

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA CRUZ, LAVRAS, MG E USO CONFLITANTE DA TERRA EM SUAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Lilian Vilela Andrade Pinto<sup>1</sup>, Elizabeth Ferreira<sup>2</sup>, Soraya Alvarenga Botelho<sup>3</sup>, Antonio Claudio Davide<sup>3</sup>

(recebido: 9 de junho de 2003; aceito: 10 de janeiro de 2005)

**RESUMO:** Os objetivos deste estudo foram: (a) realizar a caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz e (b) analisar o cumprimento da legislação ambiental nas áreas de preservação permanentes (APPs) dos córregos, nascentes e encostas. Foram utilizadas cartas planialtimétricas, imagens de satélite, fotos aéreas verticais e levantamento de campo, os quais foram manipulados em um SIG por meio do programa SPRING. O banco de dados foi composto por mapas temáticos da rede de drenagem, declividade, solos, mata nativa, uso da terra, áreas de preservação permanentes e de uso conflitante. Cerca de 50% da área da bacia hidrográfica apresentaram declividade acima de 12%. Os tipos de solos predominantes na bacia hidrográfica são os Latossolos. A pastagem representou o uso predominante (62,41%), sendo responsável por 84,57% dos 11,04% de uso conflitante presente na bacia hidrográfica. A área total de preservação permanente (17,5%), junto com os 20% da área de reserva legal, totalizou 37,5%. No entanto, a vegetação nativa ocupou apenas 25,74% da bacia hidrográfica, havendo necessidade do florestamento em 11,76% da área.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, SIG, área de preservação permanente, uso conflitante da terra.

## PHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE SANTA CRUZ STREAM WATERSHED AND CONFLICTING LAND USE IN THE AREAS OF PERMANENT PRESERVATION

**ABSTRACT:** The objectives of this study were: (a) to accomplish the physical characterization of the Santa Cruz Stream watershed, and b) to analyze the accomplishment of the environmental legislation in the areas of permanent preservation of the streamlets, springs and hillsides. Topographic maps, satellite data, aerial vertical photos and field surveys were used. The gathered data were processed in a GIS using SPRING. The data base was composed by thematic maps of the drainage network, slope, soil, native forest, land use, areas of permanent preservation (APPs) and of conflicting land use. About 50% of the watershed area presented slope above 12%. The predominant types of soil in the watershed were Latosol. Pasture was the predominant land use (62,41%), representing 84.57% of the conflicting use occurring in the watershed. The total area under conflicting use in the watershed was 11.04%. The total area of permanent preservation (17.5%) together with the 20% of the area of legal reserve totalized 37.5%. Yet, the native vegetation occupied only 25.74% of the watershed, demanding reforestation of 11.75% of the area.

Key words: watershed, geoinformation processing, areas of permanent preservation, conflicting land use.

## 1 INTRODUÇÃO

A caracterização do meio físico da bacia hidrográfica, com o intuito de levantar todas as áreas críticas do ponto de vista da manutenção da água, é condição básica para um planejamento bem sucedido da conservação e produção de água. Segundo Pereira (1973), citado por Lima (1986), a conservação da água não pode ser conseguida independentemente da conservação dos outros recursos naturais.

O conhecimento das classes de declividade da bacia hidrográfica é importante porque visa atender à legislação específica para o ordenamento

do uso da terra (ROSTAGNO, 1999). Além disso, a declividade tem relação importante com vários processos hidrológicos, tais como a infiltração, o escoamento superficial, a umidade do solo, etc. (LIMA, 1986).

De acordo com Guimarães (2000), o mapeamento dos solos faz-se obrigatório em um estudo ambiental, à medida que tal estudo requer o conhecimento da dinâmica natural de evolução do meio ambiente e de seu potencial de utilização.

O uso da terra exerce significativa influência sobre a infiltração do solo e esta pode ser modificada pelo homem por intermédio de seus programas de manejo (LIMA, 1986). As constantes

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, M.Sc., Doutoranda em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras/ UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lilianvap@navinet.com.br

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia da UFLA – Cx. P. 3037 – 37.200-000 – Lavras, MG.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Ciências Florestais da UFLA – Cx. P. 3037, 37.200-000 – Lavras, MG.

mudanças no uso do solo provocam significativas alterações no balanço de água, com reflexos nas camadas superficiais e subsuperficiais, ocorrendo erosão, transporte de sedimentos e elementos químicos bioativos, causando modificações no sistema ecológico e na qualidade da água (BOLIN & COOH, 1983, citados por TOLEDO, 2001).

O estudo do uso inadequado das terras é de grande importância, pois, boa parte das propriedades rurais apresenta algum tipo de uso conflitante da terra (MOREIRA et al, 2003; MOREIRA, 1999; COSTA et al. 1996; ALVES, 1993). O instrumento legal mais importante para disciplinar o uso da terra é o Código Florestal, instituído pela Lei Federal nº 4.771/65, que, nos artigos 2º e 3º, trata das áreas de preservação permanentes (APPs).

O estudo das interações da declividade, solos e uso da terra na bacia hidrográfica pode ser feito com o uso do geoprocessamento, por possibilitar o armazenamento e gerenciamento desses dados, com rapidez e precisão, além de permitir a identificação de áreas propícias à degradação ambiental e a avaliação das estratégias de manejo antes que elas sejam adotadas (CÂMARA & DAVIS, 2002).

Dentro deste contexto, o presente estudo propôs a utilização de um SIG para alcançar os seguintes objetivos: (a) realizar a caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz e (b) analisar o cumprimento da legislação ambiental nas áreas de preservação permanentes dos córregos, nascentes e encostas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz localiza-se no município de Lavras, na região sul do estado de Minas Gerais. Tem como curso d'água principal o Ribeirão Santa Cruz, que é tributário do Rio Capivari que, por sua vez, é tributário do Rio Grande e este, integrante da bacia hidrográfica do Rio Paraná. A bacia hidrográfica situa-se entre as coordenadas geográficas 21º

09'39" e 21º 20'14" de latitude sul e 44º 51'36" e 45º 00'00" de longitude oeste de Greenwich.

O clima do município de Lavras é do tipo Cwa, conforme a classificação climática de Köeppen. A temperatura média anual está em torno de 19,3°C, tendo, no mês mais quente e no mês mais frio, temperaturas médias de 22,1°C e 15,8°C, respectivamente. A precipitação anual normal é de 1.530mm, a evaporação total do ano igual a 1.343mm e a umidade relativa média anual de 76% (BRASIL, 1992).

A formação florestal da bacia hidrográfica é classificada como floresta estacional semidecidual montana (VELOSO et al., 1991).

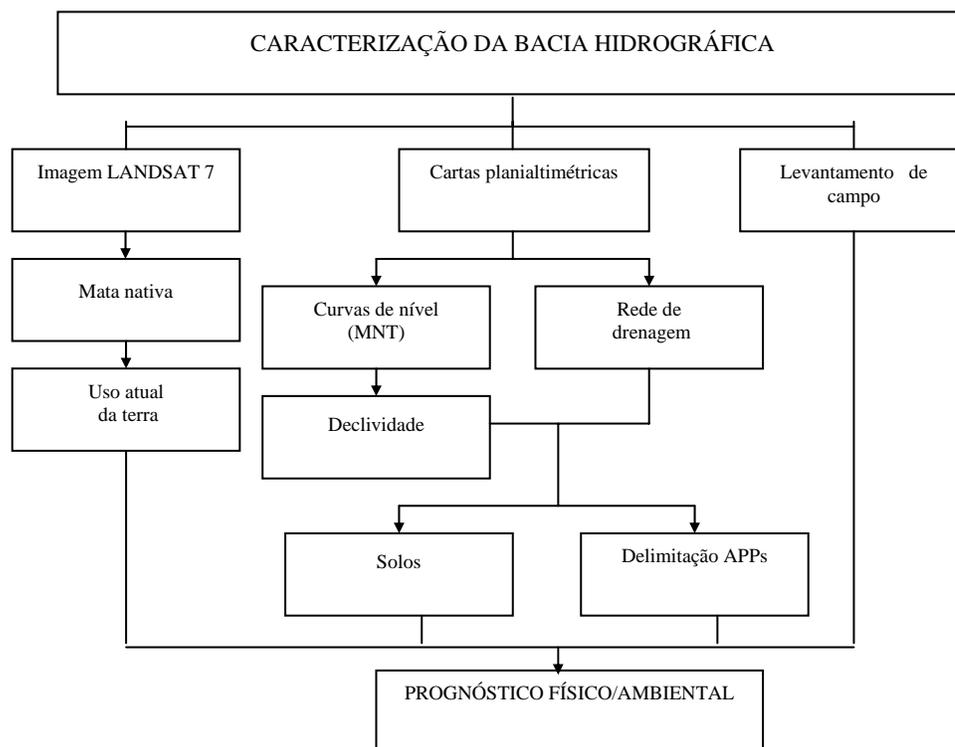
### 2.2 Levantamento fisiográfico da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz

Os dados do levantamento fisiográfico (Figura 1) da bacia hidrográfica foram obtidos em cartas planialtimétricas, em imagem de satélite e levantamentos de campo, os quais foram manipulados em um SIG por meio do programa SPRING, versão 3.6.02 do INPE.

#### 2.2.1 Determinação das características dimensionais da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

Os valores dimensionais de bacias hidrográficas são parâmetros quantitativos que permitem eliminar a subjetividade na sua caracterização (OLIVEIRA & FERREIRA 2001). Na determinação destes parâmetros foi seguida a metodologia citada por Oliveira & Ferreira (2001) para o cálculo do maior comprimento (C), comprimento do curso principal (Cp), comprimento total da rede (Cr), perímetro (P), área (A), densidade de drenagem (Dd), frequência de rios (F), e a de Wisler & Brater (1964) e Horton (1932), citados por Lima (1986), para a determinação da declividade média (S) e fator de forma (F).

A metodologia adotada para a determinação da hierarquização das drenagens foi baseada no sistema desenvolvido por Strahler (1952), citado por Oliveira & Ferreira (2001).



**Figura 1** – Roteiro das etapas de trabalho executadas para o prognóstico físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Figure 1* – Itinerary of the work stages executed for the physical-environmental prognostic of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.

### 2.2.2 Mapa básico ou planialtimétrico

Para a elaboração do mapa básico ou planialtimétrico foram compiladas informações cartográficas (curvas de nível e rede de drenagem) das cartas do IBGE, folha de Lavras (SF-23-X-C-I-1) e Itumirim (SF-23-X-C-I-3), escala 1:50.000, ano de 1975.

As cartas foram copiadas em scanner e as imagens foram gravadas no formato TIFF e exportadas no formato GRIB, para o SPRING. As informações de georreferenciamento foram introduzidas com auxílio do mouse localizando pontos de coordenadas conhecidas. Posteriormente, foi realizada a vetorização da rede de drenagem em uma categoria temática, a qual foi atualizada pelo levantamento de campo por meio de pontos georreferenciados, das curvas de nível em uma categoria MNT (modelo numérico de terreno) e do

limite da área em uma categoria temática, levando-se em consideração as linhas de cumeadas da base cartográfica digital.

### 2.2.3 Mapas temáticos

#### 2.2.3.1 Mapa de declividade

A partir das curvas de nível da área e pelos pontos cotados presentes nas cartas do IBGE, foi reproduzida a superfície do terreno utilizando-se a triangulação de Delauney (Modelo TIN) como interpolador das isolinhas. Em seguida, foi gerada uma matriz em uma categoria MNT, com malha de 0,25cm x 0,25cm, a partir da função “geração de grade retangular”. Esta matriz foi a base para a confecção do mapa de declividade em uma categoria temática. A diferença da elevação entre um pixel e outro foi utilizada para o cálculo da declividade.

O mapa de declividade é o resultado do fatiamento da matriz de declividade e, para a definição das classes, foram empregados intervalos variáveis. As classes de declividade foram estabelecidas seguindo a metodologia de De Biase (1993), elucidada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Correlação entre classes de declividade e relevo (DE BIASE, 1993).

*Table 1* – Correlation between classes of slope and relief (DE BIASE, 1993).

Classes de declividade (%)	Relevo
0-3	Várzea
3-6	Plano a suave ondulado
6-12	Suave ondulado a ondulado
12-20	Ondulado a forte ondulado
20-40	Forte ondulado a montanhoso
>40	Montanhoso

### 2.2.3.2 Mapa de uso da terra

O mapa de uso da terra foi gerado a partir da interpretação visual em meio digital de imagens de satélite LANDSAT7 – ETM<sup>+</sup> de 26 de junho de 2000, com resolução espacial 12,5 x 12,5m e levantamento de campo com o uso do GPS Garmin – 3 Plus. As imagens foram interpretadas usando uma composição em que as bandas 3, 4 e 5 foram coloridas de azul, verde e vermelho, respectivamente. Esta composição foi transformada do modelo de cores RGB (vermelho, verde e azul) para o modelo IHS (intensidade, matiz e saturação). A banda que representa a intensidade (I) foi então substituída pela banda pan cromática e, posteriormente, a transformação inversa foi executada para o aproveitamento da melhor resolução da banda pan.

Para a individualização das principais classes de uso na área foram utilizados os elementos de interpretação visual de imagem (textura, porte, tonalidade e forma) e também fichas de campo e fotos da área em estudo. As classes de uso definidas no referido trabalho foram: mata nativa (que correspondem aos fragmentos florestais e às matas ciliares primárias ou secundárias em avançado

estádio de sucessão), capoeira (representada pelas áreas cobertas por vegetação em estágio inicial a médio de regeneração), eucalipto, café, culturas anuais, pastagem, campo limpo, aeroporto, água e solo exposto. A determinação da mata nativa foi realizada por classificação supervisionada da imagem, utilizando o método da máxima verossimilhança. Para isso, dez áreas de mata nativa foram visitadas em campo, identificadas na imagem e então amostradas, totalizando 50 amostras de treinamento com aproximadamente 20 pixels cada uma. As demais classes de uso foram vetorizadas manualmente pela interpretação da imagem.

### 2.2.3.3 Mapa das classes de solos

O mapa de solos foi definido a partir dos mapas de declividade e da rede de drenagem. A matriz gerada pelas classes do mapa de declividade foi a base para a confecção automatizada geral desse mapa. A partir dele, foi feita a delimitação dos solos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos que se encontravam em relevo plano próximo à rede de drenagem.

As classes de solos foram definidas seguindo o modelo estabelecido por Andrade et al. (1998), que correlacionou as classes de declividade e as classes de solos atualizadas pela Embrapa (1999), conforme Tabela 2.

**Tabela 2** – Correlação entre classes de declividade e classes de solo da região de Lavras, MG (ANDRADE et al., 1998).

*Table 2* – Correlation between classes of slope and classes of soil of the region of Lavras, MG (ANDRADE et al., 1998).

Classes de declividade (%)	Classes de solos (EMBRAPA, 1999)
0-3 (Topo)	Latossolos
0-3 (Várzea)	Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos
3-12	Latossolos
12-20	Solos B texturais
20-45	Solos B texturais e Cambissolos
> 45	Cambissolos e Neossolos Litólicos

#### 2.2.3.4 Mapa da delimitação das áreas de preservação permanente

As APPs das nascentes e matas ciliares foram demarcadas pelo cálculo de distâncias estabelecidas pelo Código Florestal de 1965, sendo 50 metros de raio para as nascentes e 30 metros de largura para os cursos d'água com menos de 10 metros de largura.

As APPs correspondentes às encostas com declividades superiores a 45° foram obtidas a partir do mapa de declividade. O mapa de declividade foi reclassificado por um algoritmo implementado em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) para declividades superiores a 45°, obtendo-se o mapa final das APPs correspondentes às encostas.

#### 2.2.3.5 Mapa de uso conflitante da terra

Foram consideradas sob uso conflitante todas as áreas que não eram de vegetação nativa presentes nas APPs das nascentes, cursos d'água e encostas (BRASIL, 2002a & BRASIL, 2002b) e as áreas que não eram culturas permanentes nas classes de 20% a 45% de declividade (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985).

Para a identificação do uso conflitante da terra nas áreas de 20% a 45% de declividade, utilizou-se uma operação booleana cruzando-se os mapas “declividade” versus “uso da terra” e, para a obtenção do mapa de uso conflitante nas APPs, cruzaram-se os mapas “áreas de preservação permanente” versus “uso da terra”. Para quantificar os tipos de uso conflitante foram cruzados os mapas de uso conflitante com o de uso da terra a partir da função tabulação cruzada do SPRING.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características dimensionais da bacia hidrográfica de drenagem

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz apresenta uma área de 86,99km<sup>2</sup>, representando 15,44% da área do município de Lavras, com perímetro de 62,49km. Sua

declividade média é de 13,47%, com altitudes variando de 822 a 1257 metros.

A bacia hidrográfica caracteriza-se como sendo de 5ª ordem. Seu curso d'água principal, representado pelo Ribeirão Santa Cruz, apresenta um comprimento de 30,09km. O fator de forma da bacia hidrográfica pode ser considerado baixo ( $F=0,351$ ), podendo-se inferir que há baixa propensão para valores elevados de vazão (LIMA, 1986).

O valor da densidade de drenagem de 2,35km/km<sup>2</sup>, calculado a partir da rede de drenagem das cartas planialtimétricas do IBGE, é considerado alto, conforme Vilela & Mattos (1975). De acordo com Morisawa (1968), citado por Lima (1986), valores altos de densidade de drenagem apresentam geologia dominada por argilitos e relevo acidentado, que propiciam o escoamento superficial.

#### 3.2 Declividade

Pelos dados da Tabela 3 pode-se observar que a classe de declividade predominante da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz é a de 6-12%, apresentando relevo suave ondulado a ondulado. Estas características não apresentam fortes restrições à infiltração da água da chuva (SERRA, 1993) e conseqüente abastecimento dos lençóis na bacia hidrográfica em estudo.

Por outro lado, cerca de 50% da área da bacia hidrográfica apresentam declividade acima de 12%, apresentando áreas de relevo ondulado a montanhoso. Segundo Rostagno (1999), na classe de 12-20% de declividade, práticas de conservação mais complexas são necessárias para utilização dessas áreas e, nas classes com declividade acima de 20%, o relevo acentuado faz com que o escoamento superficial seja rápido na maior parte dos solos, podendo causar sérios problemas de erosão.

#### 3.3 Solos

Verifica-se, na Tabela 4, que os Latossolos relacionados à classe de 3-12% de declive foram os solos mais expressivos, ocupando 44,99% da área total, enquanto os Latossolos associados à classe 0-3% de declive ocupam 3,56%. Os Latossolos

**Tabela 3** – Área total e distribuição percentual das classes de declive da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Table 3 – Total area and percentile distribution of the classes of slope of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.*

Classes de declividade (%)	Área (km <sup>2</sup> )	% da área
0-3	4,55	5,23
3-6	10,33	11,88
6-12	28,54	32,81
12-20	25,32	29,11
20-40	16,07	18,47
>40	2,19	2,52
Total	86,99	100,00

associados às classes de 0-3% e 3-12% localizam-se nas posições mais estáveis da paisagem, têm alta taxa de infiltração (LIMA, 1987), têm boa capacidade de retenção de água, são profundos e acentuadamente drenados (GIAROLA, 1994). Estas características favorecem a recarga do lençol freático.

A classe dos B texturais correspondeu a 36,57% da área total e a classe de B texturais associados a Cambissolos ocorreu em 11,69%. Os solos com B textural apresentam afloramento de rocha que estão associados a solos rasos (SILVA, 1990) e a relevo ondulado a montanhoso (SILVA,

1991). A taxa de infiltração e retenção de água pode ser considerada boa, mas apresenta restrições no horizonte B.

As classes dos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, dos Cambissolos e Neossolos Litólicos, juntas, corresponderam 3,19% da área total. Apesar da baixa expressividade em relação às demais classes de solos e independente da sua aptidão agrícola restrita, sua localização é estratégica, do ponto de vista da conservação ambiental.

### 3.4 Uso da terra

Na Tabela 5 encontram-se os valores de área e porcentagem das classes de uso da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz.

Durante a etapa de fotointerpretação da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, houve uma certa dificuldade em discriminar as categorias café e eucalipto, pastagem e campo limpo, pelos principais elementos de reconhecimento de alvos, que consiste na avaliação da textura, porte, tonalidade e forma. Contudo, com as inúmeras fichas de campo e fotos do entorno das nascentes foi possível a tomada de decisão do uso atual. A mesma dificuldade na diferenciação das pastagens foi encontrada por Parise (1999) e Toledo (2001), e para a diferenciação do café por Resende (2000).

**Tabela 4** – Área total e distribuição percentual das classes de solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Table 4 – Total area and percentile distribution of the classes of soils of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.*

Classes de solos	Área (km <sup>2</sup> )	% da área
Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos	1,32	1,52
Latossolos (0-3%)	3,09	3,56
Latossolos (3-12%)	39,19	44,99
Solos B texturais	31,81	36,57
Solos B texturais e esporadicamente Cambissolos	10,17	11,69
Cambissolos e Neossolos Litólicos	1,46	1,67
Total	86,99	100,00

O uso da terra predominante da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz é a pastagem, correspondendo a 62,41% da área em estudo. Esta cobertura vegetal, quando bem cuidada, proporciona o recobrimento da superfície do solo durante todo ano, reduzindo a velocidade do escoamento superficial, quando comparado com culturas agrícolas, que deixam o solo exposto durante o preparo do solo para o plantio. Entretanto, pelas observações de campo foi possível observar áreas mal manejadas, altamente compactadas e com lotações animais muito altas, levando à superutilização da forragem disponível na pastagem, deixando o solo descoberto e sem proteção contra a ação erosiva das chuvas e dos ventos, diminuindo significativamente a infiltração e afetando diretamente a vazão das nascentes. Outras bacias hidrográficas vizinhas também apresentam uso predominante de pastagens, como é o caso das bacias hidrográficas Voçoroca, Olaria e Antena, estudadas por Serra (1993).

**Tabela 5** – Área total e distribuição percentual das classes de uso da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Table 5* – Total area and percentile distribution of the classes of land use of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.

Uso da terra	Área (km <sup>2</sup> )	% da área
Mata nativa	14,26	16,39
Capoeira	1,04	1,20
Cultura agrícola	6,98	8,02
Pastagem	54,29	62,41
Eucalipto	0,74	0,85
Água	0,12	0,14
Solo exposto	0,47	0,54
Aeroporto	0,18	0,21
Café	1,82	2,09
Campo limpo	7,09	8,15
Total	86,99	100,00

A área coberta pela mata nativa, que corresponde aos fragmentos florestais e às matas

ciliares primárias ou secundárias em avançado estágio de sucessão, ocupam 16,39% da área total. Estas matas localizavam-se principalmente nas vertentes, no entorno dos cursos d'água e áreas de declividade elevada, sendo de fundamental importância no controle da erosão e na recarga do lençol freático. Este valor da mata nativa mostrou que a bacia hidrográfica em estudo encontra-se em estado de conservação acima da média do município de Lavras, onde Oliveira (2000) encontrou, em seu levantamento de floresta semidecidual, um valor de 5,6%. Está também acima da média do estado de Minas Gerais, onde, segundo Vieira (1988), citado por Carniel et al. (1994), a área de mata atinge 9,4% da área total. Este valor da percentagem de mata nativa (16,39%) encontra-se próximo ao valor encontrado por Resende (2000) na microbacia do Ribeirão Maranhão (18,57%), também no município de Lavras.

Esta área de 16,39% da bacia hidrográfica ocupada por mata nativa está abaixo da recomendação da FAO (citado por ROCHA, 1997), que indica um mínimo de 25% de área florestada para bacias hidrográficas com declividade média de até 15%. Este valor de área florestada visa recuperar o meio físico no que concerne à erosão, às enchentes e às secas, induz a infiltração de água no solo, alimentando o lençol freático e reduz significativamente o assoreamento de rios, lagos, açudes e barragens (ROCHA, 1997).

A área de capoeira encontrada foi de 1,20% e o campo limpo nas maiores altitudes de serras e morros, 8,15% da área total.

O plantio de culturas agrícolas ocupa 8,02% da área da bacia hidrográfica e, em boa parte das propriedades, é realizado sem a adoção de práticas de conservação do solo (construção de terraços e plantio em nível). A falta destas práticas conservacionistas pode ocasionar elevadas perdas de solos, como observado por Bertoni et al. (1986), demonstrando que culturas agrícolas plantadas morro abaixo causaram perda de 26,1 toneladas por ano enquanto que plantadas em nível causaram perdas de 13,2 toneladas por ano.

As áreas de água, solo exposto e aeroporto, delimitadas no mapa de uso da terra, não se mostraram de interesse relevante, por ocuparem menos de 1% do uso total da área.

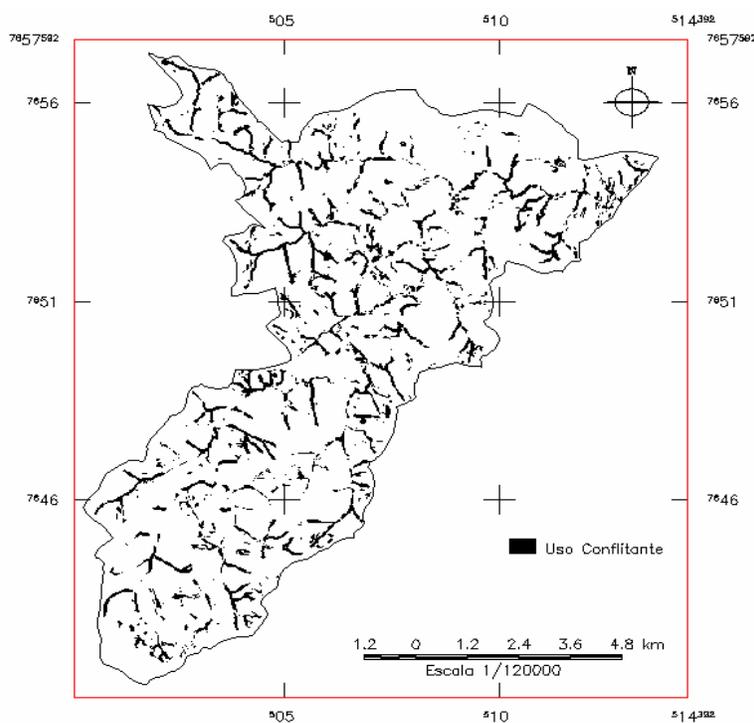
Os plantios de cultura permanente como café e eucalipto representam 2,94% da área da bacia hidrográfica. Isso indica a possibilidade de aumento de sua área nas classes de declividade de 20% a 45%, uma vez que nessas áreas é recomendado que o uso da terra seja feito por culturas permanentes (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985) e 7,65% dessas áreas encontram-se com uso inadequado.

Da área total da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, 11,04% apresentaram algum tipo de uso conflitante, ou seja, estavam ocupadas por atividades não indicadas do ponto de vista técnico em áreas com declividade entre 20% e 45%

ou proibidas pela legislação (Figura 2). Dentre os principais usos conflitantes destacaram-se a pastagem (84,57%), as culturas agrícolas (13,90%), o solo exposto (0,71%) e o café (0,52%). As áreas das APPs e as áreas com declividade entre 20% e 45% representam 34,83% da área da bacia hidrográfica, das quais 27,55% apresentaram algum tipo de uso conflitante.

### 3.5 Uso da terra nas áreas de preservação permanente

Na Tabela 6, encontram-se os valores das classes de uso da terra nas APPs em estudo. De acordo com o que estabelece o Código Florestal, 17,50% da área da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz são considerados área de preservação permanente.



**Figura 2** – Mapa de uso conflitante da terra nas APPs e áreas com declividade entre 20% e 45% da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Figure 2* – Map of conflicted use of the land in APPs and areas with slope among 20% and 45% of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.

**Tabela 6** – Uso da terra nas APPs das nascentes, matas ciliares e encostas, com declividade superior 45°, da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.

*Table 6* – Land use in APPs of the springs, streamlets and hillsides, with superior slope 45th, of the Santa Cruz stream watershed, Lavras, MG.

Uso da terra	Área das nascentes		Área das matas ciliares		Área das encostas	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Mata nativa	0,55	39,16	4,77	34,61	0,0113	21,95
Capoeira	0,06	4,38	0,26	1,90	0,0000	0,00
Cultivo agrícola	0,07	4,70	0,50	3,62	0,0000	0,00
Pastagem	0,64	45,69	7,33	53,23	0,0369	71,95
Eucalipto	0,02	1,34	0,06	0,46	0,0000	0,00
Água	0,01	0,67	0,06	0,46	0,0000	0,00
Solo exposto	0,00	0,00	0,01	0,04	0,0000	0,00
Aeroporto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00
Café	0,00	0,26	0,04	0,30	0,0000	0,00
Campo limpo	0,05	3,80	0,74	5,39	0,0031	6,10
Total	1,40	100	13,77	100	0,0513	100

A área total de preservação permanente referente às nascentes é de 1,4km<sup>2</sup>, uma área pequena quando comparada com a área da bacia hidrográfica (86,99km<sup>2</sup>), representando apenas 1,61% da área total da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz. Verificou-se que 47,34% da área de preservação das nascentes estão ocupados por vegetação nativa (mata nativa, capoeira e campo limpo), com destaque para mata (39,16% do total). A pastagem ocupou uma grande área (46,69%) no entorno das nascentes, podendo este uso indevido ser considerado um grande agente de degradação, devido ao impacto negativo das pastagens mal manejadas sobre a regeneração natural, compactação dos solos e contaminação das águas. O cultivo agrícola ocupava 4,70% das APP das nascentes, o que pode estar contribuindo para o assoreamento e contaminação das nascentes pelo preparo do solo e uso de defensivos. O restante das APP das nascentes encontrava-se ocupado por eucalipto (1,34%), represas (0,67%) e café (0,26%).

As APP referentes às margens dos cursos d'água ocupam 13,77km<sup>2</sup>, ou seja, 15,83% da área total da bacia hidrográfica. Destes, 53,23%

estavam ocupados por pastagem e apenas 41,9% por vegetação nativa. Observou-se, ainda, nas APP dos cursos d'água, o uso da terra por cultivo agrícola (3,62%), eucalipto (0,46%), água (0,46%) e café (0,3%).

As APP referentes às encostas ocupam 0,0513km<sup>2</sup>, ou seja, 0,06% da área total da bacia hidrográfica. Esta categoria de APP que, mesmo ocupando uma área restrita da bacia hidrográfica, apresenta significativa importância para a conservação do solo e da água da mesma, estava com mais de 70% de sua área utilizada por pastagem. Observou-se, ainda, o uso da terra por mata nativa (21,95%) e campo limpo (6,10%), totalizando 28,05% de uso adequado nesta categoria de APP.

Do total da área das APPs, 58,00% encontravam-se com uso conflitante da terra, sendo necessário recompor 8,35km<sup>2</sup> com vegetação nativa.

Os resultados mostraram o não cumprimento da legislação referente ao uso da terra nas APPs das nascentes, matas ciliares e encostas. Evidencia-se, assim, a necessidade de um plano de recomposição da vegetação dessas áreas, uma vez

que os desmatamentos e outros usos incorretos da terra refletem diretamente na quantidade e qualidade da água da bacia hidrográfica.

Pissarra et al. (2000) também recomendam a recomposição das matas ciliares e nascentes e Costa (1978) sugere a proteção dos topos de montanhas pela manutenção da vegetação de mata ou pelo plantio de espécies arbóreas e arbustivas ou herbáceas, a fim de minimizar os efeitos da erosão.

A área total de preservação permanente (17,5%), junto com os 20% da área de Reserva Legal, totaliza 37,5% da área da bacia hidrográfica, que deveriam apresentar vegetação nativa. No entanto, o percentual encontrado para a vegetação nativa está bem abaixo (25,74%), havendo a necessidade do florestamento em 11,76% da área da bacia hidrográfica, o equivalente a 1.022 hectares.

#### 4 CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz apresenta cerca de 50% de sua área com relevo ondulado a montanhoso, o que facilita o escoamento superficial e aumenta a necessidade de proteção das áreas de recarga do lençol freático.

A área de preservação permanente total considerada neste estudo representa 17,5% da área total da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, onde 58,0% encontravam-se com uso conflitante. A categoria que apresentou maior conflito foi a APP das encostas, seguida pelas APPs nas categorias de vegetação ciliar no entorno de cursos d'água e nascentes.

Considerando a área total de APP (17,5%) e a reserva legal de 20% definida por lei, cerca de 37,5% da área da bacia hidrográfica deveriam estar ocupados com vegetação nativa, o que resulta em uma diferença de 11,76%, em relação ao valor de 25,74% encontrado.

Os resultados mostraram que existe a necessidade de um plano de recomposição da vegetação das APPs em estudo, uma vez que os desmatamentos e outros usos incorretos dos solos podem refletir na quantidade e qualidade da água da bacia hidrográfica.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa "Estudo integrado da vegetação ciliar no entorno de nascentes rios e reservatórios", do qual este trabalho faz parte.

#### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L.M. **Sistemas de informações geográficas como instrumentos para o planejamento de uso da Terra, em bacias hidrográficas**. 1993. 112 p. (Tese - Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDRADE, H.; ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; RESENDE, R. J. T. P. de; ESTEVES, D. R.; ROSA, E. R. Diagnóstico ambiental do Município de Lavras com base em dados do meio físico: III – Estratificação em classes de declive. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais....** Lavras: UFLA/SBEA, 1998. v. 4, p. 356-358.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão integrada da problemática da Erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 3., 1985, Maringá. **Anais...** Curitiba: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1985. 372 p.

BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 1986. 57 p. (IAC. Circular, 20).

BRASIL. Congresso. Senado. Resolução n. ° 303, de 20 de mar de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 07 set. 2002a.

BRASIL. **Lei n. 4. 771**, 15 set. 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L4771.htm>>. Acesso em: 07 set. 2002b.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília: MARA, 1992. 84 p.

- CÂMARA, G.; DAVIS, C. Capítulo 1: Apresentação. In: CÂMARA, G; DAVIS, C. e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 16 jun. 2002.
- CARNIEL, T.; VALE, F. R. do; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O. **Atividade agrícola e recursos naturais na região sob influência do reservatório da hidrelétrica de Itutinga/ Camargos (MG)**. Belo Horizonte: CEMIG , 1994. 65 p.
- COSTA, B. M. Degradação das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 5., 1978, Piracicaba. **Anais . . .** Piracicaba, 1978. p. 5-27.
- COSTA, T.C.C., SOUZA, M.G., BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.129-135, 1996.
- De BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 45-60, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- GIAROLA, N. F. B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do Reservatório de Itutinga/Camargos (MG)**. 1994. 26 p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- GUIMARÃES, L. T. **Utilização do sistema de informação geográfica (SIG) para identificação de áreas potenciais para disposição de resíduos na bacia do Paquequer, município de Teresópolis – RJ**. 2000. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.labgis.uerj.br/publicacoes/lucy/index.htm>> . Acesso em: 09 out. 2001.
- LIMA, J. M. de. **Relação entre erosão, teor de ferro, parâmetros físicos e mineralógicos de solos da região de Lavras (MG)**. 1987. 86 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1986. 242 p. Texto básico para a disciplina “Manejo de Bacias Hidrográficas”.
- MOREIRA, A. A. **Identificação de conflito no uso da Terra em uma microbacia hidrográfica**. 1999. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MOREIRA, A. A.; SOARES, V. P.; Ribeiro, J. C.; SILVA, E.; RIBEIRO, C. A. A. S. Determinação de áreas de preservação permanente em uma microbacia hidrográfica a partir de fotografias aéreas de pequeno formato. In: XI SBSR, 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais ....** INPE, 2003. p. 1381-1389.
- OLIVEIRA, A. de; FERREIRA, E. **Caracterização de sub-bacias hidrográficas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 64 p. (Textos Acadêmicos. Curso de pós-graduação “Lato Sensu” (especialização) a Distância. Gestão e manejo ambiental em sistemas agrícolas).
- OLIVEIRA, L. T. **Fragmentos de floresta atlântica semidecidual no município de Lavras: uma comparação ecológica entre a cobertura atual e a cobertura exigida pela legislação**. Lavras: UFLA, 2000. 103 p. (Monografia - Curso de Engenharia Florestal).
- PARISE, F. J. de O. **Análise temporal do uso da terra em uma microbacia hidrográfica no município de Piracicaba, SP, por meio de técnicas de geoprocessamento**. 1999. 114 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; NÓBREGA, A. M. F.; VALERI, S. V. Avaliação da cobertura vegetal natural e agrícola da cabeceira da bacia hidrográfica de córrego Rico, município de Monte Alto, SP. In: CONGRESSO DE EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. p. 249-250.
- RESENDE, R. J. T. P. de. **Caracterização do meio físico de áreas cafeeiras do sul de Minas Gerais por meio do SPRING**. 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria, RS:. Imprensa Universitária, 1997. 423 p.

ROSTAGNO, L. S. C. da. **Caracterização de uma paisagem na área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica do Funil, Ijaci-MG.** 1999. 66 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SERRA, E. L. **Avaliação da degradação ambiental de três microbacias hidrográficas no município de Lavras, MG.** 1993. 153 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, V. L. A. da. **Caracterização de ambientes agrícolas de podzólicos da região de Lavras (MG) e interpretação para uso e manejo.** 1991. 63 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, A. C. **Relação entre voçorocas e solos na região de Lavras (MG).** 1990. 133 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

TOLEDO, A. M. A. **Evolução espaço-temporal da estrutura da paisagem e sua influência na composição química das águas superficiais dos ribeirões Piracicamirim e Cabras (SP).** 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal.** [ s. 1. ]; IBEGE, 1991. 123 p.

VILELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw Hill do Brasil, 1975. 245 p.