1992). Segundo SALTON e MIELNICZUK (1995), A matéria orgânica pode contribuir para uma

melhor condição físico-hídrica do solo, pela não formação de crostas superficiais, aumento da estabilidade de agregados, estabelecimento de porosidade contínua (bioporos) pela atividade da fauna edáfica e de raízes e o equilíbrio entre os valores entre macro e microporos.

Os maiores valores de densidade do solo foram encontrados no Argissolo Vermelho, indicando uma maior massa de solo seco por unidade de volume, certamente por influência do horizonte Bt. Segundo Silva *et al.* (2005), maiores valores de densidade em Bt tem sido relacionado ao adensamento natural desses solos.

O Latossolo Vermelho apresentou valores intermediários de densidade do solo, comparado aos outros dois solos estudados. A maior densidade, comparado ao LVA, pode estar associado à compactação causada pelo pastoreio intensivo e pela diminuição de matéria orgânica. A maior densidade dos solos de uso agrícola está relacionada a vários fatores, dentre eles, com a compactação do solo pelo uso intensivo (HAJABBASI *et al.*, 1997; HARTEMINK, 1998; CAVENAGE *et al.*, 1999) e com a redução dos teores de matéria orgânica (SILVA & KAY, 1997; DALAI & CHAN, 2001), citados por ARAÚJO *et al.* (2004). Em comparação ao PV, os menores valores de densidade do Latossolo Vermelho parecem estar relacionados a condição estrutural desse solo.

No que se refere à porosidade dos solos, o PV apresentou os menores valores de macroporosidade, o LVA os maiores valores e o LV valores intermediários. Esses resultados expressam a inter-relação entre a porosidade e a densidade do solo, ou seja, o aumento da densidade reflete uma redução da porosidade devido à diminuição de macroporos (SIDIRAS *et al.*, 1982 e ALVES, 1992).

A densidade do solo e a macroporosidade estão diretamente associados a alguns segmentos do ciclo hidrológico como a capacidade de infiltração, percolação da água e escoamento superficial. Quanto maior a densidade do solo, menor a sua capacidade de infiltração e percolação, o que contribuirá para o aumento do escoamento superficial. A macroporosidade refere-se aos poros que permitem a passagem da água com maior facilidade, assim, quanto maior os valores apresentados, maior a capacidade de infiltração e percolação, refletindo na diminuição do escoamento superficial e de processos erosivos.

Os resultados de macroporosidade e densidade do solo indicam que o PV, em relação aos latossolos, é o solo que apresenta as características que mais contribuem para o aumento do escoamento superficial, exigindo portanto, maior atenção quanto ao uso e aplicação de técnicas de manejo e conservação de solo e água.

4.1.2.1.3. Curvas de Retenção de Água

As curvas características de água no solo são apresentadas nas Figuras 11, 12 e 13. Para efeito desse trabalho de pesquisa, será dada atenção para as tensões de -6 e -10 kPa, por serem esses os valores relacionados à capacidade de campo, ou seja, momento em que o solo se apresenta saturado e participa ativamente do processo de infiltração e percolação.

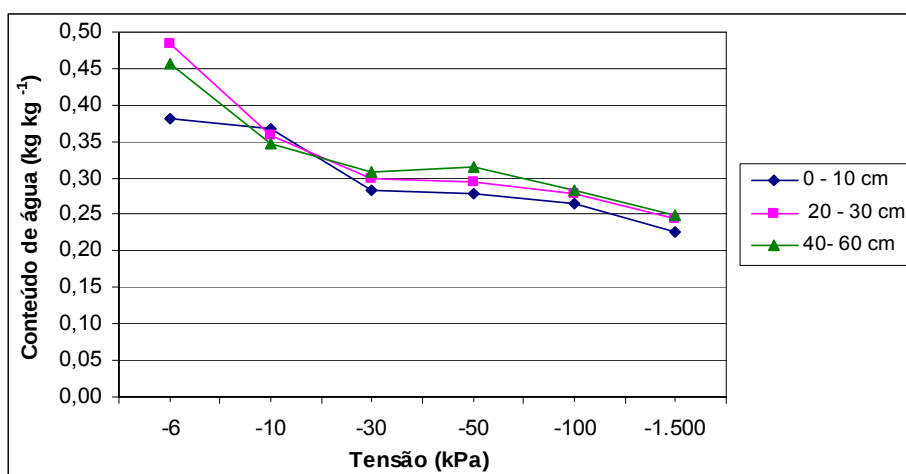


FIGURA 11. Retenção de água em LVA sob floresta.

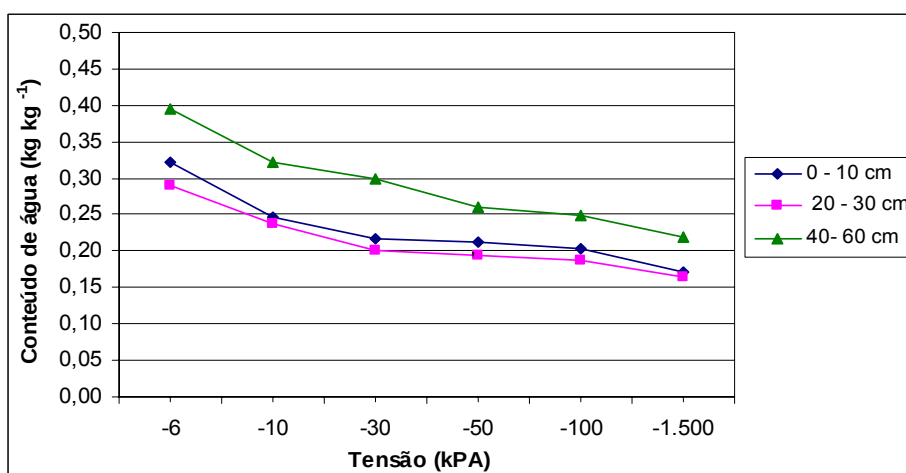


FIGURA 12. Retenção de água em PV sob pastagem.

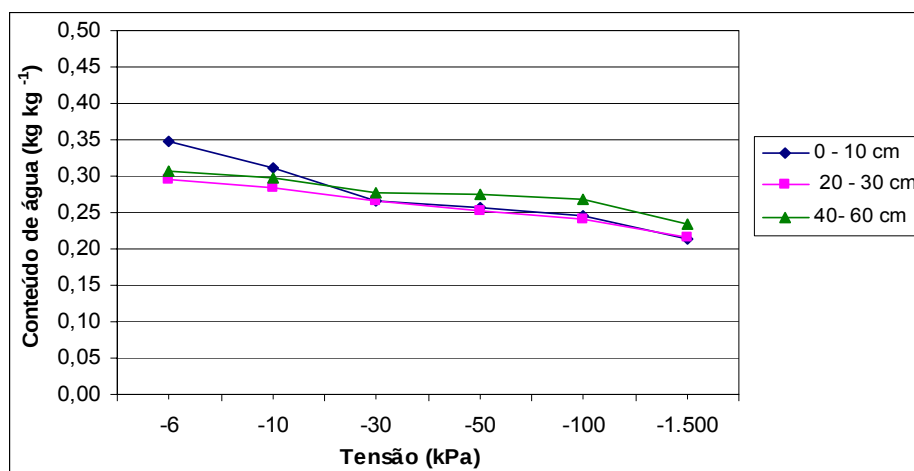


FIGURA 13. Retenção de água em LV sob pastagem.

O solo LVA sob floresta nativa e LV sob pastagem, com tensão de -6 e -10 kPa, apresentou maior capacidade de retenção de água que o PV sob pastagem. A maior capacidade de retenção pode ser explicada pela classe textural dos dois primeiros solos, caracterizados como argilosa, enquanto o PV apresenta classe textural argilo-arenosa e argilosa na profundidade de 0 a 10 cm.

Na profundidade de 20–30 cm foi verificado uma maior capacidade de retenção de água no LVA sob floresta, LV e PV sob pastagem, respectivamente. O solo sob floresta apresentou valores maiores em comparação aos solos das pastagens, resultados semelhantes para os solos da mesma região foram descritos por NUNES (1999). Os resultados, ao que indica deve-se a uma maior concentração de argila nesta profundidade, caracterizando os solos segundo a classe textural como: LVA (sob floresta) – muito argilosa; LV (sob pastagem) – argilosa; e PV (sob pastagem) – argilosa. É importante ressaltar que os teores de argila também influenciam a retenção de umidade, embora o tipo de argila presente possa, às vezes, ser mais importante que a quantidade (PAYNE, 1988). Outro fator que colabora para o aumento da retenção de água no LVA é o maior teor de carbono orgânico no solo, que influencia a retenção de água devido a grande área específica e da quantidade de cargas negativas desses compostos (SCHNITZER, 1978; MILLER e DONAHUE, 1995, citados por NUNES, 1999). Para os solos dos

dois ambientes sob pastagem, os resultados da capacidade de retenção de água foram próximos.

A retenção de água no solo na profundidade de 40–60 cm apresentou maiores valores no LVA sob floresta, quando comparado com os outros dois solos, onde o PV sob pastagem apresentou uma maior retenção de água em relação ao LV, situação contrária às duas primeiras profundidades. A classe textural nos três ambientes foi: LVA – muito argilosa; PV – muito argilosa; e LV argilosa a muito argilosa.

Nas tensões analisadas, as curvas de retenção de água não mostraram relações nítidas com a porosidade e densidade do solo, e sim, com a fração argila e classe textural de cada solo. O LVA, com os maiores valores de macroporosidade e de argila, foi o solo que apresentou a maior retenção de água, indicando possivelmente um efeito de retenção de água por parte da classe textural muito argilosa nesse solo. O PV, com os menores valores de macroporosidade, quantidades de argila e classe textural variando de argilo-arenosa a argilosa, foi o solo que apresentou os menores valores de retenção de água. Já o LV apresentou valores pouco superiores de retenção de água em relação ao PV, acompanhado dos valores de macroporosidade, quantidade de argila e classe textural argilosa. ELTZ *et al.*, (1989) verificou em seu trabalho o aumento da retenção de água em conformidade ao aumento dos teores de argila no solo. Cada solo possui uma curva característica ou de retenção de água, que é função das propriedades físico-químicas da fração sólida e do arranjo poroso. Compactação do solo, perda e/ou adição de matéria orgânica, afetam a forma da curva e podem atuar na capacidade de água disponível do solo (REICHARDT, 1987, citado por BOGNOLA, 1995).

Um fato que chama a atenção é de que o LVA sob a floresta e LV sob pastagem provém de um mesmo material de origem e, provavelmente, sofreram os mesmos processos pedogenéticos, o que os levaria a apresentar características físicas semelhantes, o que não ocorreu. A explicação para essa adversidade parece estar no uso do solo. O solo sob floresta mantém constantemente uma camada de material de origem vegetal (serapilheira) e o ambiente é mais úmido, provocando a decomposição do material e a formação de ácidos orgânicos. Esses ácidos agem nas partículas de solo liberando argila, que por sua vez é transportada após a ocorrência de uma chuva, acumulando-se na profundidade de 15–30 cm e formando uma camada

adensada. Para precipitações de maior intensidade e/ou maior quantidade, a pouca profundidade dessa camada adensada pode provocar uma saturação de água no solo e dificultar a infiltração que por fim influenciará na formação de escoamento superficial. Os resultados apresentados no Quadro 6, item 4.1.2.2.3., indicam uma maior concentração de ácidos orgânicos no LVA sob floresta em comparação ao LV sob pastagem, o que corrobora para firmar a discussão dos resultados acima.

O efeito da camada adensada quanto à retenção de água no LVA sob floresta é ilustrada pela Figura 11, nota-se que na camada de 0–10 cm a quantidade de água retida no solo é de $0,38 \text{ kg kg}^{-1}$ e com textura argilosa, enquanto que na profundidade de 20–30 cm esse valor chega a $0,48 \text{ kg kg}^{-1}$ com classe textural muito argilosa e passa para $0,46 \text{ kg kg}^{-1}$ na profundidade de 40–60 cm, também na classe textural muito argilosa.

No LV sob pastagem, com menor intensidade de formação de ácidos orgânicos, a quantidade de água retida no solo é menor: $0,35 \text{ kg kg}^{-1}$ na profundidade de 0–10 cm, de $0,30 \text{ kg kg}^{-1}$ em 20–40 cm e $0,31 \text{ kg kg}^{-1}$ em 40–60 cm.

A variabilidade da retenção de água no solo está diretamente associada à velocidade de infiltração e percolação da água ao longo do seu perfil, contribuindo para maior ou menor taxa de escoamento superficial e recarga do lençol freático. O PV e o LV sob pastagem apresentaram as melhores características para infiltração e percolação da água, seguido pelo LVA sob floresta.

4.1.2.1.4. Condutividade Hidráulica

Os resultados da análise da condutividade hidráulica dos solos estudados e seus respectivos ambientes são apresentados na Figura 14.

A condutividade hidráulica no LVA sob floresta apresenta um valor alto na profundidade de 0–10 cm, sofrendo uma queda brusca quando atinge a profundidade de 20–30 cm mantendo-se, a partir deste ponto, com valores de velocidade de infiltração menores que os outros dois solos. A diminuição na velocidade de infiltração parece estar associada ao aumento da quantidade de argila ao longo do perfil do solo, passando da classe textural argilosa para muito argilosa. A condutividade hidráulica não mostrou uma relação clara com

a porosidade do solo, e sim, com o aumento no teor de argila, acompanhando a tendência dos resultados de retenção de água no solo.

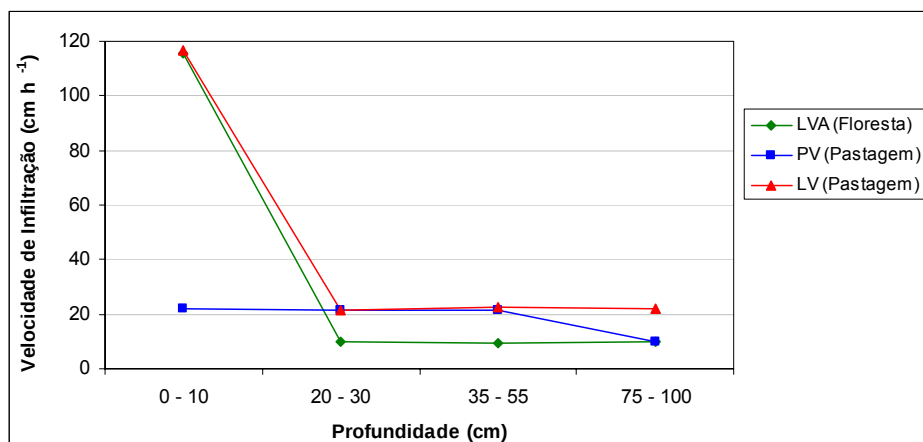


FIGURA 14. Condutividade hidráulica dos solos nos diferentes ambientes.

O Latossolo Vermelho sob pastagem apresenta a mesma tendência do LVA sob floresta, possui valores próximos de condutividade hidráulica de 0–10 cm e, na camada de 20 a 30 cm diminui bruscamente a velocidade e mantém-se praticamente constante até a profundidade de 75–100 cm. Esse solo possui teores de argila um pouco menores que o LVA, apresentado classe textural argilosa até a profundidade de 55 cm. A partir deste ponto é classificada como muito argilosa, porém não apresenta queda na velocidade de infiltração na última profundidade analisada.

Apesar dos dois latossolos apresentarem valores semelhantes na primeira camada analisada, a partir da profundidade de 20–30 cm o solo sob pastagem apresentou valores superiores de velocidade de infiltração quando comparado com o solo sob influência de floresta. A diferença nas curvas de velocidade de infiltração entre os solos aparentemente está no aumento do teor de argila e na camada adensada verificada no solo durante o trabalho de coleta deste material e não na porosidade do solo. Principalmente devido ao fato de que o LVA, em comparação ao LV, apresentou valores superiores de porosidade total e macroporos.

No PV sob pastagem, a velocidade de infiltração apresentou características diferentes. Na profundidade de 0–10 cm a velocidade de

infiltração apresentou o menor valor entre os três ambientes e se manteve praticamente constante entre as profundidades de 20–30 e 35–55 cm, com velocidade de infiltração maior que o solo sob floresta e semelhante ao da pastagem em LV. Na profundidade de 75–100 cm ocorreu um decréscimo na velocidade de infiltração aproximando-se dos valores apresentados pelo LVA e inferior ao LV. A velocidade de infiltração no PV parece estar associado aos baixos valores de macroporosidade, sendo este o único solo a apresentar relação entre a velocidade de infiltração e a porosidade.

Dos solos analisados, os que apresentaram melhores características de infiltração e percolação da água foi LV e o PV, resultado semelhante ao encontrado na retenção de água no solo.

Segundo HILLEL (1971), citado por ALVEZ (1992), as características do solo que modificam o valor de condutividade são porosidade, distribuição de tamanho de poros, tortuosidade dos interstícios e teor de argila. A livre passagem da água no solo é um fator determinante na redução do escoamento superficial e da erosão, com conseqüente aumento no abastecimento do lençol freático. Assim, nota-se a importância de conhecer as características físicas do solo antes da recomendação de qualquer técnica de manejo e conservação de água e solo.

Hoje são muito comuns as recomendações para que a recuperação e a preservação dos recursos hídricos sejam feitas com a implantação de florestas. Os resultados encontrados, entretanto, não recomendam tais procedimentos como sendo a alternativa mais eficiente. Há que se fazer uma análise do perfil do solo, pois em circunstâncias semelhantes às do presente trabalho, floresta ou pastagem acabariam por produzir resultados semelhantes do ponto de vista de “produção de água”.

4.1.2.2. Características Químicas

4.1.2.2.1. Análise Química de Rotina

O resultado analítico das características químicas do solo são apresentadas no Quadro 4 foram interpretados com base em “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (ALVAREZ et al., 1999).”

QUADRO 4. Características químicas dos solos LVA sob floresta, PV e LV sob pastagem

Profundidade	pH		Δ pH	Complexo de troca					SB	T	t
	H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H + Al			
----- cm -----	----- cmol _c dm ⁻³ -----										
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----											
0 – 5	4,70	4,01	-0,69	1,12	0,58	0,10	1,15	10,0	1,8	11,8	2,95
5 – 10	4,64	4,02	-0,62	0,51	0,34	0,09	1,44	9,5	0,94	10,44	2,38
10 – 15	4,59	4,01	-0,58	0,27	0,26	0,08	1,63	9,3	0,61	9,91	2,24
35 – 55	4,62	4,24	-0,38	0,00	0,07	0,02	1,15	5,7	0,09	5,79	1,24
75 – 100	4,46	4,37	-0,09	0,00	0,02	0,01	1,06	4,3	0,03	4,33	1,09
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----											
0 – 5	5,70	4,71	-0,99	2,62	1,21	0,10	0,10	4,6	3,93	8,53	4,03
5 – 10	5,55	4,56	-0,99	1,97	0,66	0,06	0,10	4,8	2,69	7,49	2,79
10 – 15	5,55	4,60	-0,95	1,73	0,45	0,06	0,10	4,1	2,24	6,34	2,34
35 – 55	6,00	5,19	-0,81	1,53	0,28	0,03	0,00	2,4	1,84	4,24	1,84
75 – 100	6,32	5,81	-0,51	1,27	0,29	0,02	0,00	1,6	1,58	3,18	1,58
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----											
0 – 5	5,77	4,71	-1,06	2,20	1,01	0,21	0,00	4,4	3,42	7,82	3,42
5 -10	5,56	4,62	-0,94	1,56	0,49	0,07	0,10	5,5	2,12	7,62	2,22
10 – 15	5,58	4,76	-0,82	1,50	0,41	0,04	0,00	3,0	1,95	4,95	1,95
35 – 55	5,74	5,38	-0,36	1,04	0,32	0,02	0,00	2,1	1,38	3,48	1,38
75-100	5,45	4,92	-0,53	0,34	0,28	0,02	0,00	2,4	0,64	3,04	0,64
----- Cambissolo háplico -----											
0 – 5	5,84	4,37	-1,47	1,82	0,97	0,12	0,10	1,9	2,91	4,81	3,01
5 – 10	5,94	4,36	-1,58	2,13	0,95	0,09	0,00	1,9	3,17	5,07	3,17
10 – 15	6,02	4,33	-1,69	2,40	0,94	0,08	0,10	1,9	3,42	5,32	3,52
35 – 55	6,53	4,90	-1,63	2,01	1,14	0,09	0,00	1,1	3,24	4,34	3,24
75 – 100	7,22	4,77	-2,45	1,61	1,85	0,12	0,00	0,3	3,58	3,88	3,58

Continua...

QUADRO 4. Continuação...

V	m	MO	P		Micronutrientes			
			disp	Rem	Zn	Fe	Mn	Cu
----- % -----		-- dag kg ⁻¹ --	-- mg dm ⁻³ --	---- mg L ⁻¹ ----		mg dm ⁻³		
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----								
15,3	39,0	7,10	1,7	19,6	0,82	63,6	10,7	0,86
9,0	60,5	5,32	1,2	18,3	0,63	56,4	7,6	0,95
6,2	72,8	5,07	0,9	18,1	0,85	56,0	5,6	0,99
1,6	92,7	2,66	0,3	8,2	0,67	53,2	3,0	1,54
0,7	97,2	1,65	0,6	5,0	1,98	19,0	2,0	0,85
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----								
46,1	2,5	4,56	0,8	29,7	1,94	60,8	44,4	1,59
35,9	3,6	4,31	0,5	26,7	0,42	32,5	24,3	1,25
35,3	4,3	3,30	0,5	27,0	0,52	27,8	26,5	1,55
43,4	0,0	1,77	0,3	18,5	0,35	21,5	7,8	2,24
49,7	0,0	1,14	0,6	12,0	0,25	20,2	4,2	1,61
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----								
43,7	0,0	4,06	0,6	26,7	1,61	34,4	74,9	2,93
27,8	4,5	3,17	0,3	24,5	1,34	30,8	47,8	3,12
39,4	0,0	2,53	0,3	21,5	1,18	29,1	31,9	3,32
39,7	0,0	1,52	0,2	16,2	0,54	16,5	9,4	2,73
21,1	0,0	1,01	0,6	5,1	0,43	15,2	4,0	1,49
----- Cambissolo háplico -----								
60,5	3,3	1,87	21,4	39,1	1,96	48,3	21,8	2,38
62,5	0,0	1,99	0,0	37,3	1,14	34	15,4	2,59
64,3	2,8	1,74	0,0	36,6	1,02	31,1	13,9	3,14
74,7	0,0	1,00	0,2	31,9	0,63	18,6	10,3	1,36
92,3	0,0	0,00	0,2	42,8	0,55	15,6	5,3	0,14

pH em água e KCl; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC(t) – Capacidade de Troca Catiônica; CTC(T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio; Matéria Orgânica (MO) = C. Org x 1,724; P-disp. = Fósforo disponível; P-rem = Fósforo Remanescente.

Em relação à acidez (pH em H₂O), os dois solos (LV e PV) sob pastagem foram classificados como tendo acidez média, o LVA sob floresta como tendo acidez elevada e o Cambissolo háplico sob pastagem com a acidez variando de média na profundidade de 0-10 cm e fraca na profundidade de 10-100 cm. No solo sob floresta e no LV sob pastagem ocorreu uma sensível oscilação do pH com a variação da profundidade e no PV e no Cambissolo sob pastagem houve um aumento no pH. O solo sob floresta apresentou os menores valores de pH em água e em KCl.

A variação dos valores de pH nos solos está associada aos teores de base, onde decrescem em profundidade caracterizando todos os solos como ácidos.

O pH em KCl tende a aumentar conforme o aumento da profundidade, mesmo em tal condição, apresentou-se menor do que o pH em H₂O resultando em valores negativos de Δ pH (GILLMAN, 1974 citado por BOGNOLA, 1995). Isso significa um aumento de cargas negativas nos solos e, conseqüentemente, um aumento na dispersão de argilas, interferindo nas características físicas do solo (ROSA, 1998). Esses resultados ajudam a explicar a formação da camada adensada encontrada na profundidade de 15 a 30 cm no LVA sob floresta.

A soma de bases (SB) no LVA sob floresta foi classificada como baixo (0–15 cm) a muito baixo (35–100 cm). O LV sob pastagem, foi classificado como médio (0–15 cm) e baixo (35–100 cm), o PV variou entre as classes bom (0– 5 cm), médio (5–55 cm) e baixo (75–100 cm) e a SB do Cambissolo foi classificada como média. Os maiores valores de SB do PV pode estar relacionado ao material de origem mais máfico do qual o solo se desenvolveu e a uma menor intensidade de intemperismo e lixiviação experimentadas por este solo durante sua formação. Outro fator de contribuição é a pedoforma côncavo-côncava, caracterizadas como um ambiente receptor e que se aproxima do material de origem (CORRÊA, 1984). A melhor fertilidade do LV parece estar associada à sua posição na paisagem, por estar localizada na porção média-inferior da encosta tem maior influência do material de origem (gnáissica). Outra hipótese que não pode ser descartada é a proteção preferencial e local contra a lixiviação de cátions pelos microagregados, normalmente muito estáveis em grande parte dos Latossolos, conforme assinalado por MOURA FILHO e BUOL (1976).

Os teores de bases trocáveis mais elevados nas camadas superficiais ocorrem em razão do processo de reciclagem vegetal com incorporação de nutrientes pela decomposição da matéria orgânica (CARVALHO FILHO, 1979). Porém, em condições de acidez elevada podem ocorrer limitações na decomposição da matéria orgânica no solo (TOMÉ Jr, 1997). Esse fato ajuda a esclarecer, em parte, os baixos teores de bases trocáveis no LVA sob floresta, uma vez que é um local com grande contribuição de material orgânico. Este local, devido a sua pedoforma convexo-convexa (formação exportadora) e aos processos de intemperismo e lixiviação ao qual o solo foi submetido contribuíram para a pobreza química deste solo, caracterizadas nas análises.

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) variou de médio nas camadas de 0–15 cm a baixo nas camadas mais profundas, com exceção do Cambissolo que apresentou valores médios em todas as profundidades analisadas. O solo sob floresta, em comparação aos solos sob pastagem, apresentou os maiores valores de CTC a pH 7 e isso possivelmente esteja associado ao maior incremento de matéria orgânica nesse ambiente. Porém a CTC efetiva é menor, e, essa diferença parece estar relacionada ao menor pH do solo sob floresta em comparação a acidez média e fraca encontrada nos solos sob pastagem.

O LVA sob floresta apresentou teores elevados ($m > 50\%$) nas profundidades de 5 a 100 cm, caracterizando-o como álico, de baixa fertilidade e distrófico, enquanto que nos solos sob pastagens o maior valor de m foi de 4,5%. Baixos teores de Al^{3+} reflete a precipitação deste elemento sob a forma de gibbsita, a qual é favorecida pela lixiviação de sílica e de bases (KER, 1995).

Já os valores de saturação por base (V%), excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo, são maiores nos solos sob pastagem, classificados como bom no Cambissolo e médio no Argissolo Vermelho e Latossolo Vermelho, em relação ao de floresta (classificado como muito baixo). Os fatores que diferenciam a fertilidade dos solos sob pastagem e sob floresta, ao que indica, são os mesmos discutidos para a soma de bases. Os valores encontrados mostram uma relação entre a variação de V com o pH do solo. Segundo TOMÉ Jr. (1997), existe uma relação direta entre o pH do solo e a saturação por bases, embora não seja seguro se tentar prever o valor exato de V a partir do pH.

4.1.2.2.2. Citrato-Ditionito-Bicarbonato e Oxalato de Amônio

O ditionito é efetivo para extrair formas de ferro cristalino (óxidos), o amorfo e aquele organicamente ligado à fração mineral, além de extrair formas de polímeros de alumínio contidos nos óxidos de ferro e matéria orgânica (CONFFIN, 1963; McKEAGUE e DAY, 1966). O oxalato é usado para extrair a maior parte do ferro de materiais amorfos e, também, formas de polímeros de alumínio contido nos óxidos de ferro e matéria orgânica (McKEAGUE e DAY, 1966).

Os resultados (Quadro 5) mostram que os teores de ferro na forma cristalina, para os três solos, aumentam com a profundidade e foram superiores no LVA sob floresta quando comparado aos solos sob pastagem. Entre o LV e PV sob pastagem os teores de Fe apresentaram pequenas variações.

QUADRO 5. Teores de sílica, alumínio, ferro e manganês extraídos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (d), oxalato de amônio (o) e relações Feo/Fed em amostras de TFSA dos solos LVA sob floresta, PV e LV sob pastagem

Prof. --- cm ---	Sid	Sio	Ald	Alo	Fed ^{1/}	Feo	Mnd	Mno	Feo/Fed
----- dag kg ⁻¹ -----									
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----									
0 – 5	0,19	0,02	1,75	0,57	6,62	0,65	0,00	0,00	0,09
5 – 10	0,11	0,02	2,31	0,55	6,66	0,63	0,00	0,00	0,09
10 – 15	0,08	0,02	2,00	0,55	6,02	0,60	0,00	0,00	0,10
35 – 55	0,17	0,02	2,78	1,14	7,91	0,94	0,00	0,00	0,12
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----									
0 - 5	0,11		0,04	1,24	0,47	5,17	0,77	0,00	0,15
5 - 10	0,11		0,05	1,26	0,60	5,24	0,65	0,00	0,12
10 - 15	0,09		0,08	1,08	0,47	4,83	0,73	0,00	0,15
35 - 55	0,21		0,06	2,19	0,64	5,40	0,86	0,00	0,16
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----									
0 - 5	0,18		0,35	1,40	0,63	5,22	0,91	0,00	0,17
5 - 10	0,21		0,08	1,49	1,38	5,63	0,96	0,00	0,17
10 - 15	0,13		0,11	1,19	0,62	5,28	0,84	0,00	0,16
35 - 55	0,15		0,13	1,36	0,88	5,69	1,03	0,00	0,18

1/ Soma das três extrações.

O ferro amorfo ocorreu em menor proporção no solo sob floresta em comparação aos solos dos outros ambientes. Dois fatores podem estar contribuindo para isso; a cobertura florestal tende a manter uma umidade constante no solo propiciando um ambiente redutor e favorecendo a remoção parcial do Fe com a ocorrência de chuvas, outro fator de soma é o efeito da matéria orgânica na menor cristalinidade dos óxidos de ferro (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989).

As relações Feo/Fed foram maiores no solo LV sob pastagens, seguidos do PV sob pastagem e do LVA sob floresta. De um modo geral esses valores apresentaram-se elevados para todos os perfis estudados, o que indica a participação maior de formas de ferro de maior cristalinidade.

O teor de Mn no solo está abaixo do nível de detecção da espectrometria de plasma de emissão atômica, assim não foi encontrado traços desse elemento nas profundidades analisadas. Isso sugere uma forte influência de lixiviação, uma vez que o Mn tende a ser preferencialmente lixiviado em relação aos demais elementos (SCHWERTMANN e TAYLOR, 1989, citados por SOUZA, 2003).

4.1.2.2.3. Fracionamento da Matéria Orgânica

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 6 de fração de ácido húmico (FAH), fração de ácido fúlvico (FAF) e fração de humina (FH), o LVA sob floresta foi o que apresentou os maiores teores em relação ao PV e LV sob pastagem. Resultados semelhantes foram encontrados por MARCHIORI Jr. *et al.* (2000) e FONTANA *et al.* (2001), em estudos realizados em Latossolos e Argissolos sob diferentes usos.

Essas diferenças segundo FELBECK JUNIOR (1965), DUCHAFOUR (1970) e STEVENSON (1982) podem estar associadas à ligação estável que existe entre esse componente e a parte mineral do solo, como também a maior resistência à decomposição, e/ou, relacionadas com a maior taxa de deposição de material orgânico que ocorre no solo sob floresta (FONTANA *et al.*, 2001).

A redução de matéria orgânica no solo, comparando as três classes de solo, não se deve unicamente à redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também, ao aumento da atividade microbiana, causado por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternância

mais freqüente de umedecimento e secagem do solo, pelo uso contínuo de implementos, pela sucessão contínua, pelas queimadas, e pelas perdas causadas pela própria erosão (MARCHIORI Jr. *et al.*, 2000).

QUADRO 6. Fracionamento do carbono orgânico total (COT) em frações ácidos húmicos (FAH), ácidos fúlvicos (FAF) e humina (FH) dos solos LVA sob floresta, PV e LV sob pastagem

Profundidade ----- cm -----	F.A. Húmico -----	F.A. Fúlvico ----- dag kg ⁻¹ -----	F. Humina -----	COT -----
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----				
0 – 5	0,46	0,53	2,28	3,18
5 – 10	0,44	0,38	2,23	3,02
10 – 15	0,29	0,46	1,43	2,15
35 – 55	0,22	0,21	1,36	2,06
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----				
0 – 5	0,26	0,09	1,46	1,77
5 – 10	0,22	0,07	1,91	2,21
10 – 15	0,24	0,03	1,33	1,55
35 – 55	0,19	0,13	1,13	1,58
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----				
0 – 5	0,18	0,39	1,34	1,86
5 – 10	0,12	0,26	1,28	2,09
10 – 15	0,13	0,31	0,64	1,04
35 – 55	0,10	0,28	0,39	0,75

A ocorrência de teores mais elevados desses ácidos nas primeiras camadas de solo, possivelmente contribui para a liberação das partículas de argila do solo, ocasionando mudanças em suas características físicas. O carregamento das partículas de argila pela movimentação da água no solo, pode ocasionar a formação de camadas adensadas em diferentes profundidades ao longo do perfil do solo. Sendo essa, a possível explicação para a formação de uma camada de solo mais adensada no LVA sob pastagem.

Camadas de solo mais adensadas nas primeiras profundidades podem influenciar na redução da percolação da água que, quando associado a chuvas mais intensas, podem refletir em maior escoamento superficial e de processos erosivos.

4.1.2.2.4. Característica Mineralógica

Os difratogramas da fração argila (Figura 15) com os picos característicos e as espécies mineralógicas identificadas, mostram que a mineralogia dos solos estudados é bastante uniforme, confirmando a similaridade atribuída por CORRÊA (1994), CARVALHO FILHO (1989), QUINTEIRO (1997) e NUNES (1999) para os solos da região.

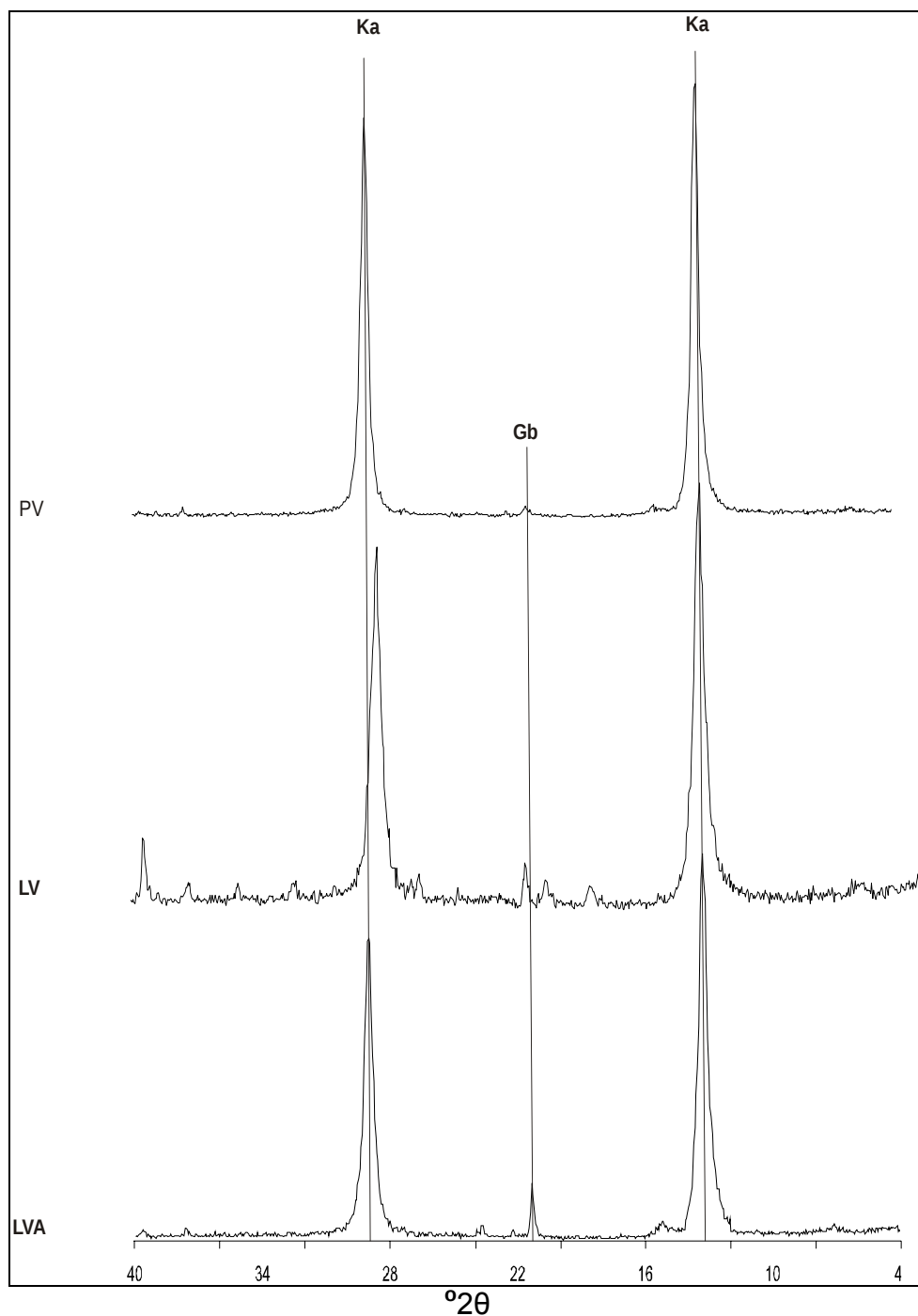


FIGURA 15. Difratograma de Raio-X da fração argila desferrificada dos solos estudados (Lâmina Orientada). Ka – Caulinita; Gb – Gibbsita.

O argilo-mineral caulinita ocorre em proporções mais expressivas no LVA, PV e LV, a gibbsita segue a mesma tendência para o LVA e LV enquanto que para o PV ocorrem apenas traços desse argilo-mineral. Todos esses minerais são secundários, pois não existiam na rocha original. A coexistência desses minerais em todos os solos parece indicar que os processos de transformação da caulinita em gibbsita estão ativos (QUINTEIRO, 1997). Ainda segundo o autor, a transformação não ocorre numa só direção ou diretas, existindo processos intermediários. A caulinita de tamanho grande, pseudomorfo, parece favorecer a manutenção mais expressiva desse argilo-mineral. A quebra dos pseudomorfos ao se aproximarem da superfície favorece a gibbsita, que ocorre em menor proporção.

4.1.3. Uso do Solo e Áreas de Preservação Permanente

O uso da terra na microbacia dos Araújo é apresentada no Quadro 7 e Figura 16 e representam o uso do solos em toda a bacia do ribeirão São Bartolomeu, onde prevalece o uso da pastagem para a exploração da pecuária leiteira. Grande parte destas pastagens encontra-se degradada devido ao pastoreio intensivo a que vem sendo submetido ao longo dos anos de ocupação, a baixa fertilidade natural de grande parte dos solos e à dificuldade de se implantar pastagens de melhor qualidade como o capim braquiaria. Essas dificuldades se caracterizam principalmente pelo relevo acidentado que dificulta a mecanização e pela descapitalização do agricultor.

QUADRO 7. Uso do solo na microbacia dos Araújo

Uso do solo	Área	Área
	----- ha -----	----- % -----
Pastagem	29,9	58,28
Mata nativa	11,7	22,81
Área agrícola	3,6	7,02
Capoeira	2,3	4,48
Eucalipto	2,2	4,29
Área construída*	0,9	1,75
Várzea	0,7	1,36
Área total	51,3	100

*Refere-se a área limpa ou quintal, impermeabilizada ou não, usada diariamente pelos moradores da microbacia.

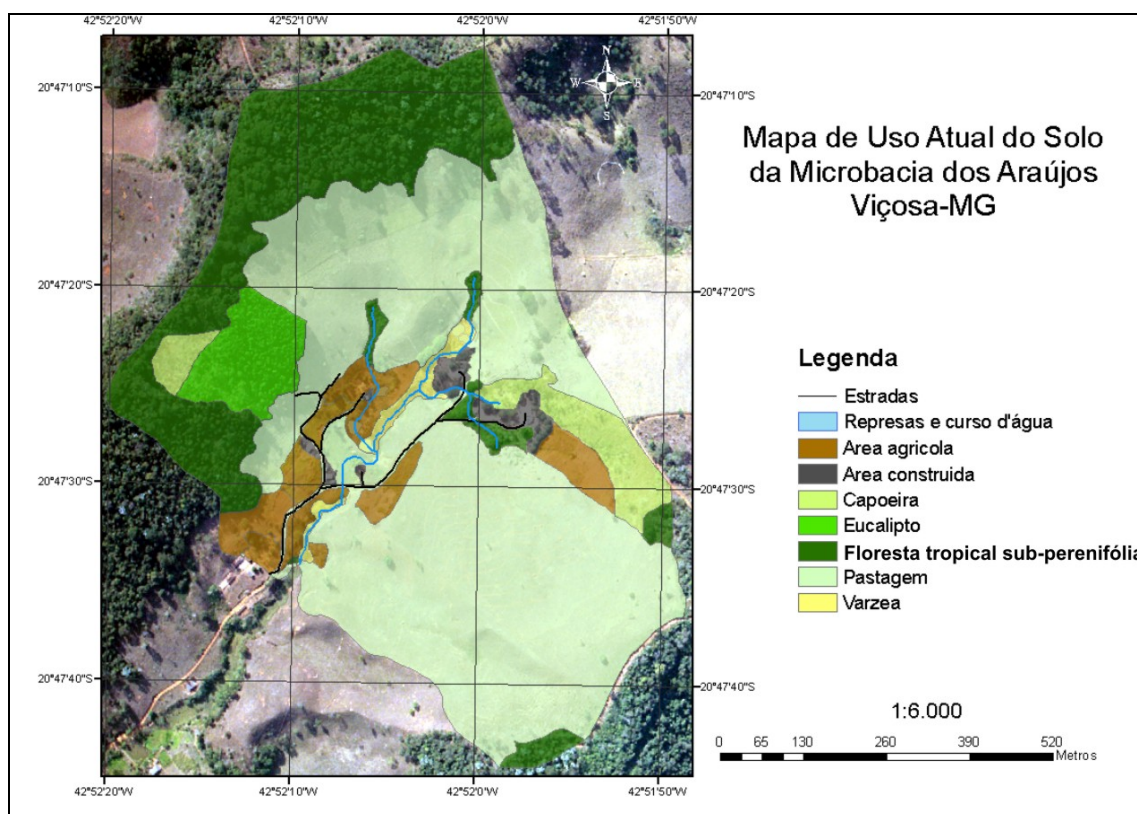


FIGURA 16. Uso atual das terras na microbacia dos Araújos.

A distribuição das Áreas de Preservação Permanente – APP da área total da microbacia dos Araújos (Quadro 8) perfazem 39,1% (20,05 ha) da propriedade e se distribuem em quatro classes.

QUADRO 8. Distribuição das áreas de preservação permanente na microbacia dos Araújos

Classes de áreas de preservação permanente	Área -- ha --	Percentual da APP total
50 m ao redor das nascentes	4,41	22
30 m de cada lado da margem do curso d'água ^{1/}	8,42	42
Topos de morros	6,82	34
Encostas com declividade > 45°	0,4	2
Total	20,05	100

1/ Instituído para cursos d' água com até 10 metros de largura.

O artigo 10º da Lei 14.309 de 19/06/2002 estipula que a área de preservação permanente é área revestida ou não com cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar da população humana.

A área efetivamente utilizada para exploração econômica (pastagem, área agrícola, reflorestamento de eucalipto e área construída) é de 36,6 ha e 54,8% (20,05 ha) desta área encontra-se em conflito com as APPs. As áreas de terraço, que são de interesse dos proprietários para o cultivo, são pequenas devido às características do relevo que formam os vales em “V”, e grande parte dessas áreas constituem-se Áreas de Preservação Permanente. Da mesma forma as áreas de topo de morro e com declividade acima de 45º, que são utilizadas com pastagens e reflorestamento de eucalipto são APP's. De acordo com a legislação resta ao agricultor utilizar parte das áreas de encosta, que se caracterizam pela baixa fertilidade natural, necessitando de adubações e correção, o que vem a aumentar o custo das atividades agrícolas. Além disso, são áreas de risco no que se refere à erosão e transporte de partículas sólidas, quando do revolvimento do solo para o cultivo e do aumento das taxas de escoamento superficial quando da formação de pastagens para agropecuária.

O que garante ao agricultor a possibilidade de continuar a utilizar as APP's é o Art. 11º que cita – “Nas áreas consideradas de preservação permanente, será respeitada a ocupação antrópica já consolidada, de acordo com a regulamentação específica e averiguação do órgão competente, desde que não haja alternativa locacional comprovada por laudo técnico e que sejam atendidas as recomendações técnicas do poder público para a adoção de medidas mitigadoras, sendo vedada a expansão da área ocupada”. Por meio deste artigo, fica garantida a utilização das APP's, desde que o agricultor não seja punido por crime ambiental, onde então, é possível ao órgão legislador exigir o isolamento e, ou, recuperação das áreas de preservação permanentes que estão sendo utilizadas.

Os resultados indicam a necessidade de revisão da Legislação Ambiental de forma que a Lei seja estabelecida de acordo com as características fisiográficas (relevo, solo, drenagem, etc.), bioma, climáticas e outras. Tais modificações podem resolver conflitos que ocorrem no dia-a-dia

entre os produtores rurais e os órgãos fiscalizadores competentes, propiciando um desenvolvimento econômico e ambiental sustentável.

4.1.4. Características Hidrológicas

4.1.4.1. Qualidade da Água

Os resultados das análises de água (Quadro 9) dos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2004, foram comparados com os valores padrões segundo os Critérios Recomendados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na RESOLUÇÃO nº 357, de 17 de Março de 2005 DOU 18.03.2005, onde se estabelece para as águas de classe 1 os parâmetros físico-químicos de substâncias potencialmente prejudiciais.

Os elementos Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn apresentaram teores que ultrapassaram os limites estabelecidos pelo CONAMA para as águas de classe 1. Os dados indicam que existe uma diminuição na concentração de alguns elementos de acordo com o decorrer dos meses. No período de estiagem (setembro e outubro) constatou-se que os elementos Al, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn apresentaram concentrações acima dos valores máximos permissíveis (VMP) pelo CONAMA. Esses elementos apresentaram valores mais expressivos quando comparado aos meses de chuva (novembro e dezembro), onde apenas os elementos Al, Fe, Mn e Pb, mesmo em menores concentrações ultrapassaram o VMP. A qualidade da água e a maior ocorrência, em quantidade e variedade, de elementos potencialmente prejudiciais à saúde humana no período de estiagem pode estar associado a uma diminuição da reserva de água do lençol freático e da vazão do curso d'água, causando um aumento da concentração dos elementos (SOUZA FILHO, 1988; ANIDO, 2002).

Os elementos Ca, Mg, Mo, Sr e Ti não constam na tabela de valores máximos permissíveis do CONAMA. Porém, foram analisados e considerados para efeito de comparação de sua ocorrência durante o decorrer dos meses e dos diferentes locais de coleta da água.

QUADRO 9. Resultados da análise química da água nos poços piezométricos (P1, P2, P3 e P4) e no curso d'água (DES – deságüe) no período de setembro a dezembro de 2004

ELEMENTO MÊS	Al - TMP ¹ = 0,1 mg L ⁻¹					As - TMP = 0,05 mg L ⁻¹				
	P1	P2	P3	P4	DES	P1	P2	P3	P4	DES
	----- mg L ⁻¹ -----					----- mg L ⁻¹ -----				
Set.	1,47	3,59	4,42	1,66	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Out.	0,72	5,30	3,09	0,86	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Nov.	0,43	0,78	1,12	3,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dez.	0,28	3,66	1,47	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	B - TMP = 0,75 mg.L					Ca - TMP = - mg.L ⁻¹				
Set.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	1,68	3,28	0,78	3,92	4,24
Out.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	4,53	0,52	4,13	4,19
Nov.	0,25	0,12	0,15	0,08	0,00	1,40	2,33	0,32	5,78	4,16
Dez.	0,34	0,20	0,14	0,06	0,00	1,43	3,71	0,24	4,82	4,19
	Cd - TMP = 0,001 mg L ⁻¹					Co - TMP = 0,2 mg L ⁻¹				
Set.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
Out.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dez.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cr - TMP = 0,05 mg L ⁻¹					Cu - TMP = 0,02 mg L ⁻¹				
Set.	0,02	0,03	0,08	0,00	0,03	0,00	0,02	0,08	0,01	0,01
Out.	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00
Nov.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Dez.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fe - TMP = 0,3 mg L ⁻¹					Mg - TMP = - mg L ⁻¹				
Set.	0,62	5,85	3,89	0,24	3,81	0,66	2,80	3,71	2,62	2,94
Out.	0,39	5,21	1,96	0,51	3,39	0,59	2,05	0,39	2,67	2,73
Nov.	0,00	0,31	0,81	2,88	1,88	0,64	1,12	0,27	2,18	2,71
Dez.	0,30	3,92	2,08	4,13	2,41	0,51	1,69	0,21	1,65	2,65
	Mn - TMP = 0,1 mg L ⁻¹					Mo - TMP = - mg L ⁻¹				
Set.	0,25	0,17	0,46	0,08	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Out.	0,06	1,11	0,07	0,08	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nov.	0,07	0,16	0,02	0,06	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dez.	0,04	0,17	0,02	0,20	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Continua...

QUADRO 9. Continuação...

ELEMENTO		Ni - TMP ¹ = 0,025 mg L ⁻¹					Pb - TMP ¹ = 0,03 mg L ⁻¹				
MES		P1	P2	P3	P4	DES	P1	P2	P3	P4	DES
	Set.	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,11	0,17	0,20	0,07	0,01
	Out.	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,09	0,10	0,00
	Nov.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,09	0,06	0,00
	Dez.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,03	0,03	0,00
		Sr - TMP ¹ = - mg L ⁻¹					Ti - TMP ¹ = - mg L ⁻¹				
	Set.	0,03	0,05	0,00	0,06	0,06	0,01	0,68	4,55	0,07	0,29
	Out.	0,02	0,06	0,01	0,06	0,06	0,01	0,19	0,13	0,01	0,01
	Nov.	0,02	0,03	0,00	0,07	0,05	0,01	0,01	0,04	0,13	0,00
	Dez.	0,02	0,04	0,00	0,05	0,07	0,00	0,11	0,04	0,09	0,00
		V - TMP ¹ = 0,1 mg L ⁻¹					Zn - TMP ¹ = 0,18 mg L ⁻¹				
	Set.	0,01	0,06	0,27	0,00	0,02	0,03	0,08	0,08	0,03	0,02
	Out.	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,88	0,39	0,56	0,23	0,00
	Nov.	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
	Dez.	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00

TMP¹ – Teor Máximo Permissível especificado pelo CONAMA para as águas da CLASSE 1.

Comparando-se a concentração de Al entre os locais de coleta, o poço 1 e o poço 2 (ambos em contato com solo desenvolvido de gnaiss) apresentaram, respectivamente os menores e os maiores valores. As concentrações de Al na água do poço 1 diminuíram com o decorrer dos meses e, no poço 2 ocorreu uma oscilação da concentração do elemento entre os meses de coleta, não mostrando qualquer relação da variação com o início do período de chuva.

Os resultados do poço 3, localizado no terraço, apresentou uma queda na concentração de Al com o decorrer dos meses, e o poço 4 (material de origem: diabásio) teve um aumento na concentração do elemento. No deságüe ocorreu uma diminuição na concentração de Al, provavelmente em razão do aumento da vazão do curso d' água que promove uma maior diluição.

A origem do Al nas águas é principalmente pela sua abundância nas rochas e minerais. Esse elemento não é considerado tóxico ou prejudicial à saúde, mas há interesse em se controlar a concentração nas águas de

abastecimento público e industrial, para prevenir precipitações e sedimentações (CPRM, 1999; SEILER e SIGEL (1988), citado por LEMES, 2001).

Os menores valores de concentração de Ca, Fe e Mg, foram detectados no poço 1, o que pode ser explicado pela ocorrência de um processo mais intenso de lixiviação na área de contribuição no entorno do poço.

As concentrações de Ca variaram pouco ou mesmo se mantiveram estáveis ao longo dos meses nos poços 1 e 2. Segundo CASTRO (1980), a origem do Ca pode estar associado a produtos gerados pelo plagioclásio cálcico. O poço 3 apresentou as menores concentrações desse elemento e isso parece estar associado ao fato ser uma área de terraço, próxima ao curso d'água, onde ocorre uma maior dinâmica de movimentação da água e um processo de lixiviação mais acentuado.

As maiores concentrações de Ca foram determinadas no poço 4, onde o lençol freático está em contato com solo proveniente de diabásio. No deságüe, as concentrações de Ca se mantiveram estáveis durante o decorrer dos meses, e as altas concentrações de Ca podem ser justificadas pelas várias fontes desse elemento advindos da microbacia à montante. De uma maneira geral, as concentrações encontradas se assemelham aos resultados encontrados por SCARDUA (1994), AZEVEDO *et al.*, 1995 e MOSCA (2003).

Constatou-se uma diminuição na concentração de Ferro nos poços 1, 2, 3 e no deságüe. Já no poço 4 ocorreu um aumento na concentração desse elemento, sinalizando a formação de Fe^{2+} com a entrada de período de chuva, que nessas condições tem maior mobilidade e contribuindo assim para o aumento de sua concentração na água. Esperava-se uma maior concentração desse elemento no poço 4 durante o período de coleta e análise, pois o solo dessa área é desenvolvido de diabásio. Mas o que se nota, no entanto, é que os valores de concentração de Fe durante o período de coleta e análise foram maiores nas áreas onde o solo é desenvolvido de gnaiss.

As altas concentrações de Fe encontradas no deságüe é preocupante, pois as concentrações desse elemento acima de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ conferem à água um sabor adstringente, odor desagradável pode ocasionar manchas nas roupas de modo geral, pode promover o crescimento de ferrobactérias, causando vômito e prejudicar ao fígado e aos rins (A.P.H.A., 1976; CPRM, 1999). Como a água é utilizada pelos proprietários para uso doméstico e

abastecimento geral nas propriedades, é recomendável um tratamento corretivo das concentrações de Fe na água antes do uso.

HEM (1970), citado por CASTRO (1980) atribuiu à formação de complexos de Fe^{2+} e Fe^{3+} pela matéria orgânica como explicação para a ocorrência de valores elevados de Fe em águas naturais. O Fe associa-se fortemente com as substâncias húmicas, para formar complexos organo-metálicos (quelatos), conferindo aos cursos d'água uma tonalidade marrom-amarelada (KONONOVA, 1966; CARRANZA E BEMBEN, 1973).

As concentrações de Mg diminuíram nos poços 1, 2, 3 e 4, com o início do período de chuva, demonstrando que ocorreu diluição desse elemento nas águas do lençol freático. O poço 1 apresentou os menores valores de concentração e isto pode estar associado ao contato do lençol freático com um solo desenvolvido de gnaiss mais pobre em minerais ferro-magnesianos. Os poços 2 e 4, apesar de apresentarem valores de concentrações semelhantes, têm seus lençóis freáticos em contato com solos desenvolvidos de materiais de origem diferentes, sendo respectivamente, gnaiss e diabásio. As maiores concentrações de Mg nesses poços possivelmente estejam associadas aos solos de entorno, mais ricos em minerais ferro-magnesianos.

Na análise do mês de setembro o poço 3 apresentou um valor alto de Mg em comparação aos outros meses, gerando dúvida para esse resultado, já que no mês seguinte não ocorreu nenhuma chuva que pudesse diminuir em tal magnitude a concentração do elemento. Por ser uma área de terraço próxima ao curso d'água e com uma maior dinâmica de movimentação da água torna-se maior a possibilidade de lixiviação desse elemento, atribuindo-se a esse fator a baixa concentração de Mg na água mesmo durante o período de estiagem.

As diferenças de concentrações de Mg no deságüe durante o decorrer dos meses foi de $0,29 \text{ mg L}^{-1}$. Uma variação muito pequena em comparação com as variações ocorridas nos outros locais de coleta que apresentam uma diminuição contínua das concentrações durante o decorrer dos meses. A explicação para esse fato pode ser a contribuição de Mg proveniente de outras fontes, como detritos orgânicos e lavagem foliar.

As principais fontes de Mg para as águas naturais são os minerais ferro-magnesianos e algumas rochas carbonáticas (HEM, 1970; MOLDAN e CERNY, 1994). Ainda, segundo os autores, os elementos Mg e Ca sempre estão associados quanto à ocorrência, porém a concentração de Mg é sempre menor

que a do Ca nas águas naturais. O que vem a corroborar com os resultados encontrados para esses elementos nas análises de água da microbacia dos Araújo.

Concentrações elevadas de Mg superiores a 125 mg L^{-1} , podem causar efeitos diuréticos, ser prejudicial aos rins e causar severa obstrução intestinal (A.P.H.A., 1976; CPRM, 1999; SEILER e SIGEL (1988), citado por LEMES, 2001). Além disso, o Mg e o Ca são importantes contribuidores para a dureza da água. Porém, as concentrações de Mg observadas não conferiram à água qualquer problema de dureza.

A variação do pH (Figura 17) entre os locais de coleta e entre os meses não apresentou resultados muito expressivos. Porém o pH dos poços 1 e 3 apresentaram valores abaixo dos limites mínimos estipulados pelo CONAMA (pH 6 a 9), classificando-as como ácida e impróprias para o uso doméstico. A qualidade da água pode ser afetada pelo pH mais baixo, a qual dissolve carbonatos e hidróxidos, influi na mobilização de metais pesados, bem como, aumenta a desorção dos cátions metálicos devido à competição com íons H^+ (FÖRSTNER e WITTMANN, 1981; BEVILACQUA, 1996, citado por LEMES, 2001).

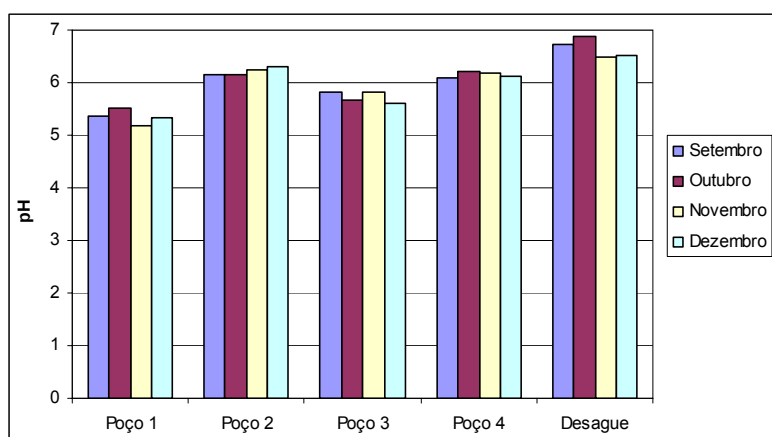


FIGURA 17. Valores do pH da água nos locais de coleta durante os meses.

Todos os locais de coleta apresentaram resultados de oxigênio dissolvido (OD) abaixo de 6 mg L^{-1} (Figura 18), limite estipulado pelo CONAMA para as águas de classe 1. Os maiores teores de OD no deságüe, em relação aos poços, pode estar associada à movimentação que a água passa durante o trajeto da nascente até o local de coleta, aproximadamente 600 metros.

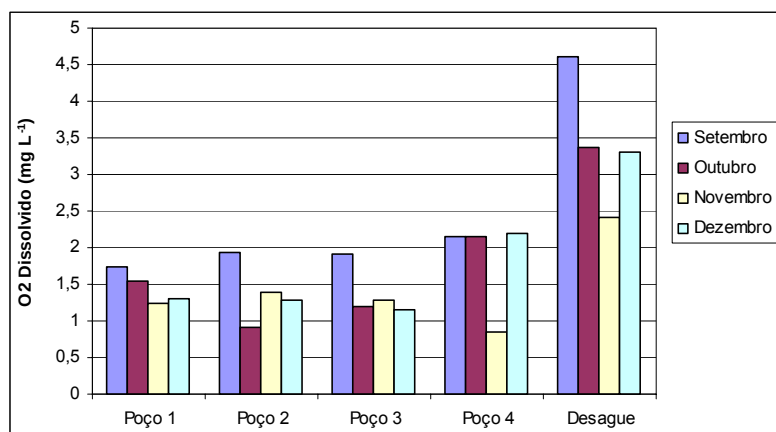


FIGURA 18. Teores de Oxigênio Dissolvido da água nos locais de coleta durante os meses.

Para a temperatura, Figura 19, não houve variações significantes entre os poços e, ou, entre os meses. A menor e a maior temperatura fora, respectivamente, 19,3 °C e 23,2 °C. As mensurações de pH e Temperatura não sofreram variações significativas de acordo com a oscilação do lençol freático ou do curso d'água. Os valores de OD seguiram a mesma tendência, com exceção do deságüe que apresentou variações acentuadas com o decorrer do tempo, mas não mostrando nenhuma relação com a oscilação do nível do curso d'água.

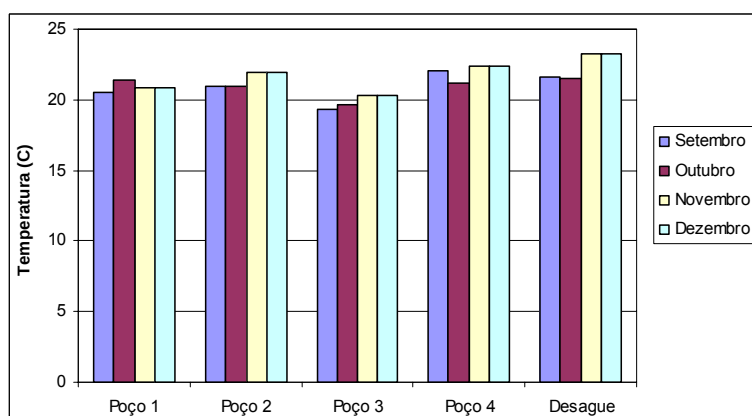


FIGURA 19. Temperatura da água nos locais de coleta durante os meses.

A condutividade elétrica (mS cm^{-1}) da água (Figura 20) foi menor nos poços 1 e 3 em relação aos poços 2 e 4. Para o deságüe, os valores da condutividade elétrica mantiveram-se entre os valores dos poços 1/3 e 2/4, bem como os valores das concentrações dos elementos. De um modo geral, os

valores de condutividade encontrados se aproximam dos resultados observados por AZEVEDO *et al.* (1995), 65,6 mS cm⁻¹ no deflúvio de uma microbacia com pastagem e 76,5 mS cm⁻¹ para uma microbacia com *Eucalyptus grandis*. ARCOVA e CICCIO (1999), citado por LEMES (2001) encontraram para o deflúvio de duas microbacias com floresta de mata atlântica e outras duas com agricultura e pecuária, os respectivos valores de condutividade, 11,6 e 13,3; 12,8 e 16,9 mS cm⁻¹.

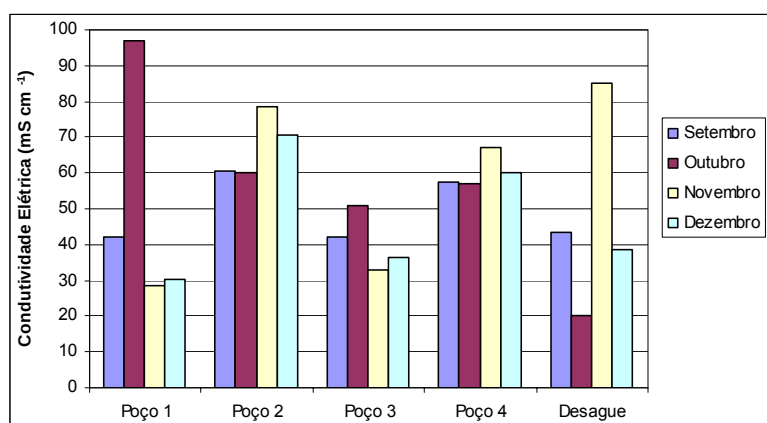


FIGURA 20. Condutividade elétrica da água nos locais de coleta durante os meses.

A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas (pH > 9 ou pH < 5), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais freqüentes são o H⁺ e o OH⁻ (CPRM, 1999). Assim, em conformidade com os valores de pH encontrados, a variação da condutividade elétrica parece estar associada principalmente às concentrações de H⁺ e OH⁻.

Em relação à influência das práticas de manejo na qualidade das águas, não é possível fazer qualquer inferência com base científica, pois as coletas de água foram realizadas após a implantação das técnicas. Assim, pode se especular a melhoria da qualidade da água pela diminuição na concentração dos elementos, promovida pelo aumento da quantidade de água dos lençóis e da vazão do manancial.

Os resultados das análises da água indicam que não se pode generalizar ao se adotar valores fixos para classificar as águas quanto ao seu uso, pois a sua qualidade estará diretamente associada ao poder de diluição de determinado manancial, que por sua vez está diretamente ligado ao ciclo hidrológico de uma dada região. Fatores como a distribuição e a quantidade de precipitação, a taxa de infiltração de cada classe de solo e suas características físico-químicas e mineralógicas, uso e cobertura do solo, relevo etc., influenciam diretamente a variação da qualidade da águas.

4.1.4.2. Infiltração e Escoamento Superficial

O Argissolo Vermelho sob pastagem em 69,2% das precipitações registradas e analisadas (Figura 21) apresentou melhores resultados de infiltração quando comparado ao solo LV sob pastagem e LVA sob floresta. Esses resultados são justificados pela característica mais arenosa (areia grossa) nos primeiros 15 cm de solo, menor retenção de água e boa condutividade hidráulica do solo, conforme resultados apresentados em características físicas do solo, o que acaba refletindo no aumento da infiltração e conseqüente diminuição do escoamento superficial.

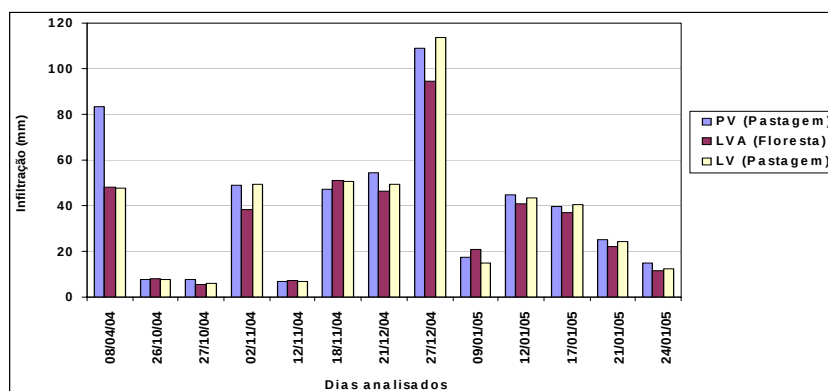


FIGURA 21. Infiltração de água nos solos e ambientes estudados.

Outros fatores que colaboram para o aumento da infiltração é a formação, pelo pisoteio do gado, de degraus perpendiculares ao longo do declive das encostas proporcionando a formação de arquibancadas. Essa formação tende a quebrar a cinética da água de escoamento superficial, diminuindo sua velocidade e dando tempo para que a água possa infiltrar no

solo, a pedoforma côncavo-côncava que naturalmente tende a diminuir o escoamento superficial e o processo erosivo, dando tempo para que a água de chuva possa infiltrar e as técnicas de manejo aplicadas (terraços, caixas de captação etc.), que têm enorme influência na diminuição do escoamento superficial, pois quebra a linha de fluxo contínuo da lamina d'água na superfície do solo. Tais condições são as principais responsáveis pela maior oscilação e reabastecimento do lençol freático por ocasião das chuvas.

Ao se comparar os valores de infiltração entre os tipos de cobertura do solo, nota-se nos resultados apresentados um menor potencial de infiltração sob floresta para quantidades semelhantes de volume de água que chegaram sobre a superfície do solo. O escoamento superficial no solo sob floresta apresenta um comportamento diferenciado influenciado pela vegetação, solo e outros fatores. No início do período de chuva o escoamento superficial no solo sob a floresta apresentou um volume de água superior em comparação aos solos sob pastagens (Figura 22).

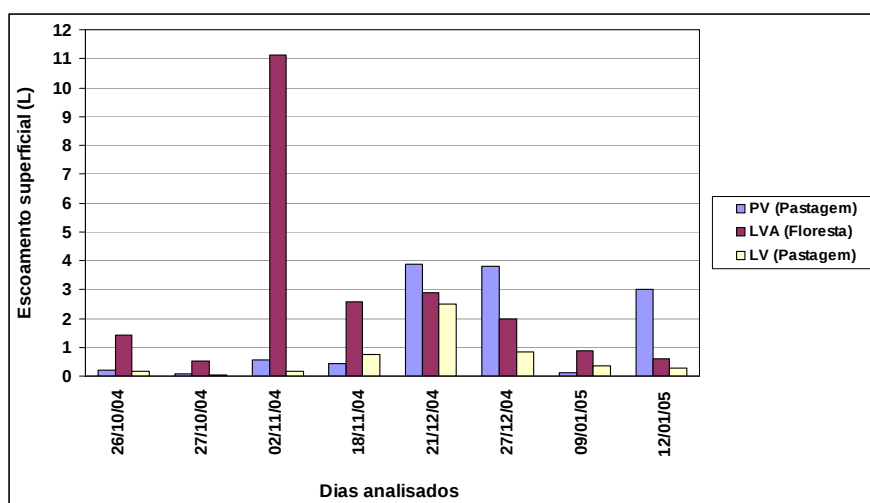


FIGURA 22. Escoamento superficial no LVA sob floresta, LV e PV sob pastagem.

O aumento no escoamento superficial está associado principalmente a alguns fatores, como: menor capacidade de interceptação pelo dossel das árvores no início do período de chuva, quando as folhagens das copas das árvores começam a se restabelecer; a camada de serapilheira sobre o solo, devido a pouca espessura, não oferece maiores resistências à formação de

escoamento superficial; a condutividade hidráulica no solo sob floresta é menor, em relação aos outros solos; a hidrofobia da material orgânico pode estar contribuindo para o aumento do escoamento superficial no início do período de chuva. A este respeito, a repelência do solo a água foi observada por COSTA e CARMO (1985) em povoamentos de eucalipto em diferentes classes de solo do cerrado, principalmente no período seco do ano. A formação de compostos apolares durante a decomposição do material orgânico recobre os agregados ou partículas individuais, tais substâncias reduzem o contato entre a água e as superfícies que a adsorvem (COSTA, 1990; WOCHÉ *et al.*, 2005). Apesar da área de estudo se tratar de uma floresta nativa bastante alterada, o solo pode estar apresentando características de repelência semelhantes ao formado nos solos sob eucalipto.

Decorrido o início do período chuvoso e o restabelecimento da folhagem nas copas das árvores esperava-se que não ocorreria novamente escoamento superficial no solo sob a floresta quando comparado com o solo sob pastagem. Porém, para determinadas precipitações com intensidades mais elevadas, ocorreu escoamento superficial maior no solo sob floresta em comparação aos de pastagens.

No dia 09/01/2005, para uma chuva com intensidade 48 mm h^{-1} , ocorreu escoamento superficial em todas as parcelas experimentais, sendo maior no LVA sob floresta (Figura 22). Nesta data a vegetação arbórea já tivera tempo suficiente para ocorrer a recomposição do seu dossel e a capacidade de interceptação da água de chuva aumentada. Assim, especula-se que a ocorrência de escoamento superficial maior no solo sob floresta é por influência da menor condutividade hidráulica, da maior capacidade de retenção de água, da barreira física formada pela camada mais adensada a 15–30 cm de profundidade que diminui a capacidade de percolação da água e da intensidade de precipitação ter ultrapassado a capacidade de infiltração do solo.

O escoamento superficial no solo PV sob pastagem, para os dias 21 e 27/12/2004 e 21/01/2005, apresentou resultados maiores em relação aos outros dois locais e isto pode ter sido ocasionado pela ocorrência de chuvas orográficas, pois a altura da encosta onde esta localizada a parcela experimental é superior a da encosta onde estão instaladas as outras parcelas

ou ainda pelo fato da intensidade das chuvas pode ter sido maior na encosta da pastagem em PV, influenciando no escoamento superficial.

No tempo estudado do presente trabalho, os resultados de escoamento superficial e infiltração de água de chuva para as diferentes épocas do ano, intensidade e quantidade precipitada, tipo de solo e de cobertura vegetal, abrem pretextos para a quebra de paradigmas, principalmente em relação à cobertura do solo. Afinal os resultados contrapõem o que vem sendo divulgado pelos órgãos ambientais (IEF, CONAMA, etc.) como o ideal para a preservação e conservação de nascentes. Porém, os resultados apresentados ainda não são suficientes para que se possa propor qualquer tipo de mudança nos trabalhos de conservação e preservação de nascentes que vem sendo propostos e aplicados. Eles apenas ressaltam a necessidade de mais pesquisas em um número maior de bacias e por um tempo mais longo.

4.1.4.3. Variação da Profundidade do Lençol Freático

Os poços 1 e 2 estão no mesmo alinhamento (sentido nascente – topo de morro), localizados em área de Latossolo Vermelho e pertencem ao mesmo lençol freático. Os poços apresentaram comportamentos de recarga e descarga de água semelhante ao longo do ano, sendo que o máximo de recarga dos lençóis ocorreu durante o mês de abril. Já a altura mínima dos poços ocorreu durante o mês de outubro. A diferença entre as alturas de lâmina d'água entre os poços é devido à sua posição na encosta, já que o poço 2 encontra-se a alguns metros acima do poço 1, ao longo da encosta. Essa diferença de nível é a responsável por uma maior variação do lençol no poço 2 no período de estiagem, pois a água armazenada nesta região contribui para a manutenção do nível de água no poço 1, que por sua vez, contribui para a perenização da nascente. Tal situação confere à área de entorno das nascentes a designação de “área de contribuição dinâmica” (HEWLLET, 1982), ou seja, é uma região de passagem de água e não de reabastecimento do lençol freático, contrapondo à importância da mata ciliar para aumento da vazão de nascentes, conforme senso comum. Portanto, não é cercando ou reflorestando uma faixa ao redor na nascente que a tornará perene e sim o manejo adequado, voltado para cada tipo de solo na meia encosta e no topo de morro.

Ao se comparar a variação do nível lençol freático dos poços 1 e 2 com o do poço 3 (Figura 23) nota-se uma diversidade de comportamento durante todo o ano frente as precipitações (Figura 24). O nível do lençol freático do poço 3 tem maior oscilação nos períodos de chuva e de seca quando comparado aos poços 1 e 2. Essa variação mais acentuada pode estar associada ao tipo de solo (Argissolo Vermelho) no qual o lençol freático do poço 3 é formado. Os resultados das características físicas do solo como, menor capacidade de retenção de água nas tensões de -6 e -10 KPa e maior quantidade de areia nas primeiras camadas de solo caracterizando-o como argilo-arenosa contribuem para o aumento da infiltração e percolação, refletindo na diminuição do escoamento superficial. A pedofoma côncava-côncavo da área de influência do poço 3 contribui para a retenção da água no local, situação contrária encontrada para a área de influência do poço 2 que apresenta formação convexa-convexo, formação que tende a acentuar o escoamento superficial e os processos erosivos (RESENDE *et al.*, 2002). Possivelmente, as técnicas de manejo aplicadas (terraços, caixas de captação, paliçadas etc.) apenas na área de influência do poço 3 tenha sido o fator de maior contribuição para a diferença na oscilação dos lençóis freáticos durante o período de chuva. Todas essas características permitem uma resposta mais rápida e efetiva de recarga do lençol freático frente às precipitações, bem como um aumento imediato na vazão da nascente.

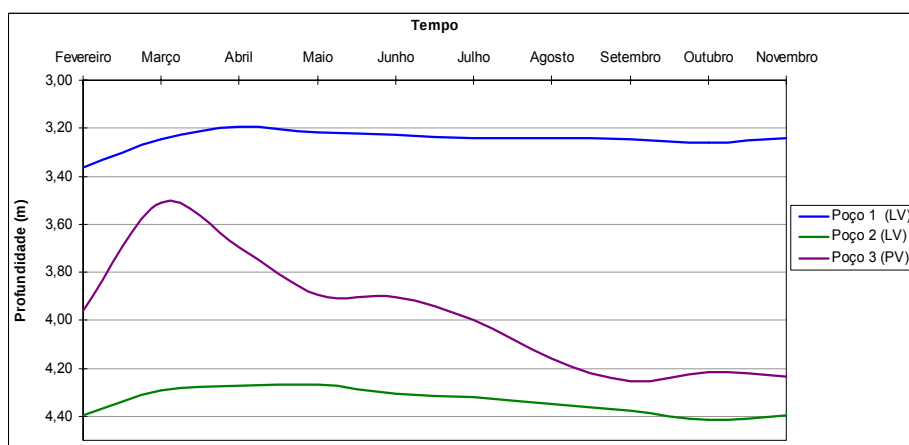


FIGURA 23. Oscilação do lençol freático, de fevereiro a novembro de 2004, na área de contribuição dos solos estudados.

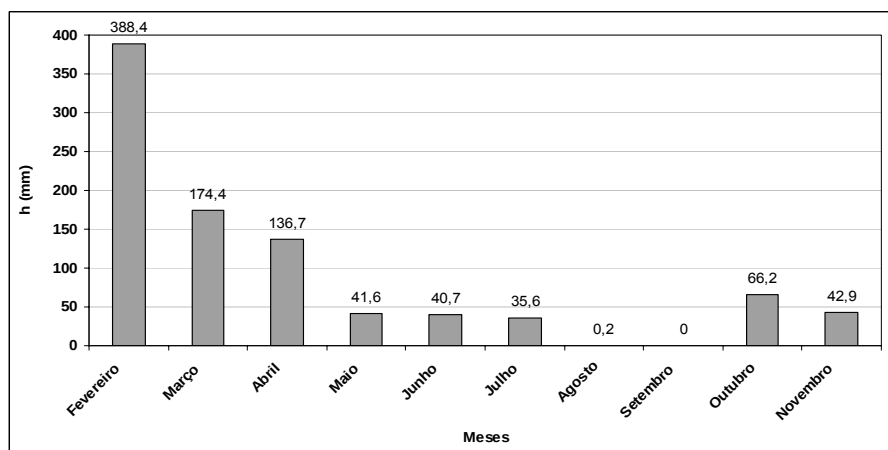


FIGURA 24. Distribuição da precipitação pluviométrica no período de fevereiro a novembro de 2004.

Os resultados encontrados, no tempo estudado no presente trabalho, mostram a sensibilidade do comportamento hidrológico de uma microbacia hidrográfica frente ao uso que se estabelece a cada tipo de solo.

4.1.4.4. Evapotranspiração da Taboa (*Thypha sp*)

Os resultados do manejo da vegetação ("*Thypha sp*", popularmente conhecida como taboa) ao longo do curso d'água a montante da estação linimétrica permitem constatar que, mesmo sendo a área trabalhada de apenas 1.800 m², dentro de uma bacia com algo em torno de 5.000 m² de vegetação freatófita, a vazão, depois do corte, teve um acréscimo de 1.087,5 L h⁻¹.

A oscilação que ocorreu na vazão do curso d'água (Figura 25) na microbacia dos Araújo ao longo do dia 21/09/2003 foi ocasionado pelo processo de evapotranspiração da taboa que chegou ao valor médio de 0,60 L m² h⁻¹. Com o corte dessa vegetação a altura linimétrica (Figura 26) passou a ser maior e a oscilação na vazão ao longo do dia 23/09/2003 diminuiu sensivelmente com o conseqüente aumento da disponibilidade de água. Segundo LINSLEY e FRANZINI (1978), tais plantas realizam elevada evapotranspiração prejudicando a regularização da vazão dos cursos d'água. Aumento de vazão devido ao manejo de vegetação freatófita foi constatado por GOMES *et al.*, (2000), em trabalho realizado em uma microbacia experimental na região de Viçosa-MG.

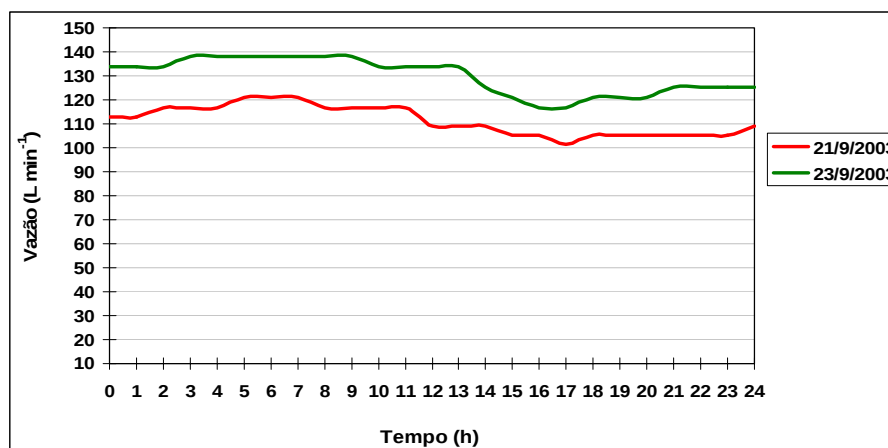


FIGURA 25. Vazão no curso d'água antes e após a retirada da taboa (*Thypha sp.*).

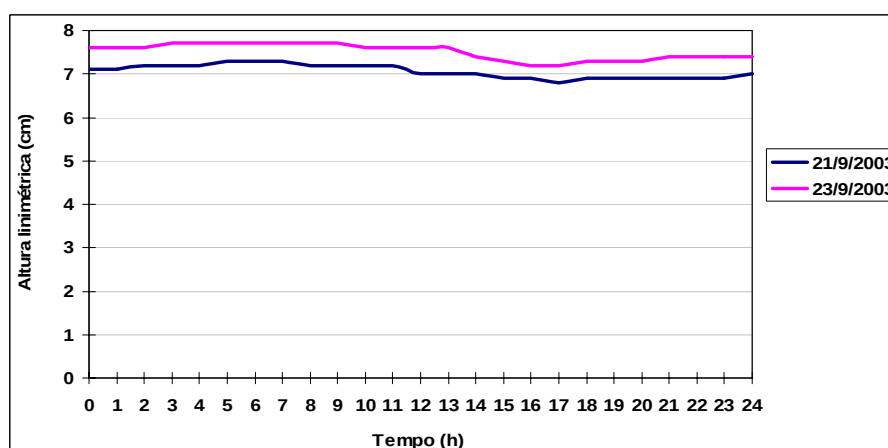


FIGURA 26. Altura da lâmina d'água registrada pela estação linimétrica antes e após a retirada da taboa (*Thypha sp.*).

Esses resultados são animadores do ponto de vista de manejo da vegetação ribeirinha para o aumento de vazão nos cursos d'água em microbacias, e apontam tendências semelhantes para áreas maiores. Porém, para resultados mais consistentes torna-se necessário aprofundar e prolongar os estudos quanto a influência dessa vegetação na oscilação dos cursos d'água. Abre-se, então, uma discussão da viabilidade de implantação dessa técnica de manejo para efeito de aumento da produção de água nas bacias hidrográficas. Segundo TUCCI e CLARKE (1998), a retirada da vegetação ribeirinha ocasiona um volume evaporado menor, além de promover menor variabilidade da umidade nas camadas mais profundas do solo. O processo de

evapotranspiração é responsável pelo consumo de grande parte da água que chega na forma de precipitação (MAURO, 2003).

É importante ressaltar que a técnica de manejo de vegetação ribeirinha ou freatófita não é a solução para resolver o problema na diminuição da vazão das nascentes e da disponibilidade de água nos mananciais. E sim, uma alternativa para quando todas as outras técnicas de revitalização forem utilizadas sem surtir efeitos positivos, ou para casos de emergência ou calamidade pública em termos de disponibilidade de água.

Apesar de a vegetação freatófita ocupar as consideradas Áreas de Preservação Permanente - APP, a Lei 14.309 de 19/06/2002 em seu Artigo 13 traz: “A supressão de vegetação nativa em APP somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizado e motivado em procedimento administrativo próprio, quando não existir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto”. O que torna possível dentro do âmbito legal o manejo da vegetação freatófita para fins de aumento de vazão no curso d’água em períodos de estiagem. Existem limitações quanto à conveniência de manejar as freatófitas. A remoção da vegetação ripária pode aumentar a temperatura e a sedimentação no curso d’água. O tratamento em si pode deteriorar os valores visuais, recreacionais e de habitat da ictiofauna e da vida selvagem, associados com o ambiente ripário. Tal ambiente deverá ser avaliado com relação a todos os valores e não somente ao aumento da produção de água (CASTRO et al, 1998). Segundo ABISSY e MANDI (1999), a vegetação ripária ajuda na fixação de partículas sólidas, nutrientes e substâncias tóxicas.

A solução de problemas de custos e benefícios conflitantes exige considerações além daquelas de caráter puramente técnico. Para tanto, se faz necessário um avanço nas pesquisas, a fim de preencher uma importante lacuna no estudo da hidrologia florestal.

4.1.4.5. Vazão do Curso d’Água

A oscilação da vazão do curso d’ água que drena a microbacia dos Araújo (Figura 27), durante os meses de fevereiro a novembro de 2004, tende a acompanhar a oscilação dos níveis de água dos lençóis freáticos (Figura 23, item 4.1.4.3.) ao longo do ano. O lençol freático onde se localiza o poço 3 foi o

que mostrou maior relação e sensibilidade junto à oscilação da vazão no curso d'água frente às precipitações ocorridas durante o tempo de estudo do presente trabalho.

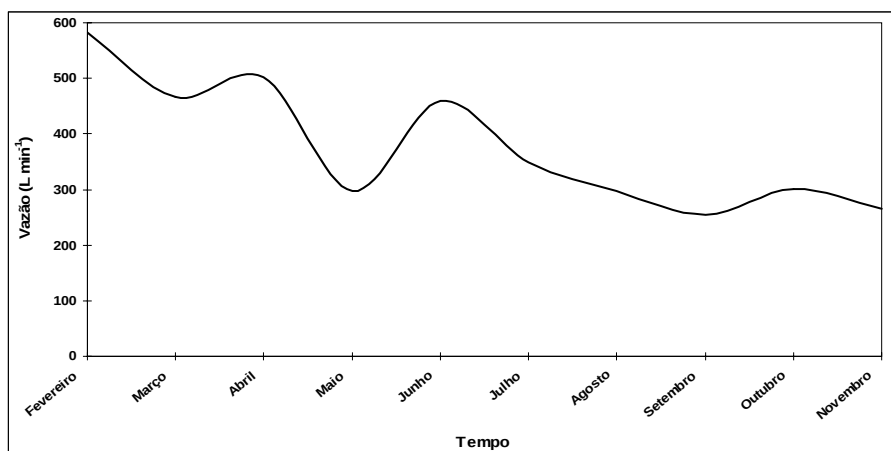


FIGURA 27. Vazão do córrego dos Araújo de fevereiro a novembro de 2004.

De um modo geral, todos os lençóis freáticos indicam essa relação com o curso d' água e é mais visível durante o período de chuva, entretanto é no período de estiagem que essa relação se torna mais importante, quando as oscilações são menores e os lençóis freáticos assumem a importante função de suprir a vazão das nascentes.

Na tentativa de conseguir a regularização na vazão do curso d'água que drena a microbacia dos Araújo foram implantadas algumas técnicas de manejo e conservação de solo e água como: reflorestamentos, melhoria de pastagens, cordões em contorno, caixas de captação ao longo das estradas e em locais de concentração de água proveniente de escoamento superficial ao longo das encostas e renques vegetativos. Os resultados indicaram que tais técnicas são essenciais para se reverter o quadro caótico de cheias nos períodos de chuva e falta de água nos períodos de estiagem. As hidrógrafas da Figura 28 indicam os resultados positivos na diminuição do escoamento superficial na microbacia dos Araújo, para precipitações semelhantes ocorridas antes e após a implantação das técnicas de manejo e conservação de solo e água.

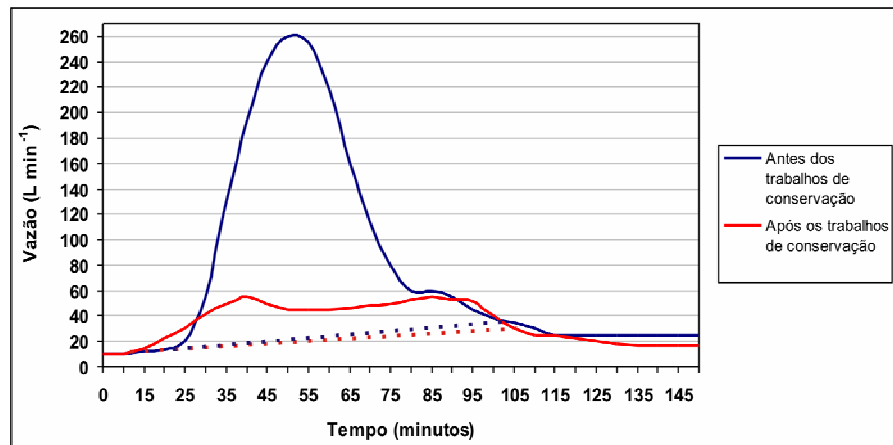


FIGURA 28. Vazão no córrego dos Araújo antes e após a implantação das técnicas de manejo e conservação.

As áreas acima das linhas pontilhadas nas hidrógrafas representam o escoamento superficial após a ocorrência de precipitações pluviométricas com mesma intensidade e quantidade e a parte abaixo das linhas pontilhadas, o escoamento proveniente do lençol freático, denominado escoamento de base. O escoamento superficial representado pela linha azul na hidrógrafa indica que a água proveniente da precipitação chegou rapidamente ao curso d'água e saiu da microbacia não havendo tempo para que pudesse infiltrar, percolar e abastecer o lençol freático. Isso é devido ao manejo e uso inadequado dos solos, ocasionando um desequilíbrio no ciclo hidrológico local. Esse tipo de comportamento nas várias microbacias do ribeirão São Bartolomeu são os responsáveis pelas cheias e inundações no período de chuva e pela escassez de água no período de estiagem.

A outra hidrógrafa, representada pela linha de cor vermelha, possui um formato mais achatado, indicando que houve uma redução no escoamento superficial que chegou a aproximadamente 55%. Isso significa que água proveniente da chuva foi retida na bacia hidrográfica. Não se pode afirmar que toda a água retida foi para o lençol freático e abastecerá o curso d' água durante o período de seca, pois parte é retirada do sistema por processos de evapotranspiração. Porém os resultados apresentados na Figura 29, indicam um aumento na vazão mínima do curso d'água na microbacia dos Araújo de 61% entre os anos de 2002 e 2003, com uma precipitação total neste intervalo de 1276,5 mm. Entre os anos de 2003 e 2004, com precipitação total de

1523,5 mm, o aumento na vazão mínima foi de 46% e entre os anos de 2002 e 2004 o acréscimo na vazão mínima foi de 135%. O maior incremento da vazão no primeiro intervalo analisado em relação aos anos de 2003 e 2004, ao que indica não esta associada ao total precipitado, mas ao maior número de ocorrência de chuvas intensas no segundo intervalo analisado.

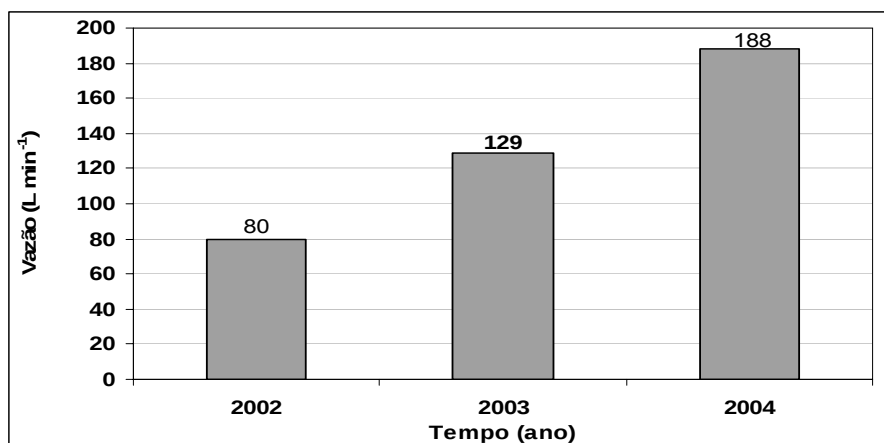


FIGURA 29. Vazão mínima na microbacia dos Araújo após a implantação das técnicas de manejo e conservação de solo e água.

Na bacia do ribeirão São Bartolomeu existe outras microbacias experimentais sendo monitoradas pela equipe técnica do Programa de Gestão de Bacias Hidrográficas – PROBACIAS. As microbacias experimentais Rua Nova e Córrego do Engenho possuem características fisiográficas, solo e manejo totalmente distintas uma da outra, o único ponto em comum foram as técnicas de manejo e conservação aplicadas e os resultados positivos no aumento das vazões mínimas.

O sistema de monitoramento da microbacia da Rua Nova, com área de aproximadamente 15 ha, foi instalado em 1999 e no início do período chuvoso do ano de 2001 foram aplicadas as técnicas de manejo e conservação de solo e água. A microbacia experimental do Córrego do Engenho, com área de aproximadamente 150 ha, vem sendo monitorada desde julho de 2003 e as técnicas de manejo e conservação do solo e água foram implantadas no final do citado ano.

O aumento da vazão na microbacia Rua Nova (Figura 30) no primeiro ano (2001/2002) foi de 11,5%, de 2002/2003 e 2003/2004 foi de 7%. No total,

entre os anos de 2001 e 2004 o aumento foi de 28%. Já na microbacia do Córrego do Engenho o aumento da vazão (Figura 31) entre os anos de 2003 e 2004 foi de 16%.

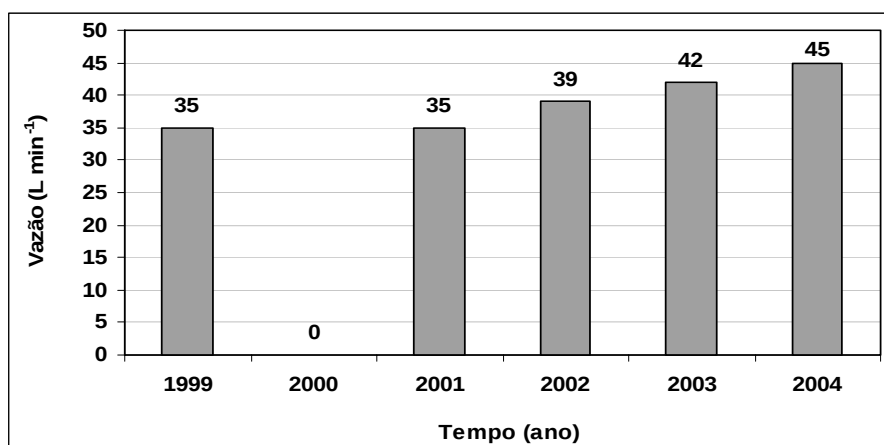


FIGURA 30. Vazão mínima na microbacia da Rua Nova após a implantação das técnicas de manejo e conservação de solo e água.

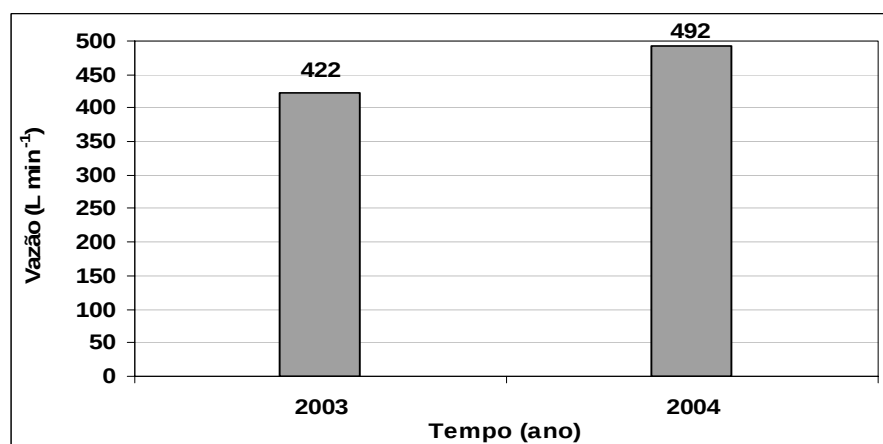


FIGURA 31. Vazão mínima na microbacia do Córrego do Engenho após a implantação das técnicas de manejo e conservação de solo e água.

Os resultados indicam aumentos substanciais da vazão mínima e que independente da área da microbacia as técnicas de manejo e conservação de solo e água se mostraram funcionais e de extrema importância para a mudança do comportamento hidrológico das microbacias hidrográficas de cabeceira, indicando tendências positivas para bacias hidrográficas maiores.

4.1.5. Técnicas de Manejo e Conservação do Solo

Além da ocupação por pastagens de capim-gordura acompanhando o avanço da lavoura de café, os Mares de Morros em parte foram ocupados inicialmente pela pecuária extensiva. Assim se estabeleceu em grande parte dos mares de morros dois conjuntos de usos: pequenas e médias propriedades com café e gado com pastagens de capim-gordura (RESENDE *et al.* 1996).

Com o decorrer do tempo e o acréscimo na demanda por alimentos a pressão sobre os recursos naturais também cresceu. Isso levou a intensificação do uso do solo, em particular o sobrepastejo. O capim-gordura, incapaz de sobreviver ao uso intensivo começou a ser substituído naturalmente pela grama batatais, que por sua vez vem sendo dominada e cedendo espaço para o desenvolvimento do capim-sapé. Essa substituição natural de vegetação está associado a capacidade suporte tanto da vegetação como do solo.

O uso intensivo do solo tem ocasionado problemas de âmbito global. A diminuição da cobertura vegetal e compactação dos solos têm gerado mudanças drásticas no ciclo hidrológico, tornando-se comum, ocorrências como de nascentes secando e rios sendo assoreados.

Na tentativa de reverter parcialmente ou integralmente este quadro, buscou-se aplicar e desenvolver técnicas de manejo e conservação de água e solos que fossem apropriadas às características (solo, declividade etc.) da Zona da Mata de Minas Gerais. A conservação do solo consiste em dar o uso e o manejo adequado às suas características químicas, físicas e biológicas, visando a manutenção do equilíbrio ou recuperação. Através das práticas de conservação, é possível manter a fertilidade do solo e evitar problemas comuns, como a erosão e a compactação. Para minimizar os efeitos causados pelas chuvas e pelo uso inadequado do solo pelo homem, foram utilizadas algumas técnicas de manejo e conservação dos solos e da água:

- Educação ambiental;
- Isolamento de nascentes e cursos d'água;
- Reflorestamento;
- Melhoria de pastagem;
- Terraços;
- Caixas de captação;
- Implantação de fossas sépticas; e

- Sistemas coletores de resíduos agrícolas.

As técnicas listadas foram aplicadas na microbacia dos Araújos e os trabalhos têm sido realizados em sistema de parceria, onde os agricultores entram com a mão-de-obra. Os custos para implantação e manutenção das técnicas estão no Quadro 11.

QUADRO 11. Relação dos custos de implantação das técnicas de manejo implantadas na microbacia dos Araújos, Viçosa-MG

ATIVIDADE		Implantação	Manutenção	
		R\$/ha	R\$/ha	Serviços/ha
Reflorestamento ^{1/}	Eucalipto	668,00	120,00	14
	<i>Toona ciliata</i>	875,00	120,00	14
	Espécie nativa	793,00		10
Melhoria de pastagem*		280,00		
Terraços		150,00		12
		R\$/unidade	R\$/unidade	Serviços/unidade
Caixas de captação		25,00	12,00	1
Implantação de fossas sépticas		780,00		

1/ Nos custos de implantação não estão inseridos os valores referente a mão-de-obra, uma vez que os serviços foram realizados pelos agricultores. O trabalho de manutenção se refere ao coroamento das mudas.

Educação ambiental: é a primeira e fundamental fase do trabalho. Busca-se nessa etapa conscientizar e explicar ao agricultor o processo de formação de uma nascente e que cada ação sobre o solo gera uma reação positiva ou negativa para o ciclo hidrológico. A sensibilização do agricultor o torna mais susceptível a aceitar e entender o porquê das técnicas de conservação, das mudanças no sistema de cultivo, da aplicação total ou parcial da legislação e da necessidade de se fazer parcerias.

Isolamento de nascente e cursos d'água: busca-se implantar nessa etapa, com base na Legislação Florestal a Lei da Razoabilidade. Ou seja, não se aplica os rigores da Legislação Ambiental em si, afinal as áreas agricultáveis na região são os terraços e estes estão inseridos nas áreas de preservação permanente. O relevo local é formado por vales encaixados e cursos d'água menores que 10 metros, mas para cursos d' água desta magnitude a Legislação estabelece um faixa de preservação de 30 metros de cada lado. Busca-se então, na razoabilidade, cercar o curso d'água restringindo o mínimo

possível a área de produção agrícola e considerando as áreas de maiores riscos para o manancial. Nas áreas de entorno dos cursos d'água aconselha-se o agricultor a cultivos permanente (pomares, bananais, sistema, agroflorestais, etc.) visando o mínimo de revolvimento do solo.

Com tais procedimentos tem sido possível evitar o contato direto dos animais (bovinos, eqüinos, suínos, etc.) e o carreamento de partículas sólidas para o curso d'água, contribuindo para a melhoria da sua qualidade sem afetar o lado sócio-econômico do agricultor.

Reflorestamento: este trabalho tem sido desenvolvido em duas linhas, os reflorestamentos comerciais (cedro australiano e, ou, eucalipto) com espaçamento 3 x 2 metros e reflorestamento utilizando espécies nativas com espaçamento 3 x 4 m. Ambos os reflorestamentos tem sido realizados visando a preservação do solo e da água, e por consequência trazem outros benefícios como filtragem de sedimentos, proteção das barrancas e beiras do curso d'água, grande profundidade e volume de raízes favorecendo a macroporosidade do solo, diminuição do escoamento superficial da água no solo, aumento de matéria orgânica do solo, criação de refúgios para fauna, etc.

Melhoria de pastagem: na tentativa de modificar a cobertura do solo ocupado por pastagens degradadas de grama batatais, sapé e capim-gordura têm se estimulado o plantio de bachiaria, que por sua vez produz mais massa verde para a alimentação animal e promove uma melhor cobertura do solo reduzindo o processo de escoamento superficial e erosivo. Este trabalho tem sido realizado com mecanização animal, visando o mínimo de revolvimento e exposição do solo.

Terraços: também conhecidos como cordões em contorno foi desenvolvido na região sul do país para evitar os processos erosivos, onde são utilizados os terraços de base larga confeccionados com máquinas e implementos agrícolas.

Para a Zona da Mata mineira, onde a topografia não permite o uso de máquinas é utilizado mecanização animal e arado de aiveca na confecção de terraços de base estreita (aproximadamente 0,3 m de base e 0,3 m de altura) em nível, desenvolvidos e adaptados para fins hidrológicos. Ou seja, além de atenuar os processos erosivos, retém a água do escoamento superficial dando tempo para que ocorra o processo de infiltração e abastecimento do lençol freático.

A mecanização animal permite a confecção de terraços em encostas com declividades superiores a 45° revolvendo o mínimo possível o solo. Após 3 passadas, em média, do arado é necessário a limpeza da calha e confecção do camalhão utilizando-se enxadas.

Caixas de captação: esta técnica é utilizada em áreas torrenciais onde ocorre o acúmulo e escoamento de grande quantidade de água e ao longo das estradas. Antes da implantação das caixas é realizado um cálculo da área de contribuição, uma análise da cobertura vegetal e da possível quantidade de água que pode provir da área para as precipitações mais comuns, pois os eventos extremos são imprevisíveis e oneram os a implantação das caixas de captação.

Em média as caixas possuem 3 m de comprimento, 2 m de largura e 1 m de profundidade e são perfuradas a mão, utilizando enxadão e pá.

Implantação de fossas sépticas e sistemas coletores de resíduos agrícolas: todas as residências localizadas dentro da microbacia possuem duas fossas sépticas construídas com tela-cimento e com sistemas de filtro anaeróbico.

Os resíduos sólidos provenientes do curral são direcionados para uma esterqueira onde passa por um processo de fermentação natural e depois ensacado e vendido ou utilizado nas áreas de cultivo dentro da propriedade. As águas residuárias do curral após a lavagem são conduzidas para uma caixa de alvenaria onde se separa as partículas sólidas com tamanho acima de 2 centímetros, o material restante é direcionado para uma caixa de fibra de 5.000 litros onde está acoplada a uma bomba d'água de rotor aberto. Por meio deste sistema o agricultor tem feito a irrigação e fertilização de toda a área de capineira, cana-de-açúcar e culturas agrícolas diversas. Diminuindo os custos com insumos e colaborando para a manutenção da qualidade da água.

Os resultados já encontrados mostram o potencial de tecnologias apropriadas à revitalização de mananciais, com as microbacias hidrográficas já produzindo novos comportamentos hidrológicos e sinalizando futuros equilíbrios positivos para a produção de água em quantidade e qualidade, visando além desse aspecto, gerar melhores condições sócio-econômicas para o agricultor. Porém, resultados definitivos de variação de comportamentos hidrológicos de bacias hidrográficas por efeito de técnicas de manejo, só podem ser concluídos depois de cinco a seis anos de avaliação.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Para a realização deste trabalho foi selecionada uma das cinco microbacias experimentais existentes dentro da bacia do ribeirão São Bartolomeu, chamada microbacia dos Araújos com cerca de 51,3 ha e que está localizada a montante do município de Viçosa (aproximadamente 5 km), nas coordenadas geográficas S 20°47'19,8" e WO 42°51'58,8". Foram utilizadas duas outras microbacias para fins de comparação.

A microbacia dos Araújos vem sendo utilizada como um laboratório natural para estudos da implantação de técnicas de manejo e conservação de solos e água, desde 2002. Os estudos em desenvolvimento visam aprofundar conhecimentos sobre o comportamento hidrológico da microbacia e relacioná-los com as características de solo, vegetação de cobertura e técnicas de manejo e conservação de solo e água. A compreensão dessa relação, ou parte dela, é de suma importância para a recuperação e conservação das nascentes e para servir de base ao desenvolvimento de planos de revitalização para a bacia do ribeirão São Bartolomeu e outras, de naturezas semelhantes na Zona da Mata Mineira.

As análises quantitativas, para avaliação dos comportamentos hidrológicos, antes e depois dos tratamentos conservacionistas, foram realizadas com um sistema de monitoramento constituído de pluviógrafo e estação registradora de vazão (conjunto vertedor/linígrafo).

Os resultados já obtidos nos estudos até o momento permitem as seguintes conclusões:

– O Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, textura muito argilosa cobre cerca de 73% da área estudada, sendo a classe dominante. Tanto suas características morfológicas, modelado fisiográfico convexo-convexo e cobertura vegetal contribuem para sua maior estabilidade onde a erosão é tipicamente laminar é pouco expressiva. O Argissolo Vermelho, distrófico, textura argilosa ocupa cerca de 21% da área de estudo, em que tanto a morfologia como o pastoreio ao longo de décadas e o modelado convexo-convexo, favorecem a erosão facilmente perceptível na área até mesmo na forma de sulcos. O Cambissolo háplico, Tb, eutrófico (cerca de 6% da área de estudo) independente do modelado é o solo mais propenso à erosão registrada pela ocorrência de voçorocas nas áreas de concentração de água. Contribuem para isso a textura e a superficialidade do horizonte reconhecidamente mais erodível nas áreas do Gnaisse Piedade Viçosa.

– O Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sob floresta, apresentou os maiores valores de retenção de água e o menor potencial de condutividade hidráulica na profundidade de 20-30 cm, quando comparado aos solos dos outros ambientes estudados. Esse resultado pode ser atribuído à existência de uma camada mais adensada, referida no item anterior, e pelos maiores teores carbono orgânico;

– As variações de níveis dos lençóis freáticos apresentaram comportamentos diferentes para cada classe de solo e suas características físicas. Os resultados mostram a importância do comportamento do perfil do solo no abastecimento dos lençóis freáticos e a necessidade de sua prévia caracterização para o desenvolvimento de planos de manejo de pequenas bacias hidrográficas;

– O aumento da vazão provocado pela retirada da taboa (*Thypha sp.*), deve ser uma técnica interpretada e divulgada com a devida atenção, pois, apesar de os resultados serem animadores do ponto de vista de produção quantitativa de água, há outras questões ambientais e legais a serem consideradas antes de sua adoção;

- O aumento de 61% na vazão mínima entre os anos 2002/2003, de 46% entre 2003/2004 e de 135% entre 2002/2004, indica uma tendência de ações positivas das técnicas de conservação no abastecimento do lençol freático. A palavra tendência deve-se ao fato de que comportamentos hidrológicos só podem ser considerados realmente efetivos depois de alguns anos de observações;

- A qualidade da água dos lençóis freáticos varia ao longo do ano, com a alteração de concentração dos elementos químicos e, também, com as variações das classes de solo e dos materiais de origem. Isso indica uma dificuldade para a adoção de parâmetros fixos para classificação das águas quanto ao uso, pois existe uma variação nos elementos e em suas concentrações em diferentes regiões, ambientes e períodos do ano;

- Os resultados obtidos reforçam, finalmente, a importância de se conhecer as características do solo, o uso a que está sendo submetido e sua relação com o ciclo hidrológico. Esse conhecimento é essencial para a recuperação e conservação de nascentes, permitindo a otimização das técnicas de manejo e conservação de solo e água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, v.20, p.1-26, 1970.
- ABISSY, M.; MANDI, L. Comparative study of wastewater purification efficiencies of two emergent helophytes: *Typha latifolia* and *Juncus subulatus* under arid climate. **Water Science Technology**, Oxford, v.39, n.10, p.123-126, 1999.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CATARUTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação de resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (ed) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 5 aproximação. Viçosa, MG. 1999. 359p.
- ALVES, L.M. **Sistemas de informação geográfica como instrumento para o planejamento de uso da terra, em bacias hidrográficas**. Viçosa: UFV, 1993. 112p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em latossolo roxo: efeitos nas propriedades físicas e químicas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1992. 138p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, 1992.
- ANIDO, N.M.R. **Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba-SP, 2002.69 p.
- ARAÚJO, M.A., TORMENA, C.A. and SILVA, A.P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Mar./Apr. 2004, vol.28, n.2, p.337-345.

- ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. de and ROCHA, P.A.B. Net precipitation and interception by Mata Atlântica in an experimental catchment in Cunha São Paulo, Brazil. *Rev. Árvore*, Mar./Apr. 2003, vol.27, no.2, p.257-262. ISSN 0100-6762.
- AZEVEDO, E.C. de; COSTA, L.M. da; FONTES, L.E.F.; PETERNELLI, L.A.L. Características físicas e químicas do deflúvio de microbacias hidrográficas cobertas com mata nativa, pastagem e *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v.19, n.4, p.559-571, 1995.
- BOGNOLA, I.A. **Caracterização química, física e mineralógica de solos intermediários entre Latossolos Brunos e Latossolos Roxos.** Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.172p.
- CARVALHO FILHO, A. de. **Caracterização mineralógica, química e física de solos de duas unidades de paisagem do Planalto de Viçosa – MG.** Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 1979, 114p.
- CASTRO, P.S. **Influência da Cobertura Florestal na Qualidade da Água em Duas Bacias Hidrográficas na Região de Viçosa – MG.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1980, Piracicaba, 1980, SP: 107p.
- CASTRO, P.S; ROMANOVSKI, Z; GOMES M.A. **Aumento da produção de água por meio do manejo da vegetação freatofita.** Notas de Aula, Viçosa-MG, UFV, 1998.
- CAVALCANTI, H.C. **Uso de um sistema de informação geográfica no processo de elaboração de laudos de concessão de licenças para desmate.** Viçosa, UFV, 1993. 92 p.
- CETESB (1995). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo, 382p.
- CETESB (1998). **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água.** São Paulo, 150p.
- CONFFIN, D.E. (1963). **A Method for the Determination of Free Iron in Soils and Clays.** Canadian Journal of Soil Science. 7-17p.
- CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila dos solos do planalto de Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 1984. 84p. Dissertação (Mestrado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- COSTA, L.M; e CARMO, D.N. **Aspectos de manejo de solos em áreas de reflorestamento no Brasil.** In: Barros, N.F. (Coord.) Florestas plantadas no neotrópico como fonte de energia. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa. 1985. p.118-132.

- COSTA, L.M. **Manejo de solos em áreas reflorestadas**. In: Barros, N.F; NOVAES, R.F de (Editores) *Relação Solo-Eucalipto*. Viçosa-MG, Ed. Folha de Viçosa, 1990 p. 237 - 263.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto Araxá: Estudo Geoambiental das Fontes Hidrominerais, São Paulo, 1999.125p.
- DAKER, A. Captação, elevação e melhoramento da água. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos S.A., 1983. 408p.
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. (1991). **Análise química do solo**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV. 22p. (Boletim de Extensão, 29).
- DUCHAFOUR, P. Humification et ecologie. Cahiers Orstom, Paris, 7(4):379-390, 1970. (Sér. Pédologie).
- ELTZ, F.L.F.; PEIXOTO, R.T.G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno não álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 13(2):259-267, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (1997). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro. 212p.
- FELBECK JUNIOR, G.T. Structural chemistry of soil humic substances. Adv. Agron., New York, 17:327-368, 1965.
- FERNANDES, M.M. **Caracterização de solos e uso atual empregando aerofotos não-convencionais nas Sub-bacias Marengo, Palmital e Silibar – Turvo Sujo, MG**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1996. 107 p.
- FERREIRA, S.J.F.; LUIZAO, F.J. and DALLAROSA, R.L.G. Throughfall and rainfall interception by an upland forest submitted to selective logging in Central Amazonia. Acta Amaz. [online]. 2005, vol.35, no.1 [cited 04 January 2006], p.55-62. Available from World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000100009&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0044-5967.
- FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; NASCIMENTO, G.B.; ANJOS, L.H.C.; EBELING, A.G. Matéria orgânica em solos de tabuleiros na região Norte Fluminense-RJ. **Rev. Floresta e Ambiente**. Jan/Dez.2001. v.8, n.1, p.114 - 119
- GOMES, M.A.; CASTRO, P.S.; ROMANOVSKI, Z. Manejo de Vegetação Freatófitas para Aumento na Produção de Água de Nascentes. In: Congresso e exposição internacional sobre florestas, 6. **Anais...** Porto Seguro – BA, 2000.
- HEM, J.D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water**. 2. ed. Washington: Geological Survey Water-Supply, 1970. 363p.

- HEWLLET, J.D. **Principles of forest hidrology**. Athens, University of Georgia Pren. 1982. 183p.
- JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis – advanced course**. Dept. Soils. Un. Wisconsin, Madison, W.I. 1956
- KER, J.C. **Mineralogia, sorção e dessorção de fosfato, magnetização e elementos traços de Latossolos do Brasil**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1995. 161p.
- LEMES, M.J.L. **Avaliação de metais e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi Guaçu e Pardo, São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Universidade de São Paulo–USP, São Paulo, SP, 2001. 215 p.
- LEMOES, R.C. & SANTOS, R.D. (1996). Manual de descrição e coleta de solo no campo. SBCS, Campinas, 3º edição, 84p.
- LIMA, W. de P. **Princípios de hidrologia florestal**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 246p.
- LIMA, W.P.; NICOLIELO, N. **Precipitação Efetiva e Interceptação em Florestas de Pinheiros Tropicais e em Reserva de Cerradão**. IPEF, n.24, p.43-46, ago.1983.
- LINSLEY, R.K. Jr. & FRANZINI J.B. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo. McGraw-Hill, 1978. 798p.
- MARCHIORI JR, M.; MELO, W.J. de. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Rev. Pesq. agropec. bras.**, Brasília, Jun 2000, vol.35, n.6, p.1177-1182.
- MAURO, F. **Vazão e qualidade da água em manancial degradado do cinturão verde de Ilha Solteira – SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, Ilha Solteira-SP, 2003, 89p.
- McKEAGUE, J.A. & DAY, J.H. (1965). **Dithionite and Oxalate-Extractable Fe and Al as Aids in Differentiating Various Classes of Soils**. Canadian Journal of Soil Science. 13-22p.
- McKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite and Oxalate-Extractable Fe and Al as Aids in Differentiating Various Classes of Soils. **Canadian Journal of Soil Science**, p.13-22. 1966.
- MOLDAN, B.; CERNY, J. **Biogeochemistry of small catchments: a tool of environmental research**. Preage: SCOPE, 1994.405p.
- MOREIRA, A.A. **Identificação de conflito de uso da terra em uma microbacia hidrográfica**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 1999, 60p.

- MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. Dissertação de Mestrado (Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba-SP, 2003. 88p.
- MOTA, S. **Preservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1988. 222p.
- MOURA FILHO, W. & BUOL, S.W. Studies of a Latosol Roxo (Eutruxox) in Brazil; micromorphology effect on ion release. *Experientiae*, 21:161-177, 1976a.
- MULLER, J.S. **Sistemas agroflorestais com café (coffea arabica L.) e cedro-australiano (toona ciliata M. Roem. var. australis (F. Muell.) Bahadur) na zona da mata de Minas Gerais: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 2004, 61p.
- NUNES, W.A.G.A. **Caracterização física, química, mineralógica, micromorfológica e espectral de alguns solos da Zona da Mata Mineira**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, 1999, 135p.
- PAYNE, D. The behaviour of water in soil. In: WILD, A. (Ed.). **Russel's soil conditions & plant growth**. 11. ed. London: Longman Sci. & Tech., 1988. p.315-337.
- QUINTERO, 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**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1997. 90 p.
- REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B. & TUNDISI, J.G. (Coordenadores). **Águas Doces no Brasil Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo, Escrituras editora. 1999.
- RESENDE, M.; CARVALHO JR., A. de; LANI, J.L. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia-GO. **Anais...** Campinas-SP: FUNDAÇÃO CARGIL, 1992. p.32-67.
- RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G.F. **Pedologia – base para distinção de ambientes**. 4ª Edição. Viçosa: NEPUT, 2002. 338p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interpretações e aplicações**. Brasília: Ministério da Educação, 1988. 81p.
- REZENDE, S.B. de; RESENDE, M.; GALLOWAY. Crono-topossequência de Solos em Viçosa, Minas Gerais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.19, n.103, p.167-181, 1972.

- RIBEIRO, A.C.; RESENDE, M.; VERNANDES, B. Latossolos com horizonte superficial escurecido, na região de Viçosa. **Rev. Ceres**, Viçosa, v.19, n.104, p.280-298, 1972
- ROMANOVSKI, Z. **Morfologia e aspectos hidrológicos da microbacia Rua Nova, Viçosa-MG, para fins de manejo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2001. 84 p.
- ROSA, M.E.C. da. **Formas de carbono e características físicas, químicas e mineralógicas de um latossolo roxo sob plantio direto e mata, no sistema biogeográfico do cerrado**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1998. 79 p.
- SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.313-319, 1995.
- SCARDUA, F.P. **Caracterização hidrológica de uma microbacia hidrográfica da estação experimental de ciências florestais de Itatinga**. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba-SP, 1994.70p.
- SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron Oxides. In: Dixon, J.B. & Weed, S.B. (eds). *Minerals in soil environments*, 2ª ed. Madison, soil. Sc. Soc. Of Am. p.379-438. 1989.
- SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C.; DERPSCH, R. Comparison of three different tillage systems with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on an oxisol. In: CONFERENDE OF THE INTERNATIONAL SOIL TILLAGE RESEARCH ORGANIZATION, 9, Osijek, 1982. p.537-544.
- SOUZA FILHO, O.A. de. **Geologia e mapa de previsão de ocorrência de água subterrânea**. Dissertação de Mestrado (Geologia) – Departamento de Geologia, Escola de Minas – UFOP. Ouro Preto-MG. 1998. 99 p.
- SOUZA, J.B de. **Caracterização e gênese de solos em ambientes de cordilheira e campo de inundação periódica da sub-região do pantanal de Poconé, Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2003.72 p.
- STEVENSON, J.F. *Humus chemistry, genesis, composition, reaction*. New York, John Wiley, 1982. 443p.
- SWIFT, R.S. (1996). Organic matter characterization. In: SPARKS, D. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Parte 3. Chemical methods. Madison: Soil Sci. Soc. Am., p.1018-1020. (Soil Sci. Soc. Am. Séries, 5)
- TAVARES, T.M. & CARVALHO, F.M. (1992). Avaliação de Exposição de Populações Humanas a Metais Pesados no Ambientes: Exemplos do Recôncavo Baiano. *Química Nova*, 15, 2, p.147-155.

TOMÉ Jr., J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba-RS. Ed Agropecuária, 1997. 247p.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ª Ed. Porto Alegre: Ed da Universidade/ ABRH/EDUSP, 2001, cap. 2, p.35-51.

TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento. In: FORUM GEO-HIDRO-BIOLOGIA, 1, 1998. Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1998. p.39-49.

VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes**. Viçosa, CMCN, 2001. 41p. (Mimiografado)

VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. 1ª Ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2005, 210p.

VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Revitalização da capacidade de produção de água da Microbacia do Ribeirão São Bartolomeu – Viçosa – MG**. Projeto preparado pelo Programa de Gestão de Bacias Hidrográficas do Centro Mineiro para Conservação da Natureza (CMCN), Viçosa – MG, janeiro, 2001, 44p. (Mimiografado).

Vilela, M.F.; Romanovzki, Z. **O uso do solo e a conservação da vazão dos cursos d'água na bacia do ribeirão São Bartolomeu, Viçosa – MG**. Anais X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 de Abril de 2001, INPE, p. 699-706.

WOCHE, S.K.; GOEBEL, O.; KIRKHAM, M. B.; HORTON, R.; VAN DER PLOEG, R.R.; BACHMANN, J. Contact angle of soil as affected by depPTH, testure, and land management. European Journal of soil Science, April 2005, 56, p.239-251.

APÊNDICES

APÊNDICE A

DESCRIÇÃO DE PERFIS

PERFIL: 1

DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 28/04/2005.

CLASSIFICAÇÃO: Argissolo Vermelho Distrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO: Rodovia (MG-280) Viçosa – Paula Candido, entrada à esquerda na Vila Paraíso, rumo a microbacia dos Araújo, Viçosa-MG, nas coordenadas S 20°47'31.0" e WO 42°52'01.1".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: descrito e coletado em trincheira em área com cerca de 15% de declive, sob pastagem.

ALTITUDE: 769 m.

LITOLOGIA: Diabásio.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granito-gnaissico indiviso.

CRONOLOGIA: Pré Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Desenvolvido a partir de diabásio intruso em rochas gnáissicas.

PEDREGOSIDADE: Pouco pedregoso.

ROCHOSIDADE: Pouco rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Laminar e em sulcos.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perenifólia (Mata Atlântica).

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cwb.

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Antônio Gomes, João Carlos Ker.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0–16 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/3, úmido); argiloarenosa; forte, média e grande granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA 16–40 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/5, úmido); argila; moderada a forte média em blocos sub-angulares; cerosidade fraca e pouca; duro, friável a firme plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt₁ 40–76 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada a forte média em blocos sub-angulares; cerosidade fraca e comum; duro friável a firme plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bt₂ 76–100 cm, vermelho (2,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada a forte média em blocos sub-angulares; cerosidade fraca e comum; duro friável a firme plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

RAÍZES: muitas, fasciculadas médias e finas, nos horizontes A e BA.

PERFIL: 2

DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 28/04/2005.

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura argilosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO: Rodovia (MG-280) Viçosa – Paula Candido, entrada à esquerda na Vila Paraíso, rumo a microbacia dos Araújo, Viçosa-MG, nas coordenadas: S 20°47'26.3" e WO 42°52'10.8".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: descrito e coletado em barranco de corte de estrada sob reflorestamento de eucalipto, com aproximadamente 10% de declive.

ALTITUDE: 755 m.

LITOLOGIA: Gnaisse.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granito-gnaissico indiviso.

CRONOLOGIA: Pré Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Desenvolvido a partir de gnaisse.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perenifólia (Mata Atlântica).

USO ATUAL: Floresta de eucalipto e pastagem.

CLIMA: Cwb.

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Antônio Gomes, João Carlos Ker.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- | | |
|-----------------|--|
| A | 0–15 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/4, úmido); argila; forte, média e grande granular; macia, friável plástica e pegajosa; transição plana e clara. |
| Bw ₁ | 15–35 cm, vermelho (2,5YR4/6, úmido); argila; fraca a moderada, pequena e média em blocos sub-angulares; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual. |
| Bw ₂ | 35–100 cm, vermelho (2,5YR4/6, úmido); argila; fraca, pequena e média em blocos sub-angulares; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual. |

PERFIL: 3

DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 28/04/2005.

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico A moderado textura muito argilosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO: Rodovia (MG-280) Viçosa – Paula Candido, entrada à esquerda na Vila Paraíso, rumo a microbacia dos Araújo, Viçosa-MG, nas coordenadas: S 20°47'16.4" e WO 42°52'08.7".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: descrito e coletado em sob floresta localizada em topo de morro cerca de 15% de declive.

ALTITUDE: 829 m.

LITOLOGIA: Gnaisse.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granito-gnaissico indiviso.

CRONOLOGIA: Pré Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Desenvolvido a partir de gnaisse.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perenifólia (Mata Atlântica).

USO ATUAL: Floresta nativa.

CLIMA: Cwb.

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Antônio Gomes, João Carlos Ker.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A 0–10 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2, úmido); argila; forte, pequena e média granular; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- AB 10–15 cm, bruno-forte (6YR 4/6, úmido); argila; moderada a forte, pequena e média em blocos sub-angulares; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bw₁ 15–40 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média em blocos sub-angulares que se desfaz em forte, pequena, granular quando úmido; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- Bw₂ 40 - 100 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média em blocos sub-angulares que se desfaz em forte, pequena, granular quando úmido; macia, friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.
- RAÍZES: muitas, fasciculadas médias e finas nos horizontes A e AB; raízes finas no horizonte B.

PERFIL: 4

DESCRIÇÃO GERAL

DATA: 28/04/2005.

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo háplico, Tb, eutrófcio A moderado textura franco-argilo-arenosa fase floresta tropical sub-perenifólia relevo forte ondulado.

LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO E ESTADO: Rodovia (MG-280) Viçosa – Paula Candido, entrada à esquerda na Vila Paraíso, rumo a microbacia dos Araújo, Viçosa-MG, nas coordenadas S 20°47'21.0" e WO 42°52'00.1".

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL: descrito e coletado em barranco em ravina, sob pastagem.

ALTITUDE: 760 m.

LITOLOGIA: Gnaisse.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Granito-gnaissico indiviso.

CRONOLOGIA: Pré Cambriano.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Desenvolvido a partir de gnaisse.

PEDREGOSIDADE: Pouco pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Forte Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Forte ondulado.

EROSÃO: Laminar e em sulcos.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical sub-perenifólia (Mata Atlântica).

USO ATUAL: Pastagem.

CLIMA: Cwb.

DESCRITO E COLETADO POR: Marcos Antônio Gomes, João Carlos Ker.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0–18 cm, vermelho-amarelo (5YR 4/6, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena e média granular; macia, friável, não plástica e não pegajosa; transição plana e clara.

- Bi 18–35 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, pequena e média granular; macia, friável a firme, não plástica e não pegajosa; transição plana e gradual.
- C 35–100+ cm, amarelo-oliváceo (2,5Y 6/6, úmido); franco-argilo-arenosa; fraca, maciça que se desfaz em grãos simples; macia, friável, não plástica e não pegajosa; sem transição.
- RAÍZES: muitas, fasciculadas médias e finas, nos horizontes A, Bi e raízes médias no horizonte C.

APÊNDICE B

QUADRO 1B. Teores de água no solo sob diferentes tensões (kPa)

Profundidade.	Tensão (kPa)					
	-6	-10	-30	-50	-100	-1.500
----- cm -----	kg kg ⁻¹ -----					
----- Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta -----						
0 - 10	0,38	0,37	0,28	0,28	0,26	0,23
20 - 30	0,48	0,36	0,30	0,30	0,28	0,24
40 - 60	0,46	0,35	0,31	0,32	0,28	0,25
----- Argissolo Vermelho sob pastagem -----						
0 - 10	0,32	0,25	0,22	0,21	0,20	0,17
20 - 30	0,29	0,24	0,20	0,20	0,19	0,17
40 - 60	0,40	0,32	0,30	0,26	0,25	0,22
----- Latossolo Vermelho sob pastagem -----						
0 - 10	0,35	0,31	0,27	0,26	0,25	0,21
20 - 30	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22
40 - 60	0,31	0,30	0,28	0,28	0,27	0,23

QUADRO 2B. Resultado da análise da condutividade hidráulica dos solos em seus respectivos ambientes

Profundidade	Latossolo Vermelho- Amarelo sob floresta	Argissolo Vermelho sob pastagem	Latossolo Vermelho sob pastagem
----- cm -----	cm h ⁻¹ -----		
0 - 10	115,45	22,00	116,97
20 - 30	10,16	21,74	21,57
35 - 55	9,61	21,70	22,53
75 - 100	10,02	10,02	21,91

APÊNDICE C

QUADRO 1C. Resultados das análises físicas da água

MÊS	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4	Deságüe
----- pH -----					
Setembro	5,4	6,2	5,8	6,1	6,7
Outubro	5,5	6,2	5,7	6,2	6,9
Novembro	5,2	6,2	5,8	6,2	6,5
Dezembro	5,3	6,3	5,6	6,1	6,5
----- Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹) -----					
Setembro	1,8	1,9	1,9	2,2	4,6
Outubro	1,5	0,9	1,2	2,2	3,4
Novembro	1,3	1,4	1,3	0,9	2,4
Dezembro	1,3	1,3	1,2	2,2	3,3
----- Temperatura (°C) -----					
Setembro	20,5	21	19,3	22	21,6
Outubro	21,4	21	19,7	21,2	21,5
Novembro	20,9	21,9	20,3	22,4	23,2
Dezembro	20,9	21,9	20,3	22,4	23,2
----- Condutividade Elétrica (mS cm ⁻¹) -----					
Setembro	42	60,6	42,3	57,3	43,6
Outubro	97	60	51	57	20
Novembro	28,4	78,3	32,9	67,1	85,2
Dezembro	30,2	70,6	36,5	60,2	38,5

APÊNDICE D

QUADRO 1D. Resultado das precipitações pluviométricas totais, intensidade de precipitação (IT) e quantidade de água infiltrada

Data	Total Precipitado			IT mm h ⁻¹	Quantidade Infiltrada		
	Argissolo Vermelho sob pastagem	Latossolo Vermelho- Amarelo sob floresta	Latossolo Vermelho sob pastagem		Argissolo Vermelho sob pastagem	Latossolo Vermelho- Amarelo sob floresta	Latossolo Vermelho sob pastagem
	----- mm -----	----- mm -----	----- mm -----		----- mm -----	----- mm -----	----- mm -----
08/04/04	97	94	91	70	83	48	48
26/10/04	8	8	8	9	8	8	8
27/10/04	8	7	7	1,51	8	6	6
02/11/04	49	47	49	22,3	49	38	49
12/11/04	7	7	7	21	7	7	7
18/11/04	47	51	51	25,4	47	51	51
21/12/04	56	57	55	40,4	55	46	50
27/12/04	110	109	114	40	109	94	114
09/01/05	18	21	15	48	18	21	15
12/01/05	46	45	45	50,4	45	41	44
17/01/05	42	37	41	5,5	40	37	41
21/01/05	26	25	24	20,5	25	22	24
24/01/05	15	15	15	3,5	15	11	12

APÊNDICE E

QUADRO 1E. Resultado da medição da oscilação do nível dos lençóis freáticos

MÊS	Poço 1	Poço 2	Poço 3
	----- m -----		
Fevereiro	3,36	4,39	3,96
Março	3,25	4,29	3,51
Abril	3,19	4,27	3,70
Maio	3,22	4,27	3,89
Junho	3,23	4,30	3,90
Julho	3,24	4,32	4,00
Agosto	3,24	4,35	4,16
Setembro	3,24	4,38	4,26
Outubro	3,26	4,42	4,22
Novembro	3,24	4,40	4,23

APÊNDICE F

QUADRO 1F. Valores das alturas linimétricas e vazões antes e após o tratamento

Hora	Data			
	21/09/2003	23/09/2003	21/09/2003	23/09/2003
	Altura linimétrica		Vazão	
	----- cm -----	-----	----- L.min ⁻¹ -----	-----
0	7,1	7,6	112,8	133,8
1	7,1	7,6	112,8	133,8
2	7,2	7,6	116,8	133,8
3	7,2	7,7	116,8	138,2
4	7,2	7,7	116,8	138,2
5	7,3	7,7	120,9	138,2
6	7,3	7,7	120,9	138,2
7	7,3	7,7	120,9	138,2
8	7,2	7,7	116,8	138,2
9	7,2	7,7	116,8	138,2
10	7,2	7,6	116,8	133,8
11	7,2	7,6	116,8	133,8
12	7,0	7,6	108,9	133,8
13	7,0	7,6	108,9	133,8
14	7,0	7,4	108,9	125,1
15	6,9	7,3	105,1	120,9
16	6,9	7,2	105,1	116,8
17	6,8	7,2	101,3	116,8
18	6,9	7,3	105,1	120,9
19	6,9	7,3	105,1	120,9
20	6,9	7,3	105,1	120,9
21	6,9	7,4	105,1	125,1
22	6,9	7,4	105,1	125,1
23	6,9	7,4	105,1	125,1
0	7,0	7,4	108,9	125,1
Vazão Média (L.min ⁻¹)			111,3	129,9
Incremento na vazão (L.h ⁻¹)				1.087,5
Evapotranspiração média (L.h ⁻¹)				0,60 L.m ² .h ⁻¹

APÊNDICE G

QUADRO 1G. Valores médios da altura linimétrica e vazão do curso d'água no período de fevereiro a novembro de 2004

Meses	Altura linimétrica ----- m -----	Vazão ----- L min ⁻¹ -----
Fevereiro	0,13	581,98
Março	0,12	466,78
Abril	0,13	501,79
Maio	0,10	296,82
Junho	0,12	458,79
Julho	0,11	349,22
Agosto	0,10	298,01
Setembro	0,10	253,85
Outubro	0,10	300,29
Novembro	0,10	264,49

QUADRO 2G. Valores de vazão das hidrógrafas da microbacia dos Araújo

Tempo ----- min -----	Vazão ¹ ----- L min ⁻¹ -----	Vazão ² -----
0	10	10
10	10	10
15	12	15
20	13	23
25	20	30
30	55	42
35	130	50
40	195	55
45	240	50
50	260	45
55	255	45
60	218	45
65	160	46
70	115	48
75	80	50
80	60	53
85	60	55
90	55	53
95	45	52
100	38	40
105	35	30
110	30	25
115	25	25
120	25	23
125	25	20
130	25	18
135	25	17
140	25	17
145	25	17
150	25	17

1/ Vazão registrada para o curso d'água antes da implantação dos trabalhos de conservação.

2/ Vazão registrada após a implantação dos trabalhos de conservação.

APÊNDICE H



(a)



(b)

FIGURA 1H. Isolamento de curso d'água de acordo com o permitido pelo agricultor, "Lei da razoabilidade" (a); dessedentação animal realizada fora do curso d'água (b).



(a)



(b)

FIGURA 2H. Preparo do solo para o reflorestamento em sulcos, realizado com tração animal e arado de aiveca, mínimo de revolvimento e exposição do solo (a); cobertura do solo após o reflorestamento (aproximadamente 20 dias) (b).

APÊNDICE I



(a)



(b)



(c)

FIGURA 11. Confeção de terraços utilizando tração animal e arado de aiveca (a); Terraços em encosta com declividade acentuada (b); terraços cheios d'água após a ocorrência de uma chuva. Retenção do escoamento superficial e posterior infiltração (c).

APÊNDICE J



(a)



(b)



(c)

FIGURA 1J. Confeção de caixas de captação abaixo de uma área torrencial (circulo azul) com deficiência de cobertura vegetal (a); caixas de captação cheias d'água, exercendo a função de retenção de escoamento superficial (b); caixa de captação em margem de estrada (c).