

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO
ÁGUA-FRIA, MUNICÍPIO DE BOFETE – SP**

RAFAEL CALORE NARDINI

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

**BOTUCATU - SP
Dezembro – 2013**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO
ÁGUA-FRIA, MUNICÍPIO DE BOFETE – SP**

RAFAEL CALORE NARDINI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Campos

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp – Câmpus de Botucatu
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Irrigação e Drenagem)

BOTUCATU - SP
Dezembro – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Nardini, Rafael Calore, 1980-
N224d Diagnóstico socioambiental da bacia do Ribeirão Água-
Fria, Município de Bofete - SP / Rafael Calore Nardini-
Botucatu : [s.n.], 2013
xii, 135 f. : ils. color., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Fa-
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Sérgio Campos
Inclui bibliografia

1. Geoprocessamento. 2. Bacias hidrográficas - Brasil.
3. Degradação ambiental. 4. Planejamento ambiental. 5. Solo
- Uso - Planejamento. I. Campos, Sérgio. II. Universidade
Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Bo-
tucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DIAGNÓSTICO SÓCIO AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO
ÁGUA-FRIA, MUNICÍPIO DE BOFETE - SP"

ALUNO: RAFAEL CALORE NARDINI

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SERGIO CAMPOS



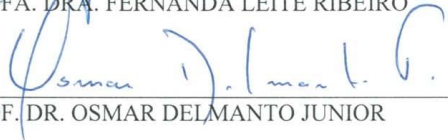
PROFA. DRA. ELEN FITTIPALDI B. CARREGA



PROE. DR. ZACARIAS XAVIER DE BARROS



PROFA. DRA. FERNANDA LEITE RIBEIRO



PROF. DR. OSMAR DELMANTO JUNIOR

Data da Realização: 09 de dezembro de 2013

DEDICO...

À Deus, em primeiro lugar, por guiar meu caminho e por me conceder saúde.

Aos meus pais, João Antônio Santa Cruz Nardini e Adelina Maria Calore Nardini, pela educação e presença nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos João Paulo Calore Nardini e Maria Carolina Calore Nardini.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Campos, pela oportunidade de estágio desde minha graduação, pela dedicação e pelos ensinamentos, formando uma grande amizade durante todos esses anos de convivência.

A todos os meus amigos, sem exceções, que ajudaram na elaboração deste trabalho, sem eles não teria tido êxito nessa caminhada.

À minha namorada Priscila, pelo companheirismo, pela cobrança e incentivo, e pelo amor e momentos de felicidades que passamos juntos.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas/Unesp/Câmpus de Botucatu, por conceder-me a oportunidade de realizar o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa, imprescindível para realização deste trabalho de pesquisa.

Aos Profs. Drs. da área de Topografia e Sensoriamento Remoto Lincoln Gehring Cardoso e Zacarias Xavier de Barros, pelas sugestões técnicas na condução do trabalho e pelos valiosos ensinamentos durante todos esses anos de faculdade.

Ao GEPEGEO – Grupo de Estudos e Pesquisas em Geotecnologias, Geoprocessamento e Topografia do Departamento de Engenharia Rural e seus integrantes.

À Ronaldo Alberto Pollo, funcionário e pós graduando do Departamento de Engenharia Rural, pela contribuição técnica não só nesse trabalho mas em toda a minha caminhada, pelo companheirismo e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, da biblioteca e secretárias da Seção de Pós Graduação, pela atenção e dedicação.

E, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1.INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. Áreas de preservação permanente (APP's).....	7
2.2. Levantamento e planejamento do uso do solo.....	9
2.3. Sistema de Informação Geográfica.....	15
2.3.1. Sistema de Informação Geográfica – IDRISI.....	20
2.4.Geoprocessamento.....	21
2.5. Bacias hidrográficas.....	24
2.5.1. Manejo de bacias hidrográficas.....	28
2.5.2. Análise de parâmetros físicos em bacias hidrográficas.....	31
2.5.2.1. Declividade Média.....	31
2.5.2.2. Densidade de drenagem.....	36
2.5.2.3. Coeficiente de rugosidade.....	37
2.5.2.4. Índice de forma.....	39
2.5.2.5. Índice de circularidade.....	40
2.6. Conflitos de uso do solo.....	40
2.7. Degradação ambiental.....	41
2.8. Diagnóstico físico-conservacionista.....	42
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.1. Localização geográfica e caracterização da área.....	44
3.2. Material.....	45
3.2.1. Equipamentos.....	45
3.2.2. Bases cartográficas.....	45
3.2.3. Imagem de satélite.....	46
3.2.4. Software AutoCAD.....	46
3.2.5. Sistemas de informações geográficas.....	46
3.3. Métodos.....	46

3.3.1. Etapas do Diagnóstico físico-conservacionista.....	46
3.3.1.1. Delimitação do limite, da rede de drenagem e curvas de nível.....	46
3.3.1.2. Inserção da imagem.....	47
3.3.1.3. Recorte da imagem.....	47
3.3.1.4. União das cartas.....	47
3.3.1.5. Georreferenciamento.....	48
3.3.1.6. Digitalização do limite, da rede de drenagem e das curvas de nível.....	49
3.3.1.7. Tratamento da imagem de satélite.....	50
3.3.1.8. Obtenção do mapa de uso do solo em imagem de satélite.....	51
3.3.1.9. Edição final dos mapas.....	52
3.3.1.10. Parâmetros físicos da bacia e microbacias hidrográficas.....	52
3.3.1.11. Comprimento total da rede de drenagem (Cr).....	52
3.3.1.12. Densidade de drenagem (Dd).....	53
3.3.1.13. Índice de circularidade (Ic).....	54
3.3.1.14. Índice de forma (If).....	55
3.3.1.15. Declividade média (H).....	56
3.3.1.16. Coeficiente de Rugosidade (CR).....	57
3.3.1.17. Análise da hierarquia fluvial das microbacias.....	58
3.3.1.18. Estudo dos conflitos.....	58
3.3.1.19. Áreas a reflorestar.....	59
3.3.1.20. Excesso ou disponibilidade agrícola.....	59
3.3.1.21. Área a ser trabalhada para o manejo correto da bacia.....	60
3.3.1.22. Deterioração das microbacias.....	60
3.3.2. Diagnóstico socioeconômico.....	61
3.3.2.1. Entrevistas.....	61
3.3.2.2. Questionário ambiental.....	63
3.3.3. Cálculo da deterioração socioeconômica e ambiental.....	64
3.3.4. Deterioração ambiental (DA).....	64
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.1. Diagnóstico Físico-Conservacionista.....	65
4.1.1. Comprimento total da rede de drenagem (Cr) e densidade de drenagem (Dd).....	65

4.1.2. Índice de forma (If) e de circularidade (Ic).....	71
4.1.3. Declividade média (H).....	71
4.1.4. Coeficiente de Rugosidade (CR).....	76
4.1.5. Hierarquia fluvial ou ordem da bacia (W).....	77
4.1.6. Uso do solo.....	83
4.1.7. Conflitos de uso, áreas a reflorestar e deterioração das microbacias de estudo.....	90
4.2. Diagnóstico Socioeconômico.....	92
4.2.1. Variável demográfica.....	92
4.2.2. Variável habitacional.....	93
4.2.3. Variável Alimentação.....	95
4.2.4. Participação em organização (associação rural), salubridade rural, animais de trabalho e produção.....	95
4.3. Fator econômico.....	96
4.4. Fator tecnológico.....	97
4.5. Índice de deterioração socioeconômica.....	98
4.6. Resultados do diagnóstico ambiental.....	100
4.6.1. Caracterização geral do diagnóstico da qualidade ambiental.....	101
4.7. Deterioração Ambiental (DA)	103
5. CONCLUSÕES.....	105
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
7. APÊNDICE.....	127

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Intervalo de valores para densidade de drenagem e respectiva classificação.....	53
Tabela 2. Intervalo de valores para interpretação dos resultados quanto aos índices de forma (If) e de circularidade (Ic).....	55
Tabela 3. Intervalo de valores para classificação do relevo.....	56
Tabela 4. Parâmetros físicos das microbacias do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	66
Tabela 5. Microbacias e respectivos Coeficientes de Rugosidade.....	76
Tabela 6. Classes de uso da terra a partir dos resultados do Coeficiente de Rugosidade.....	76
Tabela 7. Hierarquia Fluvial da microbacia I do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	78
Tabela 8. Hierarquia Fluvial da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	79
Tabela 9. Hierarquia Fluvial da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	80
Tabela 10. Hierarquia Fluvial da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	81
Tabela 11. Hierarquia Fluvial da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	82
Tabela 12. Ocupações do solo das microbacias da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	84
Tabela 13. Diagnóstico Físico-Conservacionista das microbacias da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	90
Tabela 14. Índice de deterioração socioeconômica (IDSE) e seus fatores deteriorantes, em porcentagem de deterioração (%), obtidos na bacia do ribeirão Água - Fria (AF) e em suas microbacias.....	99
Tabela 15. Índice de deterioração da qualidade ambiental (IDQA) da bacia do ribeirão Água - Fria (AF) e de suas microbacias.....	101
Tabela 16. Deterioração ambiental (DA) das microbacias e da bacia do ribeirão Água - Fria (AF), Bofete (SP).....	103

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Localização da bacia do ribeirão Água Fria - Bofete (SP).....	45
Figura 2. Utilização dos pontos de controle no georreferenciamento da imagem através do software AutoCAD Raster 2009.....	48
Figura 3. Limite da bacia e das microbacias do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	49
Figura 4. Hidrografia da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	67
Figura 5. Hidrografia da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	68
Figura 6. Hidrografia da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	69
Figura 7. Hidrografia da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	70
Figura 8. Hidrografia da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	70
Figura 9. Declividade da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	71
Figura 10. Declividade da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	73
Figura 11. Declividade da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria - Bofete (SP).....	74
Figura 12. Declividade da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	75
Figura 13. Declividade da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	75
Figura 14. Hierarquia Fluvial da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	75
Figura 15. Hierarquia Fluvial da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	79
Figura 16. Hierarquia Fluvial da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	80
Figura 17. Hierarquia Fluvial da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	81
Figura 18. Hierarquia Fluvial da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	82
Figura 19. Área de pastagem e reflorestamento por eucalipto na microbacia III.....	83
Figura 20. Ocupações do solo da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	85
Figura 21. Ocupações do solo da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	86

Figura 22. Ocupações do solo da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	87
Figura 23. Ocupações do solo da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	88
Figura 24. Ocupações do solo da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).....	89
Figuras 25 e 26. Conflito de uso com pastagem em área de preservação permanente na microbacia III.....	91
Figuras 27 e 28. Área degradada às margens do leito do ribeirão e processos erosivos em área de pastagem na microbacia III.....	103

RESUMO - O planejamento ambiental é de fundamental importância em bacias hidrográficas. Estudos detalhados como diagnóstico ambiental e físico-conservacionista trazem resultados no auxílio dessas áreas para a implementação futura de programas de gerenciamento e planejamento por parte de órgãos públicos. Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo realizar o estudo da degradação ambiental da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP), baseando-se no parâmetro ambiental “Coeficiente de Rugosidade” e na elaboração de um diagnóstico socioeconômico, ambiental e físico-conservacionista com propostas de soluções que orientem o manejo racional, utilizando-se do geoprocessamento no estudo da ocupação do solo e obtendo subsídios que auxiliem na recuperação e manutenção dessas áreas através do planejamento ambiental. O coeficiente de rugosidade foi dividido em quatro classes de aptidão agrícola, onde as microbacias I, II e V apresentaram aptidão para agricultura (Classe A), e as microbacias III e IV para reflorestamentos (Classe D). A média para o Coeficiente de Rugosidade das microbacias indicou aptidão agrícola para pastagens (Classe B). Em relação aos índices de forma e de circularidade, os resultados permitem inferir que a área apresenta baixa susceptibilidade a enchentes. A declividade média da área é de 13,6%, classificando o relevo como forte ondulado. Os resultados mostram que as pastagens ocupam a maior parte da área, reflexo da presença da pecuária regional. A deterioração para o diagnóstico socioeconômico é de 54,81%, de 27,6% para o ambiental e 17,12% em relação ao diagnóstico físico-conservacionista. A degradação ambiental da bacia do ribeirão Água - Fria é de 33,17%, acima do limite tolerável de 10%, chamando a atenção para os impactos ambientais que estão ocorrendo na área de estudo. Concluiu-se que toda e qualquer ação visando à conservação dos

recursos hídricos requer a iniciativa de políticas públicas e programas voltados aos produtores rurais e que a educação ambiental é essencial para que o homem do campo execute de forma consciente e equilibrada a manutenção dos recursos naturais e a preservação da natureza.

Palavras-chave: Geoprocessamento, planejamento ambiental, uso do solo.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE WATERSHED OF THE STREAM ÁGUA -
FRIA, CITY OF BOFETE - SP

Botucatu, 2013. 135 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RAFAEL CALORE NARDINI

Adviser: SÉRGIO CAMPOS

SUMMARY - Environmental planning is crucial in watersheds. As detailed environmental assessment and physical conservation studies present results in these areas to aid future implementation of planning and management programs by public agencies. In this sense, the research aimed to conduct the study of the environmental degradation of the watershed of the Stream Água - Fria, Bofete (SP), based on the environmental parameter "roughness coefficient" and the development of a socioeconomic, environmental and physical conservationist with proposed solutions to guide the rational management, using the geoprocessing in the study of land use and obtaining grants to assist in the restoration and maintenance of these areas through environmental planning. The roughness coefficient was divided into four classes of land suitability, where the watersheds I, II and V showed aptitude for agriculture (Class A), and the micro III and IV for reforestation (Class D). Average for the roughness coefficient of watersheds indicated suitability for agricultural pastures (Class B). Compared to the shape and roundness, the results allow us to infer that the area has low susceptibility to flooding. The average slope of the area is 13.6%, ranking as strongly

undulated relief. The results show that pastures occupy most of the area, reflecting the presence of regional livestock. The deterioration for socioeconomic diagnosis is 54.81%, 27.6% for environmental and 17.12% in relation to physical diagnosis conservationist. The environmental degradation of the watershed of the stream Água - Fria is 33.17%, above the tolerable limit of 10 %, calling attention to the environmental impacts that are occurring in the study area. It was concluded that any action aimed at the conservation of water resources requires the initiative of public policies and programs aimed at farmers and environmental education is essential for the farmer run in a conscious and balanced maintenance of natural resources and nature conservation.

Keywords: Geoprocessing, environmental planning, land use.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das necessidades humanas e o desconhecimento das corretas formas de manejo e conservação dos recursos naturais tem gerado impactos ambientais que comprometem a capacidade da natureza de promover a manutenção do meio ambiente e conseqüentemente compromete a vida dos seres vivos que habitam na terra.

A falta de manutenção e do equilíbrio dos recursos naturais, principalmente o solo, as vegetações e a água, acarreta na maioria das vezes no deterioramento econômico das populações por se tratarem de elementos com estreita ligação entre si e o homem.

Nesse sentido, o estudo e o planejamento ambiental em bacias hidrográficas se faz necessário cada vez mais. Estudos detalhados como diagnóstico ambiental, onde se verificam áreas com diferentes estados de conservação social e físico-conservacionista, trazem resultados que podem auxiliar essas áreas para a implementação futura de programas de gerenciamento e planejamento por parte de órgãos públicos.

Destacam-se como ferramentas de estudo nesse sentido o questionário socioeconômico realizado em caráter de entrevistas para se diagnosticar socialmente determinada região ou área bem como o estado de degradação do meio em que vivem, e o geoprocessamento na elaboração e execução do diagnóstico físico-conservacionista auxiliando na tomada de decisões tanto de órgãos públicos como privados.

O município de Bofete, onde a bacia estudada está inserida, possui

praticamente 90% de sua área sobre o afloramento do Aquífero Guarani, maior manancial de água doce subterrânea transfronteiriço do mundo. O município tem por principais atividades explorações agropecuárias como a bovinocultura de leite e corte, avicultura de corte e culturas perenes como a silvicultura e a citricultura.

A falta de investimentos na agricultura familiar, sobretudo pela dificuldade na obtenção de crédito agrícola e assistência técnica, traz por consequência para os pequenos agricultores em muitas vezes o arrendamento de suas terras para grandes produtores que visam o agronegócio a partir de monoculturas em grandes latifúndios que são sistemas produtivos concentradores de renda, sendo neste caso específico para empresas de reflorestamento por eucalipto. A área tem sofrido com o passar dos anos explorações predatórias e a má utilização do solo que se agravam, devido aos métodos inadequados e sem planejamento da ocupação do solo, acarretando com isso processos erosivos e assoreamentos dos rios e cursos d'água.

Nesse sentido, o estudo teve como objetivo realizar o levantamento da degradação ambiental da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP), baseando-se no parâmetro ambiental "Coeficiente de Rugosidade" e na elaboração de um diagnóstico socioeconômico, ambiental e físico-conservacionista segundo metodologia adaptada de Rocha, 1997, com propostas de soluções que orientem o manejo racional, utilizando-se do geoprocessamento no estudo da ocupação do solo e obtendo subsídios que auxiliem na recuperação e manutenção dessas áreas através do planejamento ambiental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Áreas de preservação permanente (APP's)

Um dos grandes desafios do homem para a conservação ambiental é concentrar esforços e recursos para preservação e recuperação de áreas naturais consideradas estratégicas, das quais vários ecossistemas são dependentes. Dentre essas, destacam-se as Áreas de Preservação Permanentes, que tem papel vital dentro de uma microbacia, por serem responsáveis pela manutenção e conservação dos ecossistemas ali existentes (MAGALHÃES; FERREIRA, 2000). Dentre os problemas mais relevantes observados nas APP's, destaca - se o histórico e contínuo desrespeito aos ecossistemas que as compõem, negligenciando-se a adoção de critérios técnicos - científicos, passando ao largo da legislação pertinente e menosprezando o saber popular.

As APP's foram criadas para protegerem o ambiente natural, devendo estar sempre cobertas com a vegetação original, pois a cobertura vegetal atenua os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios diretos para a fauna (COSTA et al., 1996).

Estas áreas também podem promover, para além da preservação dos recursos naturais, a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, em função dos outros benefícios gerados pelo equilíbrio de sua função ambiental.

Segundo Amato e Sugamoto (2000), o planejamento do uso do solo de acordo com as exigências vigentes na legislação é um processo essencial, que visa à conservação dos recursos naturais. Esta afirmação tem mostrado ser válida em diferentes níveis de entendimento do problema, desde o município até a unidade de produção rural. Neste sentido, a demarcação geográfica das áreas de preservação permanente (APP's) destacadas pela lei, e a confrontação desses locais com o seu uso atual, estabelece as medidas a serem adotadas com o objetivo de contribuir com o uso racional das terras.

O uso adequado das APP's pode promover, para além da preservação de recursos naturais, a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, em função de outros benefícios gerados pelo equilíbrio de sua função ambiental.

Definidas pela Lei Florestal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, em seu artigo 4º, as áreas de preservação permanente são as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- de 30m para os cursos d'água de menos de 10m de largura;
- de 50m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50m de largura;
- 100 metros para cursos d'água que tenham uma largura entre 50 e 200 metros;
- 200 metros para cursos d'água que tenham uma largura entre 200 a 600 metros;
- 500 metros para cursos d'água que tenham uma largura superior a 600 metros.

b) áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Os topos de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive.

As áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação.

As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

Em seu capítulo I, inciso XVII, a Lei Florestal adota a seguinte definição para nascentes: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. No mesmo capítulo, inciso XVIII, define olho d'água, como sendo um local onde há afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente; o artigo 4º, capítulo II, define os limites a serem preservados ao redor de nascentes ou olho d'água, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica constituinte.

2.2. Levantamento e planejamento do uso do solo

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Quanto maior a variedade de solos que uma nação possui, maiores serão as oportunidades de seu povo encontrar um melhor padrão de vida, sendo importante que as maiores áreas sejam ocupadas por solos adaptados às grandes produções de alimentos e matérias-primas essenciais à habitação, vestiário, transporte e indústria, e que algumas áreas possam ser disponibilizadas sob outras formas de uso, como a recreação, tão importante ao bem estar físico e mental da população (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

O estudo de uso e ocupação do solo constitui importante componente na pesquisa para o planejamento da utilização racional dos recursos naturais, contribuindo na geração de informações para avaliação da sustentabilidade ambiental. Ressalta-se, no entanto, que o monitoramento das modificações de uso e ocupação do solo, também deve ser realizado, acompanhado de avaliações técnicas que subsidiem a interpretação da sustentabilidade ambiental, principalmente em áreas com uso predominantemente agrícola (FERREIRA; LACERDA 2009).

O uso e a cobertura da terra têm se tornado um tema muito discutido nos diversos níveis do conhecimento, devido às diversas problemáticas que o uso e ocupação desordenados trouxeram ao meio ambiente. Ações desenfreadas a exemplo dos

desmatamentos para implantação de agroindústrias, de mineradoras, para a criação de animais, plantações e muitas outras atividades ligadas ao uso e cobertura da terra, se constituem hoje como um dos grandes desafios para as políticas de controle ambientais (ARAÚJO; TELES; LAGO, 2009).

A necessidade de identificar e compreender as formas contemporâneas de apropriação dos espaços físicos e as vertentes sociais, políticas e econômicas que as potencializam merecem destaque frente aos objetivos atuais de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável. No que se refere ao uso da terra, dentro do debate do desenvolvimento sustentável, a representação temática inserida em contextos históricos de desenvolvimento podem se tornar alternativas efetivas na investigação dos fatores que levam as mudanças nos padrões de ocupação dos espaços geográficos (NORA; MOREIRA; SANTOS, 2009).

Nos últimos anos, o processo de urbanização é acompanhado por profundas alterações no uso e ocupação do solo, que resultam em impactos ambientais nas bacias hidrográficas. As transformações sofridas pelas bacias em fase de urbanização podem ocorrer muito rapidamente, gerando transformações na qualidade da paisagem, degradação ambiental, ocupação irregular e falta de planejamento na gestão urbana (ONO; BARROS; CONRADO, 2005).

Toda ação humana no ambiente natural ou modificado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando às vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis. Assim, deve-se adotar uma postura voltada mais para o preventivo do que o corretivo, pois é bem menor o custo da prevenção de acidentes ecológicos e da degradação generalizada do ambiente do que a recuperação de um quadro ambiental deteriorado (ROSS, 1991).

Keller (1969) afirmou que a ausência de estudos do uso do solo, em países subdesenvolvidos, faz com que o planejamento de suas agriculturas e do uso de seus recursos naturais seja muito genérico. Salienta que, o desconhecimento do uso da terra e de suas características no momento do planejamento e da tomada de decisões, pode trazer mais prejuízos do que benefícios à estrutura econômica existente.

No Brasil, o desenvolvimento do meio rural sempre esteve associado ao uso e ocupação do solo com práticas agressivas ao meio ambiente. O desconhecimento e o

uso de estratégias inadequadas de manejo do solo, das águas e das florestas foram, e ainda são, os maiores responsáveis pela degradação desses recursos (BOLZAN; SILVEIRA, 2009).

Segundo Dainese (2001) a exploração do solo para produzir alimentos para o sustento do homem quase sempre foi de forma desordenada e sem planejamento. Como consequência desta forma predatória de exploração do solo, na literatura, são citados inúmeros casos de empobrecimento do solo por erosão intensa, assoreamento de cursos d'água, desertificação, entre outros.

Madruga et al., (1999) destacaram que muitas áreas são ocupadas inadequadamente devido à falta de informações, de planejamentos precários e de um estudo adequado. O levantamento de uso do solo é de fundamental importância na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente. Este mau uso é denominado conflito de uso do solo. De acordo com os autores, citando Rocha (1991) estes conflitos ocorrem quando as culturas agrícolas são desenvolvidas em impróprias ou apropriadas, porém com declividades inadequadas aos padrões conservacionistas.

A exploração da terra para o sustento do homem, segundo Meulman et al., (2002) na maioria das vezes foi realizada de forma desordenada e sem planejamento, ocasionando casos de empobrecimento do solo por erosão intensa, assoreamento de cursos d'água, desertificação, entre outros, levando-se a necessidade de se planejar o uso do solo por meio de técnicas que, quando aplicadas corretamente, protegem o solo, prolongando o seu potencial produtivo.

Para Piroli (2002) o mau uso das terras trouxe a erosão, que por sua vez assoreou os rios e nascentes, acelerando o empobrecimento do solo, e por consequência, os agricultores, que, aliado à falta de investimentos no setor agropecuário foram obrigados a abandonarem suas terras, mudando o eixo da produção do campo para as cidades e fazendo com que a economia passasse a depender cada vez mais do desenvolvimento industrial, concentrando a renda e a população nos grandes centros. Esta concentração, aliada à má distribuição de renda gera os imensos problemas que hoje são enfrentados.

Segundo Ribeiro e Campos (1999) o uso da terra sem um planejamento adequado, empobrece-a, provocando a baixa produtividade das culturas, trazendo como consequência o baixo nível socioeconômico e tecnológico da população rural.

Pinto, Valério Filho e Garcia, (1989) afirmam que para que se possa estruturar e viabilizar o planejamento agrícola, tanto local, como regional, e a implementação de uma política agrícola adequada, são necessárias, informações confiáveis e atualizadas referentes ao uso e ocupação da terra.

O perfeito conhecimento dos recursos naturais (solos, clima, vegetação, minerais de interesse agrícola e relevo) e das características socioeconômicas (população, produção, evolução da fronteira agrícola e uso atual) constitui o embasamento indispensável para a avaliação do potencial de uso das terras necessário para identificação das áreas passíveis de utilização com atividades agrícolas sustentáveis e das áreas que devem ser preservadas (MACEDO, 1998). A partir do momento em que o homem começou a associar estes fatores com o mau uso do solo, surgiu o interesse em entender as causas destas catástrofes e ao mesmo tempo a se pensar numa forma planejada de proteger o solo, bem como sua capacidade produtiva. Desta forma, o planejamento do uso do solo pode ser entendido como um conjunto de técnicas que, quando aplicadas corretamente, protegem o solo, prolongando assim, o seu potencial produtivo.

O uso adequado da terra é o primeiro passo em direção a uma agricultura correta. Para isso, cada parcela de terra deve ser utilizada de acordo com a sua capacidade de sustentação e produtividade econômica, de forma que os recursos naturais sejam colocados à disposição do homem para melhor uso e benefício, procurando ao mesmo tempo preservar estes recursos para gerações futuras (LEPSCH et al., 1991).

O planejamento do uso da terra segundo Ribeiro e Campos (1999) vem se tornando cada vez mais uma importante atividade para o meio rural e urbano. Nesse sentido, o desenvolvimento e o uso da terra de maneira a protegê-la contra a erosão e, visando aumentar gradativamente a sua capacidade produtiva, requer um planejamento inicial, efetivo e eficiente.

O planejamento adequado de utilização de terras para fins agrícolas, segundo Gomes et al., (1993) necessita da manipulação de informações básicas com vistas ao prolongamento de sua capacidade produtiva e racionalidade quanto ao uso e conservação de modo especial, em regiões com limitações severas quanto à utilização de seus recursos naturais.

Segundo Rosa (1993) o conhecimento atualizado das formas de utilização e ocupação do solo tem sido um fator imprescindível ao estudo dos processos que se desenvolvem na região, sendo de fundamental importância, na medida em que os efeitos de seu mau uso causam deterioração do meio ambiente.

Para Bucene e Zimback (2005) caracterizar o solo quanto ao seu potencial agrícola é relevante para o desenvolvimento de uma agricultura racional e adequada às condições ambientais de uma determinada região. Tal caracterização deve ser colocada à disposição dos usuários, em forma de mapa, para auxiliar no planejamento da produção agrícola; sendo que o êxito desse processo, que se inicia com a disponibilidade da informação de solos e finaliza com a formulação de decisões, depende de um nível mínimo de confiabilidade dos mapeamentos, para garantir a qualidade dos dados apresentados e a consequente minimização de erros de planejamento.

Ainda segundo a autora, para se executar o monitoramento de uma região é necessário o mapeamento das áreas em estudo, o qual se constitui instrumento imprescindível para representar as diferentes informações temáticas, as potencialidades naturais relativas ao meio físico e o uso atual do solo.

Segundo Fernandes et al., (2002) a crescente demanda dos recursos naturais e a rápida diminuição global destes, impõe a necessidade de um inventário e planejamento racional da manutenção desses recursos, pois o uso da terra sem um planejamento adequado traz consequências de difícil ou impossível reversão como erosão, perdas de fertilidade do solo, assoreamento de rios, assim provocando a baixa produtividade das culturas, agravando o baixo nível socioeconômico e tecnológico da população rural. Aduzem ainda, que o levantamento do uso da terra numa dada região é de fundamental importância para a compreensão dos padrões de organização de espaço.

Deganutti e Barros (2001) afirmam que o desenvolvimento da agricultura e o uso da terra requerem um cuidadoso planejamento inicial de maneira não somente a protegê-la contra alterações superficiais provocadas pela ação constante dos fenômenos naturais, mas também a desenvolver gradativamente sua capacidade produtiva. Para que o mesmo seja efetivo e eficiente, os planejadores ou aqueles que façam o uso da terra devem ter acesso a informações corretas e detalhadas.

Segundo Campos (2001) o uso adequado do solo exige a utilização de várias técnicas de manejo e conservação do mesmo, sendo também variados os níveis de complexidade apresentados por cada uma. Para o autor, a maioria das áreas de cultivo hoje no Estado de São Paulo sofreu uma consequência de ações que reduziram drasticamente sua capacidade produtiva, e como agente principal do depauperamento das terras pode-se citar a erosão hídrica, sendo que a erosão do solo influencia a produtividade alterando os fatores que a limitam.

O planejamento do uso da terra passa por diversas etapas, dentre as quais a principal é o conhecimento dos solos ocorrentes em um determinado local. Ramalho Filho e Beek (1995) afirmaram que a interpretação do levantamento de solos é uma tarefa de mais alta relevância para a utilização racional deste recurso natural, na agricultura e em outros setores que utilizam o solo como elemento integrante de suas atividades. Assim, segundo estes autores, podem ser realizadas interpretações para atividades agrícolas, classificando-se as terras de acordo com sua capacidade e aptidão para diversas culturas, sob diferentes condições de manejo e viabilidade de melhoramento, através de novas tecnologias.

O conhecimento da deterioração causada no ambiente pelo uso indiscriminado e desordenado dos recursos naturais pode ser obtido através de um levantamento do uso do solo, que segundo Rocha (1978) consiste num completo mapeamento do que existe sobre a superfície terrestre.

O levantamento do uso atual da terra, necessário para fins de planejamento, pode ser obtido a partir da utilização de dados multiespectrais, fornecidos por satélites de sensoriamento remoto, associados às técnicas de interpretação (PEREIRA; KURKDJIA; FORESTI, 1989).

Para Rodrigues (2000) a análise do uso e cobertura do solo, através de informações obtidas pelo sensoriamento remoto, é de grande utilidade ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, além de possibilitar avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação natural. Segundo a autora, o sensoriamento remoto é uma ferramenta de grande valia para auxiliar o homem na caracterização do meio físico, biótico e de áreas submetidas ao processo de antropismo.

2.3. Sistema de Informação Geográfica

Câmara e Medeiros (1998) afirmam que os SIG's são programas computacionais bases do geoprocessamento, os quais permitem análises complexas integrando dados de diversas fontes e montagem de bancos de dados georreferenciados.

Segundo Rocha (2007) SIG é um sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos. A discussão quanto à definição dos termos GIS, SIG o SGI, tem origem na sua criação e persiste até os dias atuais.

Ribeiro e Campos (2004) destacam que a informação geográfica é o conjunto de dados cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Tais dados podem ser apresentados em forma gráfica (pontos, linhas e polígonos), numérica (catálogos numéricos) ou alfanumérica (combinação de letras e números).

Para Eastman (1998) um SIG pode ser definido como um sistema auxiliado por computador para aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos; possuindo basicamente três importantes componentes segundo Piroli, Bolfe e Campos, (2000) onde os mesmos devem apresentar compatibilidade e estarem inter-relacionados. Para que o sistema funcione satisfatoriamente os componentes básicos devem ser: Hardware, Software e um contexto organizacional apropriado.

Segundo Quintanilha (1995) os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) servem-se das mais variadas fontes para a observação e captura de dados e informações, tais como: aerolevantamentos, levantamentos cadastrais, levantamentos via satélites, censos, levantamentos topográficos, etc.

Felgueiras e Erthal (1988) dizem que objetivo principal de um SIG é o de combinar dados de mapas temáticos, imagens de satélite, aerolevantamentos e obter mapeamentos derivados que forneçam subsídios para tarefas como: monitoramento dos recursos ambientais, geração automática de mapas cartográficos, cadastramento rural e urbano, etc.

O desenvolvimento da tecnologia SIG, segundo Petersen et al., (1995) permite o exame de um amplo conjunto de variáveis usualmente consideradas quando do manejo de solo, conduzindo a uma melhor compreensão da maneira pela qual os sistemas de paisagem funcionam e interagem.

Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial (aspectos no meio natural como relevo, solo, clima, vegetação, hidrologia, etc..., e os aspectos sociais, econômicos e políticos, que permitem uma divisão temática em subsistemas que integram um SIG, sendo esses componentes os atributos), sobre a qual atua uma série de operadores espaciais (conjunto de operações algébricas, booleanas e geométricas, utilizadas no cruzamento de dados pelo SIG). Verifica-se que a principal característica dos SIG's é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial. Podem-se estudar outros aspectos mais complexos, como a vizinhança e contiguidade envolvendo áreas extensas (TEIXEIRA; MORETTI; CHRISTOFOLETTI, 1992).

Um Sistema de Informação Geográfica é constituído, segundo Rodrigues, Zimback e Piroli, (2001) por um conjunto de módulos computacionais destinados à aquisição, armazenamento, recuperação, transformação e saída de dados espacialmente distribuídos. Estes dados geográficos descrevem objetos do mundo real sob três aspectos:

- a) seu posicionamento com relação a um sistema de coordenadas;
- b) seus atributos;
- c) as relações topológicas existentes; sendo possível, deste modo, trabalhar com dados dos quais se conhecem a posição geográfica, o valor da característica naquele ponto e a sua estrutura de relacionamento espacial, tais como: vizinhança, proximidade e pertinência, entre objetos geográficos.

A informação geográfica, segundo Câmara e Medeiros (1998) apresenta uma natureza dual: um dado geográfico possui uma localização geográfica, expressa como coordenadas em um espaço geográfico, e atributos descritivos, que podem ser representados num banco de dados convencional. De forma intuitiva, pode-se definir o termo espaço geográfico como uma coleção de localizações na superfície da Terra, sobre a qual ocorrem os fenômenos geográficos. Segundo os mesmos autores, a noção de informação espacial está relacionada à existência de objetos com propriedades, as quais incluem conceitos

topológicos (vizinhança, pertinência), métricos (distância) e direcionais (“ao norte de”, “acima de”).

Para Piroli, Bolfe e Campos, (2000) os dados geográficos são referenciados sobre a superfície terrestre, tomando-se um sistema de coordenadas padrão. Esse sistema de coordenadas pode ser local, quando se trabalha com áreas restritas, ou então, quando nacional ou internacional, adota-se um sistema de coordenadas internacionalmente aceito, como é o caso da projeção UTM (Universal Transverse of Mercator), comumente adotada.

Alves, Vieira, e Andrade (2000) alegam que apesar das diferenças, é possível observar que as definições de SIG's evidenciam três componentes principais:

- a) São sistemas automatizados, ou seja, operados por computadores. Isto implica hardware (que incluem os componentes do próprio computador bem como seus periféricos tais como plotadoras, impressoras, scanners, etc.), software (que são os programas e aplicativos que operam estas máquinas) e procedimentos apropriados (ou seja, técnicas e métodos para implementar as tarefas desejadas);
- b) Foram desenhados para usar dados espaciais, também designados como dados geográficos;
- c) Podem realizar várias operações de manipulação e análise nestes dados. Dados são observações que fazemos ao monitorar o mundo real, sendo coletados como fatos ou evidências, que podem ser processados para adquirirem significado e desta forma tornarem-se informação;

Os autores definem um SIG como sendo um conjunto organizado de equipamentos de computação, programas, aplicativos e dados georreferenciados, projetado para capturar, armazenar, manipular, analisar e apresentar visualmente todas as formas de informações geográficas, para um objetivo, ou aplicação específica, sendo um sistema usado para agregar valor a dados espaciais.

Segundo Tornero (2000) existem cinco formas de entrada de dados num SIG:

- a) Via mesa digitalizadora: é a maneira mais utilizada para a entrada de dados a partir de mapas. A mesa digitalizadora é utilizada para conversão de dados gráficos do formato analógico para o digital, num processo em que os mapas são “redesenhados” pelo operador com o uso de um cursor;

- b) Via teclado: utilizado normalmente para dados não espaciais, que dizem respeito a atributos dos entes de natureza espacial;
- c) Via digitalização ótica: é o processo que a partir de um mapa é produzida uma imagem digital através do movimento de um deflector eletrônico (scanner) que percorre a superfície do mapa;
- d) Via caderneta de campo: realizado por meio de trabalhos de campo com o uso de GPS (Global Positioning System), permitindo a realização de trabalhos de campo com alto grau de acurácia e com registro digital direto;
- e) Via importação de dados digitais: por meio de fitas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), dados digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dentre outros.

De acordo com Rosa (2011) os SIG's possibilitam a realização de diversos tipos de análise espacial, entre as quais se destacam: a sobreposição de mapas de diferentes tipos de dados que pertencem à mesma área; a pesquisa topológica, ou seja, as relações de adjacência, coincidência e conectividade entre entidades espaciais; as operações de buffering, ou delimitação de áreas tampão em torno de uma determinada entidade espacial; as pesquisas monocamada e multicamada, que utilizam um ou mais planos de informação para a realização de consultas, análises de redes e medições de distâncias, áreas e perímetros; as operações de Geoprocessamento, sendo as mais frequentes a junção, dissolução, corte, intersecção e união de elementos que possuem atributos em comum; a modelagem tridimensional, utilizada geralmente para fenômenos contínuos para facilitar a visualização da superfície em diferentes perspectivas; a interpolação, processo matemático através do qual se estima o valor de uma característica em locais onde a mesma não foi medida; e a modelagem cartográfica.

Em seus estudos, Assad et al., (1993) comprovaram o grande potencial de SIG's na integração de dados geocodificados, e que, para pequenas áreas as principais vantagens são a elevada precisão do produto final e a economia de tempo em relação aos métodos tradicionais de análise. E os mesmos autores (1998) afirmam que os planejamentos de manejo e de conservação de solo e água de uma bacia hidrográfica, maior ou menor, ou qualquer outra atividade que envolva análise de dados espaciais georreferenciados, pode ser executada de forma mais precisa e rápida através do uso de um SIG.

Para Sousa, Benevenuto e Sousa Neto (2007) os SIG's se inserem como alternativa aos métodos tradicionalmente utilizados como mapas topográficos, levantamentos de campo e uso de restituidores na execução de mapeamento de APP's, visto que a utilização de metodologias alicerçada na modelagem numérica do relevo e implementada em SIG's, apresenta-se apropriadas a substituição desses métodos, propiciando uma economia de tempo além de melhores resultados.

A grande quantidade e diversidade da informação, boa parte da qual relacionada a uma posição ou área geográfica, exige métodos de integração e análises não convencionais e que permitam reduzir a subjetividade nos resultados das análises efetuados na bacia em foco. Os sistemas de informações geográficas (SIG) permitem integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e forma diversas numa única base de dados, possibilitando a derivação de novas informações e sua visualização na forma de mapas (BURROUGH, 1992; CÂMARA, 1993). Por essas características, representam uma valiosa ferramenta e vêm sendo utilizadas cada vez mais em estudos envolvendo o planejamento e o gerenciamento dos recursos naturais.

Os SIG's são, conforme Calijuri e Rohn (1994) uma excelente ferramenta para investigação de fenômenos diversos, relacionados à engenharia urbana, meio ambiente, pedologia, vegetação e bacias hidrográficas. Além disso, na área ambiental, a tomada de decisões requer um conhecimento multidisciplinar. Desta forma, o computador veio resolver grande parte dos problemas de tempo, mão de obra e da pouca precisão quando o volume de informações é grande (PEREIRA; MADRUGA; HASENACK, 1995).

O desenvolvimento de sofisticados algoritmos e a sua incorporação ao conjunto de funções dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), torna possível o processamento rápido e eficiente dos dados necessários para a caracterização das variáveis morfométricas do terreno, essenciais para a análise das intervenções antrópicas em bacias hidrográficas (OLIVEIRA, 2002).

Oliveira et al., (2007) destacam que a utilização de um SIG para geração e cruzamento de diversos níveis de informações proporciona uma eficiência muito grande, principalmente em agilidade e ganho de tempo.

Para Serigatto et al., (2007) o SIG constitui numa ferramenta importante para tomada de decisão em bacias hidrográficas promovendo e direcionando suas atividades.

2.3.1. Sistema de Informação Geográfica – IDRISI

O Sistema de Informações Geográficas IDRISI, desenvolvido e lançado em 1987, pela Clark University, Massachussets, é baseado na forma raster de representação de dados. Segundo Teixeira, Moretti e Christofolletti, (1992) este sistema apresenta um aspecto importante, que é a possibilidade do usuário escrever programas específicos que possam ampliar a sua gama de aplicações.

Segundo Crósta (1996) o sistema de informação IDRISI permitiu a delimitação, a quantificação e a caracterização das áreas de preservação permanente, dando condições para a obtenção de informações quanto às áreas com uso indevido.

O IDRISI é um SIG com capacidade de capturar, armazenar, recuperar e manipular informações digitais, georreferenciadas, provenientes de imagens, mapas e modelos numéricos do terreno (PIROLI; BOLFE 1998).

Moscoso et al., (1997) afirmam que o SIG IDRISI mostrou-se uma ferramenta adequada para o tratamento de dados necessários para chegar ao mapa de características morfológicas para aptidão de irrigação.

Corseuil (1996) ao analisar a utilização do IDRISI para modelagem numérica de um mapa temático de sítios florestais com a finalidade de visualização tridimensional de camadas de informações em cores e georreferenciadas, obteve resultados significativos, observando a viabilidade do método para o planejamento florestal.

Para Mendonça (1996) o sistema IDRISI, no seu módulo “resample”, demonstrou prover eficazmente o refinamento geométrico de imagens fotográficas. Requerendo para tanto, a definição de um conjunto de pontos de controle com coordenadas de carta e imagem bem identificadas. Sua funcionalidade é realçada por sua compatibilidade com sistemas baseados em microcomputadores.

Para a caracterização da microbacia do Ribeirão Canchim, Rocha Filho e Primavesi (1997) utilizando o SIG IDRISI verificaram boa versatilidade para esta aplicação, tendo o software proporcionado aos técnicos envolvidos no trabalho, os recursos computacionais necessários para o atendimento dos objetivos propostos no projeto de pesquisa.

Calijuri et al., (1994) desenvolveram um trabalho no intuito de implantar o SIG para caracterizar tipos de solo, vegetação, rede hidrográfica, relevo, área alagada e impacta na bacia hidrográfica do Ribeirão e represa do Lobo, situadas nos municípios de Brota e Itirapina, SP. Utilizaram-se neste trabalho, o IDRISI para transformar as informações para base digital. Segundo os autores o uso do IDRISI, além dos aspectos de agilidade, compatibilização de informações de diferentes fontes, serve para implantar um banco de dados informatizado e atualizado, contendo a evolução de eventos no espaço e no tempo, além de permitir que o banco de dados seja permanentemente alimentado e atualizado com novas informações.

Segundo Oliveira et al., (1998) ao estudarem o uso de SIG para diagnóstico ambiental de fragmentos florestais verificaram que o IDRISI demonstrou-se eficaz para diagnosticar, em nível de paisagem, os fragmentos florestais de modo rápido e fácil, a autora ainda relata que uma empresa pode ser traduzido como eficiência no mapeamento dos remanescentes da vegetação nativa, assim como de seus povoamentos, representando uma evolução e ou, revolução para o planejamento espacial do empreendimento como um todo.

Martins et. al., (1998) ao utilizarem o SIG IDRISI para indicação de corredores ecológicos relataram que o SIG mostrou-se eficiente para traçar corredores interligando fragmentos florestais. Informa ainda que áreas com número elevado de fragmentos florestais podem apresentar melhores resultados de interpretação.

2.4. Geoprocessamento

O termo geoprocessamento, segundo Câmara e Medeiros (1998) denota uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Esta tecnologia tem influenciado de maneira

crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. Um sistema de geoprocessamento é, geralmente, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc, devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise. Este conjunto possui como principal ferramenta o Geographical Information System – GIS, ou Sistema de Informação Geográfica – SIG. Essa ferramenta, além do Sensoriamento Remoto, pode ser usada também para monitoramento ambiental.

Geoprocessamento, segundo Silva (1999) é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciada. Nesta definição, o Geoprocessamento só é aplicado após a montagem da base de dados digital.

Segundo Dainese (2001) o geoprocessamento procura abstrair o mundo real, transferindo ordenadamente as suas informações para o sistema computacional. Esta transferência é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado. Estes conceitos são importantes para o usuário que pretende trabalhar com esta tecnologia. Um sistema de geoprocessamento é, geralmente, destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc., devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise. O geoprocessamento procura abstrair o mundo real, transferindo ordenadamente as suas informações para o sistema computacional. Esta transferência é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado.

Ainda segundo a autora, com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos, vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome Sistema de Informação Geográfica é muito utilizado e, em muitos casos, é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados, enquanto que um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e montagens de superfícies. Para que o SIG cumpra suas finalidades, há a necessidade de dados. A aquisição de dados em geoprocessamento deve partir de uma

definição clara dos parâmetros, indicadores e variáveis que serão necessários ao projeto a ser implantado. Deve-se verificar a existência destes dados nos órgãos apropriados (IBGE, Prefeituras, concessionárias e outros). A sua ausência implicará num esforço de geração que dependerá de custos, prazos e processos disponíveis para aquisição.

Segundo Moreira (2001) o geoprocessamento tem sido empregado numa gama muito grande de aplicações em diversas áreas da Ciência, dentre elas: a Cartografia, a Geografia, a Agricultura e Floresta, Geologia, etc; tendo contribuído para estudos de planejamento urbano e rural, meios de transportes, comunicações, energia. As ferramentas utilizadas para realizar o Geoprocessamento compõem um conjunto denominado de Sistema de Informações Geográficas (SIG), às vezes chamado GIS, do Inglês Geographic Information System.

Câmara, Monteiro e Medeiros (2004) dizem que geoprocessamento é uma tecnologia interdisciplinar que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ou ainda, que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA; DAVIS, 2004).

Dentro desse panorama, Bucene e Zimback (2005) relatam que o geoprocessamento se coloca como um importante conjunto de tecnologias de apoio ao desenvolvimento da agricultura, porque permite analisar grandes quantidades de dados georreferenciados, independentemente de serem estatísticos, dinâmicos, atuando de maneira isolada ou em conjunto. Mais do que isto, o geoprocessamento permite o tratamento desses dados, gerando informações e possibilitando soluções através de modelagem e simulações de cenários.

Por acréscimo, Brites et al., (1998) dizem que o geoprocessamento vem se tornando uma ferramenta importante para a execução de projetos relacionados à área de meio ambiente.

Segundo Vestena e Thomaz (2006) o geoprocessamento pode fornecer a identificação das condições das matas ciliares, preservadas ou não preservadas, com informações que fundamentam a tomada de decisões no que se refere à reposição e recuperação das mesmas, além de subsidiar ações por parte dos órgãos ambientalistas fiscalizadores, além de constituir como ferramenta imprescindível e essencial para o levantamento e monitoramento dos aspectos ambientais, auxiliando no gerenciamento dos estudos de dinâmica da paisagem, em ações fiscalizadoras, e mesmo de sensibilização ambiental.

2.5. Bacias hidrográficas

A água, conforme reconhecemos cada vez mais, é um elemento valioso e essencial à vida. Trata-se de um recurso natural, cujo preço é cada vez mais elevado. A piora da qualidade e a pouca eficiência na sua utilização e dos recursos hídricos no planeta, principalmente no setor agroindustrial, tem exercido uma grande pressão sobre estes, o que diminui a sua disponibilidade para grande parte população mundial (FERREIRA et al., 2007).

Monteiro (2003) destaca que a água é um recurso renovável que se encontra no meio ambiente de forma dinâmica, sendo condicionada por vários fatores e denominada como ciclo hidrológico. É considerada de fundamental importância para a sobrevivência dos seres vivos; e o homem, como um ser racional e consumidor deste recurso natural, empenha-se em estudá-la com rigor para compreender suas peculiaridades e também mensurar sua ocorrência.

A definição da bacia hidrográfica como unidade hidrológica é unânime entre os profissionais que trabalham com recursos hídricos. Dessa forma, as bacias hidrográficas são unidades onde se procura estudar o ciclo da água e as interferências do homem sobre esse ciclo. Uma bacia hidrográfica pode ser definida, ainda, como área total de drenagem na qual alimenta uma determinada rede hidrográfica, ou ainda, um espaço geográfico de sustentação dos fluxos d'água de um sistema fluvial hierarquizado. Pode ser definida também como a área fisiográfica drenada por um curso ou um sistema de cursos

d'água conectados, que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água comum (BRASIL, 1987).

A bacia hidrográfica, dentro de uma visão integrada, deve ser a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento regional sustentável, pois os impactos ambientais podem ser mensurados e corrigidos mais facilmente. Assim, a água vem a ser um elemento integrador dos fenômenos físicos (ARAÚJO; TELES; LAGO, 2009).

Para Silveira (1993) a bacia hidrográfica é um sistema físico, cuja entrada é representada por volume de água precipitado e a saída por volume de água escoado, considerando-se perdas toda água que sai do sistema por evaporação, transpiração e infiltração para o subterrâneo.

Os programas de gerenciamento de bacias hidrográficas visam promover a proteção da água, do solo, de outros recursos naturais essenciais à sustentabilidade da atividade econômica e ao controle da degradação ambiental e à equidade social (LANNA, 1995). O conhecimento das características físicas, ambientais e, socioeconômicas da área é indispensável a esse propósito, e geralmente requer a coleta, a análise e a manipulação de um grande número de informações de diferentes tipos e origens como solos, clima, cursos d'água, vegetação, uso atual e potencial, localização de áreas urbanas, ferrovias, estradas, população e outros.

Para a preservação dos recursos hídricos se faz necessário à preservação da mata ciliar. Esta é de suma importância para o nível de qualidade da água, pois proporciona a diminuição dos processos de erosão e assoreamento no leito e margem dos rios, o aumento da infiltração das águas provenientes das chuvas para o abastecimento dos lençóis freáticos e a regularização da vazão das águas superficiais pela redução da sua velocidade de escoamento, além de dificultar o despejo de lixo e esgoto nos cursos de água e obstar que os agrotóxicos das lavouras sejam levados pelas águas da chuva aos mesmos, mantendo assim o solo e as águas protegidos (VESTENA; THOMAZ, 2006).

Qualquer estudo de vegetação exige relacioná-la a uma unidade espacial, com a finalidade de efetuar a mensuração e o diagnóstico. A unidade espacial escolhida depende do objetivo do próprio estudo e podem variar desde divisões políticas, como limites municipais, delimitações legais como parques e reservas, até unidades naturais,

como regiões ecoclimáticas. Por representar uma unidade do espaço geográfico fisicamente bem definida, a bacia hidrográfica vem sendo cada vez mais utilizada como unidade de planejamento e gestão territorial, sobretudo no gerenciamento ambiental (LANNA, 1995). Uma bacia hidrográfica pode ser definida como área total de drenagem que alimenta uma determinada rede hidrográfica, ou ainda, um espaço geográfico de sustentação dos fluxos d'água de um sistema fluvial hierarquizado. Pode ser definida também como a área fisiográfica drenada por um curso ou um sistema de cursos d'água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água comum (BRASIL, 1987).

A bacia hidrográfica apresenta características definidas, tais como área, forma, tipo de drenagem, tipos de solo e rocha, formas e extensões de relevo, variação e dimensão das classes de declividade, uso e ocupação do solo. O reconhecimento e a análise destas características são fundamentais para o gestor ambiental e para o desenvolvimento de projetos de qualquer natureza (MONTEIRO, 2003).

O escoamento superficial em uma bacia hidrográfica é um dos componentes mais importantes como indicador da adequabilidade do sistema de manejo daquela bacia. Ele ocorre a partir do momento em que a intensidade de precipitação supera a capacidade de infiltração do solo. O escoamento superficial está diretamente relacionado com as precipitações que ocorrem em uma bacia hidrográfica, com as características físicas da mesma e com a cobertura vegetal do terreno. Dados morfométricos ou fisiográficos definem uma série de parâmetros relacionados com o comportamento hidrológico das microbacias. Existe uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e as características físicas, sendo, portanto, de grande utilidade prática o conhecimento destes elementos (SALGADO et al., 2009).

As bacias hidrográficas, tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais sofrem grandes alterações, especialmente, pela impermeabilização excessiva do solo, que gera mudanças na vazão dos cursos de água, redução das áreas de infiltração das águas pluviais, escoamento superficial mais rápida, aumento na frequência de enchentes, que acabam por sua vez, prejudicando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos e, conseqüentemente, as condições de vida da população (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2009).

Segundo Moraes et al., (1997) uma microbacia hidrográfica representa uma unidade geográfica com características ideais para o planejamento do uso e manejo integrado de seus recursos naturais renováveis. Moraes (1997) diz que planejamento da ocupação da bacia hidrográfica é uma necessidade numa sociedade com usos crescentes da água, a qual tende a ocupar espaços com riscos de inundação, além de danificar o seu meio. A tendência atual envolve desenvolvimento sustentado de bacia hidrográfica, que implica no aproveitamento racional dos recursos, com o mínimo dano ao ambiente.

A bacia hidrográfica se configura atualmente como umas das principais unidades de gerenciamento territorial que dispomos nas atividades agrossilvipastoris, sendo modelada pelas condições geológicas e climáticas locais. Entretanto, em função do desenvolvimento da sociedade, cada vez mais, as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia. Tais alterações e o padrão espacial do uso e cobertura do solo têm importantes efeitos sobre a produção e transporte de sedimentos (VANACKER et al., 2005).

Para Barroso (1987) no manejo de bacias hidrográficas onde as áreas já estão todas em regime de exploração, a grande dificuldade do planejador é conciliar a conservação dos recursos naturais com a exploração econômica desenfreada. Outra dificuldade está em que a bacia hidrográfica, na maioria das vezes, está ocupada por minifúndios. Além disso, os proprietários são pouco sensíveis aos aspectos da conservação da água, solo e demais recursos naturais, pois o tamanho da propriedade dificulta medidas de conservação ou mesmo as inviabiliza quando significa sobrevivência.

Rocha (1991) diz que para corrigir o meio ambiente deteriorado, é necessário gerenciar as unidades de planejamento: naturais (bacia hidrográfica e a região fisiográfica) e políticas (propriedade rural, Município e Estado). Aconselha a começar a recuperação do meio ambiente pelas bacias hidrográficas, que subdivididas em sub-bacias e microbacias, têm mostrado grande eficiência em trabalhos de campo.

2.5.1. Manejo de bacias hidrográficas

O manejo integrado de uma bacia hidrográfica refere-se às partes técnicas e científicas usada na montagem e na execução de um projeto integrado conforme relatam (ERBA; ROCHA, 1992) sendo o único caminho a ser seguido para a recuperação do meio ambiente das microbacias em estudo, conduzindo ao equilíbrio do ecossistema dessa região degradada.

O manejo das bacias hidrográficas visa recuperar a bacia, regularizando o seu fluxo de água, diminuindo a erosão e, por conseguinte o assoreamento do rio principal e seus afluentes, fornecendo água de boa qualidade e em abundância para irrigação, principalmente na época de estiagem. A erosão, consequência do desmatamento depredatório, desequilibra o ecossistema causando prejuízos irreversíveis a curto e médio prazo. A recuperação ecológica da bacia somente é possível através do seu manejo correto e planejado, conforme Rocha (1986).

Segundo Porto (1984) desde o início do trabalho das primeiras agências conservacionistas, em 1952, até os dias atuais, as atividades de conservação do solo e água tem-se desenvolvido apenas em nível de propriedade. Isto é, são realizados estudo, planejamento, locação, construção, manejo e manutenção de práticas nas lavouras e pastagens da propriedade rural isolada, como uma unidade completa e independente das demais vizinhas e da região. A partir de 1980, foram iniciadas atividades ao nível de bacias hidrográficas em 9.500 ha das terras das microbacias hidrográficas do Arroio Itaquarinchim, no município de Santo Ângelo. Aí já não se considerava a propriedade rural como uma unidade isolada, mas como de um todo, que é a bacia.

Brasil (1987) salientou que degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo assustadoramente, atingindo, hoje níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos cursos e dos espelhos d'água, com prejuízos para a saúde humana e animal, na destruição de estradas, de pontes e bueiros, na geração de energia, na disponibilidade de água para irrigação e abastecimento, na redução da produtividade agrícola, na diminuição da renda líquida e, conseqüentemente, no empobrecimento do meio rural, com reflexos danosos para a economia nacional.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1990) os trabalhos em microbacias pretendem integrar os interesses de todos os segmentos da sociedade em termos de abastecimento, saneamento, habitação, lazer, proteção e preservação do meio ambiente, produtividade, elevação da renda e bem estar de toda a comunidade, sendo feito em etapas, iniciando-se com a identificação das microbacias existentes no município, com um diagnóstico de sua situação, com um perfil socioeconômico do município e de sua comunidade, e com a seleção das microbacias a serem prioritariamente trabalhadas.

O planejamento e o gerenciamento integrado da bacia hidrográfica devem proporcionar uma visão abrangente de planejamento, incluindo políticas públicas, tecnológicas e de educação, com o intuito de promover um processo de longo prazo com participação de usuários, autoridades cientistas e do público em geral, além das organizações e instituições públicas e privadas (NASCIMENTO et al., 2005).

Segundo Valente e Castro (1981) o manejo de bacias hidrográficas engloba todos os tratamentos que venham a sofrer os recursos naturais da bacia hidrográfica, visando assegurar o máximo suprimento de água em quantidade e qualidade, dentro de princípios técnicos e econômicos. No tocante a qualidade de água envolve o estudo de todos os recursos da bacia, que de um modo ou de outro, venham a alterar as condições requeridas para um uso específico.

Kosarik e Lima (1973) conceituam manejo de bacias hidrográficas como sendo o conjunto de ferramentas técnicas de que se dispõe para o controle ou a amenização das consequências negativas resultantes de atividades de uso da terra pelo homem. Segundo esses autores, um plano de manejo de bacias hidrográficas abrange três etapas: Recuperação: torna-se necessário o emprego de diversas técnicas de manejo para a recuperação de áreas deterioradas. Proteção: áreas que não tenham sido materialmente alteradas pela atividade do homem, devem receber proteção para que permaneçam nesse estado natural. Melhoramento do regime hidrológico: requer o uso de técnicas como o manejo de áreas florestais, de pastagens e de cultivos, visando garantir o potencial hidrológico da região.

O manejo de uma bacia consiste no conjunto de atividades técnicas diretas (projetos) e indiretas (curso de capacitação), capazes de aproveitar e conservar os recursos naturais, em busca de um equilíbrio entre os fatores sociais, econômicos e ambientais.

Para o alcance do manejo é necessário desenvolver a capacidade de gestão de todos os níveis hierárquicos que se relacionam com a bacia (FAUSTINO, 2005).

O sistema de monitoramento de bacias hidrográficas permite uma avaliação contínua e eficiente do complexo ambiental. É também um instrumento útil para a administração e tomada de decisões sobre o ambiente, uma vez que está baseada em fatores ecológicos mutáveis. Depois de analisados os dados, a unidade de amostra deverá ser classificada de acordo com a deficiência ecológica que apresentam, para se ter uma ideia, tanto do estado atual da bacia, como um todo, como das parcelas em separado. Desta forma, será mais fácil visualizar as decisões mais urgentes a serem tomadas em cada parcela, evitando-se que se chegue a um desequilíbrio catastrófico na área abrangida pela bacia hidrográfica, citado por Soares, Hosokawa e Mulle (1985).

Silva e Carneiro (1976) ressaltam que qualquer estudo sobre manejo de bacias hidrográficas, deve levar em consideração a relação existente no trinômio solo-água-planta, pois seu bom conhecimento leva ao principal objetivo do manejo de uma bacia hidrográfica que é aumentar o escoamento subterrâneo e, diminuir ao máximo, o escoamento superficial.

Conforme Merten et al., (2011) “uma bacia hidrográfica é formada por três diferentes compartimentos: a bacia vertente, o ambiente ciliar que, em muitos casos, é inexistente, e a calha fluvial que drena o fluxo de água (vazão) e os sedimentos produzidos nessa bacia”.

O manejo integrado de bacias hidrográficas é uma proposta educativa e corretiva para recuperar o meio ambiente deteriorado, sugerindo as alternativas mais viáveis para a proteção e preservação da natureza, bem como para melhorar a qualidade de vida humana e das comunidades, permitindo assim o uso dos recursos naturais cientificamente, conforme Rocha (1991).

Para Lima e Zakia (2001) as zonas ripárias, ou seja, as áreas que margeiam os corpos d’água e que contém as matas ciliares são fundamentais para a manutenção da integridade das microbacias, uma vez que atuam de maneira direta na manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

Conforme Rocha (1991) a atividade biótica pode ser estudada também através de parâmetros, como erosão, empobrecimento do solo, vegetação, qualidade e quantidade de água, e qualidade de vida.

2.5.2. Análise de parâmetros físicos em bacias hidrográficas

No Brasil os estudos morfométricos e físicos das redes de drenagem foram desenvolvidos por (FRANÇA, 1968) o qual mostrou que bacias de 3º e 4º ordens de ramificação possuíam características morfométricas que refletiam a influência do solo sobre o desenvolvimento do sistema de drenagem. O mesmo autor também desenvolveu estudos onde mostrou que o sistema de drenagem depende da relação infiltração/deflúvio das águas das chuvas que também é influenciado pelo solo.

As características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância em seu comportamento hidrológico, existindo uma estreita correspondência entre regime hidrológico e estes elementos, sendo de grande utilidade prática o seu conhecimento. Estas relações podem determinar indiretamente valores hidrológicos em seções ou locais de interesse, nos quais faltem dados ou em regiões onde, devido a fatores de ordem física ou econômica, não seja possível a instalação de equipamentos de medição (VILLELA; MATTOS, 1975).

Tais parâmetros são realizados geralmente com base em informações extraídas de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e, quando necessário, informações obtidas em campo. Basicamente são áreas, comprimentos, declividades e coberturas do solo medidas diretamente ou expressos por índices (TUCCI, 1997).

2.5.2.1. Declividade Média

Nogueira (1996) diz que variações do relevo influenciam na distribuição das forças climáticas, como energia, água meteórica, nutrientes de plantas e vegetação, variando condições para atividade orgânica, exposição da fauna e flora ao solo

direto a luz do sol e misturando o solo mineral e material orgânico por ação de animais. O relevo influencia também, a exposição do solo ao vento, precipitação, a neve, o gelo, as condições para drenagem natural, incluindo profundidade de infiltração da água, escoamento, erosão e ainda acumulação e depósito pelo vento.

Morais (1997) recomenda que as microbacias com declividade média de 15%, devem ser reflorestadas até 25% e 50% de cobertura florestal respectivamente. Para combater o processo de erosão dos solos e permitir a sua conservação é recomendável manter o solo recoberto por vegetação ou quebrar a velocidade do escoamento utilizando técnicas de cultivo em curvas de nível, seja seguindo as cotas altimétricas na hora da semeadura, seja plantando em terraços.

Piroli et al., (2002) comentam que a velocidade do escoamento da água no terreno está diretamente ligada a densidade da cobertura vegetal e a declividade do terreno. Em terrenos com cobertura a velocidade de escoamento é baixa, pois a água encontra obstáculos (raízes, ramificações, folhas) o que diminui a velocidade de seu deslocamento, contribuindo na maior infiltração no solo.

Weber (1993) evidencia um aspecto significativo ao afirmar que todo o ciclo de vida depende do equilíbrio dos ecossistemas, e as florestas tem importância fundamental na manutenção deste equilíbrio: abastecendo os lençóis freáticos, amenizando os efeitos erosivos sobre o solo, refugiando animais silvestres, sendo fonte de energia para a população (lenha, carvão,...), entre muitas outras importâncias.

Além disso, a cobertura vegetal é de fundamental importância para a conservação do solo contra os agentes erosivos como hídrica e a erosão eólica.

Fuchs (1986) discorrendo sobre a influência do relevo nas formas de ocupação humana, comenta que o solo, elemento básico da agricultura, não é somente o suporte fundamental sobre o qual se fixam plantas, como também é fonte de nutrientes para as mesmas. Este solo, quando não for bem manejado, está sujeito a fenômenos de pauperização, e estes dependem não somente das condições naturais em que se encontra o solo, como cobertura vegetal e topografia, mas também do manejo que vem sendo dispensado, como distribuição da cobertura vegetal, desmatamento não racional ou uso intensivo com a agricultura em locais muito declivosos.

Villela e Mattos (1975) confirmam que a declividade tem importância fundamental na velocidade de escoamento superficial e, portanto, fortes implicações no processo de erosão dos solos.

Segundo Rocha (1991) e Horton (1914), a declividade média (H) de uma bacia hidrográfica é calculada pela expressão:

$$H = 100 \times D \times L/A$$

Onde: H = Declividade média da bacia em %;

D = Equidistância vertical das curvas de nível em km;

L = Comprimento total das curvas de nível da bacia em km;

A = Área total da bacia em km².

Rocha (1991) relata que o grau de erosão dos solos é função da declividade média, que determina maior ou menor velocidade de escoamento da água pluvial sobre a superfície, associada à cobertura vegetal, ao tipo de solo e do tipo de uso da terra, obtida para cada bacia.

Para Averbeck e Santos (1989) a variação na declividade pode implicar em variações do tipo de solo.

A declividade média foi a mais eficiente das características do relevo estudadas, segundo Lima (1987) estudando os parâmetros do relevo na individualização de três unidades do solo.

Silva e Piedade (1993) estudando a análise do relevo de uma bacia hidrográfica através da curva de distribuição percentual da superfície em função de suas declividades parciais, a declividade média de uma bacia hidrográfica, mesmo sendo uma média ponderada, conforme Horton (1914) não garante que a maior parte de sua superfície tenha esta declividade, pois uma bacia hidrográfica menos declivosa pode apresentar declividade média maior que uma bacia mais declivosa.

Segundo Cardoso et al., (1993), estudando a expressão da eucaliptocultura em Botucatu – SP e sua relação com classes de declividade, os povoamentos florestais de eucalipto se situam, em média, em locais de declividade inferior a 15%, sendo

raros aqueles que ocupam regiões de topografia acidentada, o que contraria a premissa de que o plantio de eucalipto, em especial, pequenas áreas para fins domésticos, objetivam cobrir regiões de declividade inadequada para a agricultura.

De acordo com Angulo Filho (1986) a declividade média foi um dos índices de relevo eficiente na discriminação de três solos: Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho e Litossolo.

O IBDF- MA (1973) já utilizava a classificação de solos, quanto à declividade e mecanização agrícola, abaixo:

0 - 5%.....	Relevo plano
5 - 14%.....	Relevo levemente ondulado
14 - 26%.....	Relevo moderadamente ondulado
26 - 46%.....	Relevo ondulado
>46%.....	Relevo fortemente ondulado

Herz e De Biasi (1989) utilizavam os critérios abaixo para o uso do solo em relação à declividade:

Menos 5%.....	Uso agrícola
5 - 12%.....	Limite para mecanização agrícola
12 - 30%.....	Limite par uso urbano
30 - 47%.....	Florestas de corte
47 - 100%.....	Florestas de manejo
>100%.....	Florestas de preservação

A classificação e o mapeamento da declividade do terreno são elementos indispensáveis nos levantamentos de uso da terra, constituindo-se num elemento de suma importância no condicionamento de sua potencialidade de utilização, segundo Marques (1971).

Para Silva e Piedade (1993) o conhecimento e a representação detalhada do relevo de uma área constituem-se em elementos indispensáveis ao planejamento das atividades agropastoris, à elaboração de projetos de engenharia, ao levantamento e conservação de solos, aos estudos hidrológicos, etc.

Segundo Mota (1981) a declividade do terreno contribui para o escoamento das águas das chuvas sendo que, quanto maior for o trecho em declive, menor será o escoamento das águas pela superfície e, conseqüentemente, maior será a possibilidade de erosão, vindo a concordar com Amaral e Audi (1972) que afirmam que o relevo é considerado um dos mais importantes critérios de fotopedologia. Juntando-se a fatores climáticos e pedológicos, o relevo comanda a capacidade de infiltração, além de determinar o tipo de escoamento superficial.

Para Politano (1978) o relevo apresenta relações diretas com as condições de profundidade do perfil, susceptibilidade à erosão, drenagem, etc.

O conhecimento da declividade de um solo pode ser obtido de diversas maneiras, em campo e em laboratório, para estudos geológicos, hidrológicos, pedológicos, etc. A declividade pode ser obtida a partir de fotografias aéreas verticais para fins de estudos geológicos (AVERY, 1962) e a partir de cartas planialtimétricas (COELHO, 1973).

Marchetti e Garcia (1978) estudando o relevo para obtenção de informações sobre o uso do solo concluíram que a declividade é um dos elementos mais importantes no estudo de relevo, sendo as cartas planialtimétricas materiais básicos para esse fim. O mau uso da terra reflete-se na situação da pobreza regional, que gera danos que são agravados por causa do relevo acidentado, que trás empobrecimento contínuo por erosão dos solos pouco protegidos, e o assoreamento dos rios e reservatórios d' águas, conforme Mello Filho e Rocha (1992). Esses mesmos autores constataram nesse estudo sobre o diagnóstico físico conservacionista da sub-bacia hidrográfica do rio Sesmaria, em Resende - RJ, que algumas microbacias estudadas apresentaram menos de 5% de cobertura florestal, mesmo com declividades muito acentuadas.

O grau de erosão dos solos é função da declividade média, que determina maior ou menor velocidade de escoamento da água pluvial sobre a superfície, associada à cobertura vegetal, ao tipo de solo e do tipo de uso da terra, obtida para cada bacia, segundo Rocha (1991).

Para Averbeck e Santos (1989) a variação na declive pode implicar em variações do tipo de solo.

Bollmann e Marques (2001) em estudo na microbacia do Rio das Cachoeiras encontrou a declividade media de 5,5 %, terreno suave e bacia conservada e sem

riscos a erosão, o que confirma os mesmos autores que, quanto maior for o percentual de declividade mais susceptível será a área a erosão.

2.5.2.2. Densidade de drenagem

Rocha (1997) informa que o cálculo da densidade de drenagem é o somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários de uma bacia hidrográfica, e quando se compara duas ou mais microbacias, elas podem apresentar valores pequenos ou grandes. O valor de densidade de drenagem pequeno mostra que o solo é muito permeável, rochas resistentes, com cobertura vegetal densa e relevo relativamente suave. Já, para os valores de densidade de drenagem grande, isto significa solos impermeáveis, com rochas pouco resistentes, pequena cobertura vegetal e relevo acidentado.

Segundo Ray (1963) e Smith (1950) a rede de drenagem será tanto mais desenvolvida quanto mais elevados forem os valores de densidade de drenagem.

Para Horton (1945), os valores de densidade de drenagem são influenciados pelo relevo da bacia. Ray (1963) destaca que a densidade de Drenagem num dado ambiente climático aumenta à medida que diminui a resistência à erosão dos materiais

De acordo com França (1968), Fadel (1972) e Marchetti (1969), os solos menos resistentes à erosão apresentam maiores valores para densidade de drenagem. Enquanto para Lueder (1959), e Ray e Fischer (1960), o valor da densidade de drenagem será baixo quanto mais alta for a permeabilidade do solo e da rocha subjacente.

A densidade de drenagem é um parâmetro importante na análise das bacias hidrográficas, pois o seu cálculo define a representação da topografia destas. Por outro lado, apresenta relação inversa com o comprimento de rios e a medida que aumenta a densidade de drenagem, há uma diminuição quase que proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem, segundo Strahler (1957).

Christofolletti (1969) observando a influência do relevo na densidade de drenagem, constatou que em áreas de relevo mais movimentado, a densidade era maior que as de relevo suave. Por outro lado, o aumento da densidade do terreno, em termos de valores,

provocam aumentos nos valores de textura topográfica e densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Horton (1945) densidade de drenagem é a relação entre o comprimento total de segmentos de rios (Lwt) de uma bacia hidrográfica e sua respectiva área (A). Enquanto, que para Christofolletti (1980) e Mello Filho e Rocha (1992) a densidade de drenagem (Dr) é a relação entre o somatório dos comprimentos das ravinas (R), canais (C) e tributários (T) em quilômetros e a área (A) da microbacia em hectares, dado pela seguinte expressão abaixo:

$$Dd = \Sigma l (R, C, T) / A$$

Onde: Dd = Densidade de drenagem em Km/ha ou km/km²;

$\Sigma l (R,C,T)$ = Somatório dos comprimentos das curvas das ravinas, canais e tributários em km;

A = Área da microbacia em ha ou km².

2.5.2.3. Coeficiente de rugosidade

Rocha (1991) conceitua Coeficiente de Rugosidade como o parâmetro que direciona o uso potencial da terra, com relação às suas características para agricultura, pecuária ou reflorestamento. Constitui-se em um valor obtido pelo produto do índice de densidade de drenagem pela declividade média da unidade de estudo, que em geral é a microbacia. Quanto maior for esse valor, maior será o perigo de erosão e de suas danosas e contínuas consequências.

De acordo com Mello Filho e Rocha (1995) o coeficiente de rugosidade é o parâmetro que direciona o uso potencial das terras. Quando a prática de uso da terra, encontrada no campo, contraria a destinação recomendada a partir do coeficiente de rugosidade, fica configurado o conflito. As áreas de conflito produzem maiores danos ambientais e geram menor produtividade

O coeficiente de rugosidade, ou Ruggedness Number, tem a finalidade de classificar as terras do tipo: A (terras agrícolas), B (terras pastoris), C (terras pastoris e florestais) e D (terras florestais). Sendo os menores valores de RN correspondentes, naturalmente, às terras agrícolas. O RN é também um dado importante para a vazão superficial de um terreno: quanto maior o seu valor, mais propício é o terreno à erosão (ROCHA, 1976).

De Christo (1989) propõe um novo método para elaboração do diagnóstico físico conservacionista de uma bacia hidrográfica, pois analisando os conflitos existentes entre o uso atual da terra e o coeficiente de rugosidade, os métodos tradicionais na elaboração do diagnóstico físico conservacionista de uma bacia hidrográfica analisam simplesmente os conflitos detectados entre o uso atual da terra e a capacidade de uso das terras.

Segundo Rocha (1976), as classes de coeficiente de rugosidade mostram uma equivalência com as previstas no Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra.

Rocha (1976), Carneiro e Carvalho (1974) e Barroso (1987), estudaram o coeficiente de rugosidade como método ideal para classificação e determinação da capacidade de uso da terra. Recomendam para fim de manejo de bacias hidrográficas, a análise dos conflitos entre o coeficiente de rugosidade e o uso atual da terra.

Rocha (1991) propôs a classificação do uso das terras rurais de acordo com o parâmetro ambiental Coeficiente de Rugosidade.

Segundo Carneiro (1976) o coeficiente de rugosidade parece ser um parâmetro útil para estudos hidrológicos, visto que o deflúvio potencial de uma sub-bacia guarda estreita relação com o seu RN, maior será o deflúvio potencial da mesma.

Os parâmetros ambientais utilizados para o diagnóstico das condições físico-conservacionistas, o coeficiente de rugosidade mostra-se eficaz por constituir-se em índice desenvolvido a partir de dois dados fundamentais, e possíveis de se obter através da interpretação de aerofotograma e de imagens orbitais, como a densidade de drenagem e a declividade média de microbacias hidrográfica, a unidade básica de análise e de manejo (MELLO FILHO; ROCHA, 1995).

Segundo Giotto, Kirchner e Madruga (1992), com a finalidade de averiguar o uso potencial da terra e determinar áreas de conflito, foram determinados os coeficiente de rugosidade (RN) das microbacias contidas na sub-bacias do Arroio Grande, de acordo com a metodologia por Rocha (1989).

De acordo com Mello Filho e Rocha (1994) para o estudo da bacia hidrográfica do Rio Sesmaria, em Resende - RJ utilizou-se a densidade de drenagem, declividade média e coeficiente de rugosidade. Este último foi empregado como indicador determinante da aptidão de uso da terra. Os valores de declividade média foram utilizados como parâmetros básicos a definir o índice mínimo de cobertura florestal para cada microbacia.

2.5.2.4. Índice de forma

Indica o grau de susceptibilidade a enchentes e erosões em uma microbacia hidrográfica. Segundo Rocha (1991) quanto menor o valor, mais próximo de uma determinada figura geométrica estará à forma da microbacia. Formatos triangulares e retangulares são menos susceptíveis que as circulares, as ovais ou as quadradas.

De acordo com Ler e Sales, citados por Souza (1977) o índice de forma é a relação entre a área englobada simultaneamente pela figura geométrica considerada e a microbacia, com a área total que pode ser a da microbacia e/ou da figura geométrica, ou seja:

$$If = 1 - \{(A \cap L)/A\}$$

Onde: A = Área da microbacia em ha;

L = Área da figura geométrica envolvente com forma mais próxima possível da forma da microbacia em ha.

Nesse método, são escolhidas as figuras geométricas que mais se aproximam do formato da microbacia e a figura que resultar menor valor para If, indicará a forma da bacia. As microbacias com formato retangular ou triangular são menos susceptíveis a enchentes que as circulares, ovais ou quadradas, que tem maiores possibilidades de chuvas

intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água ao tributário principal.

Este parâmetro vai indicar a propensão de uma bacia hidrográfica à ocorrência de enchentes. As bacias com valores de fator de forma baixo são menos sujeitas a enchentes do que uma bacia de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma. Isso se deve ao fato de que uma bacia estreita e longa, com fator de forma baixo não ter a possibilidade de ocorrências de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão. A inferência deste valor se dá através da largura média pelo comprimento axial da bacia. Este fator relaciona a forma da bacia com retangulares (CARDOSO, 2002).

2.5.2.5. Índice de circularidade

O índice de circularidade, segundo Miller (1953), citado por Christofletti (1974) é a relação entre a área da microbacia em hectares (A) e a área do círculo de perímetro igual ao da microbacia considerada em hectares (Ac).

$$I_c = A / A_c$$

O autor relata que a microbacia terá a forma circular quando I_c for 1 e quanto maior for I_c , na comparação entre microbacias, mais próximo estará a microbacia de formato circular e maior será o perigo de enchentes, uma vez, que haverá maior concentração de água no tributário principal, quando se tem chuvas intensas cobrindo toda sua extensão. Nestes casos, as bacias devem ser mais protegidas em cobertura florestal e conservação do solo.

2.6. Conflitos de uso do solo

Para Rocha (1990) conflitos ambientais são os erros cometidos pelo homem ao usar o meio ambiente, como por exemplo: fazer cultivos agrícolas em solos

impróprios, lançar dejetos diversos diretamente nos rios e lagos, explorar minas sem estar conforme um Projeto de Recuperação Ambiental aprovado pelos órgãos competentes.

Klamt et al., (2000) observaram que o estudo do conflito de uso de solos da bacia do Aroe Cascalho, Portão (RS), indica que 67% da área da bacia está sendo subutilizada, pois apresenta aptidão (restrita) para culturas anuais e está sendo usada para reflorestamento; 19% é utilizada de acordo com a aptidão de uso e 8,4% super utilizada, chegando-se a extremos da utilização com culturas anuais de áreas cuja aptidão é preservação permanente.

Mello Filho e Rocha (1994) alertaram que os conflitos podem acontecer em duas situações: quando o tipo de uso da terra contraria a destinação recomendada a partir do coeficiente de rugosidade, ou quando o uso atual da terra, mesmo que coincida com o indicado pelo coeficiente de rugosidade, subestime o potencial da terra, com baixa produtividade por técnicas inadequadas, ineficientes ou condenáveis.

2.7. Degradação ambiental

Miranda (1990) relata que a grande dinâmica espaço-temporal da agricultura brasileira, fruto de sua expansão e modernização, tem gerado problemas ambientais de natureza e magnitude inéditos.

A constante e crescente contaminação das águas brasileiras fruto da má utilização e preservação inadequada dos recursos naturais tem provocado a poluição destas, outrora límpidas, podendo inclusive já ter atingido o lençol freático, inviabilizando assim a sua utilização, tanto para uso da irrigação na agricultura como para o abastecimento urbano. Essas águas podem estar transportando solos carregados pelas chuvas, que já foram adubados e calcareados a custos altíssimos, no limite dos agricultores (ASSAD et al., 1993).

A degradação e a poluição dos recursos naturais podem ser modificadas através da implantação de um programa racional de utilização e manejo desses recursos, principalmente do solo, da água e da cobertura vegetal, com a participação total e direta das comunidades rurais. Os trabalhos de manejo de solo e da água ficam restritos no território Brasileiro a ações isoladas, realizadas sempre em grande parte em nível de

propriedade agrícola, não levando em consideração o conjunto, ou seja, o aproveitamento integrado dos recursos naturais. O uso indiscriminado e desordenado dos recursos naturais tem provocado à falência do meio ambiente, comprometendo a capacidade produtiva dos solos, aparecendo em consequência grandes áreas degradadas, como é o caso da Amazônia; com um frágil ecossistema vive submetida a um imenso regime climático, com solos de origem sedimentar referentes aos períodos geológicos do Terciário e Quaternário, na maioria de baixa fertilidade. Assim, a implantação de sistemas agro florestais, tendo-se como área piloto uma bacia hidrográfica, pode ser a solução mais racional, técnica e econômica, viável de pequenas e de até grandes regiões para a recuperação dos mananciais de água que produzirão mais e com menor agressão ao meio ambiente (ASSAD et al., 1993).

Em estudo da degradação ambiental do Rio Uberaba - MG, Candido (2008) concluiu que as áreas com níveis de degradação ambiental “severo” correspondem a 4,10 % de toda a bacia, porém são indícios ou sinais de extenuação dos recursos naturais.

2.8. Diagnóstico físico-conservacionista

Para Rocha (1991) o diagnóstico físico-conservacionista deve ser o primeiro a se elaborar para uma sub-bacia hidrográfica, devida a sua primordial importância, pois, neste são utilizados técnicas de quantificação de retenção de água das chuvas por infiltração, associada a vários fatores, como: limpeza de canais e tributários, seleção de terras apropriadas para o reflorestamento com relação ao coeficiente de rugosidade, faixas de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, todos os processos de conservação de solos, etc.

O método tradicional de se elaborar diagnóstico físico-conservacionista consiste em se analisar os conflitos detectados entre o uso atual e a capacidade de uso das terras. De Christo (1989) propõe método para o diagnóstico físico-conservacionista que consiste em analisar os conflitos existentes entre o uso atual da terra e o Coeficiente de Rugosidade.

O método para elaborar o diagnóstico físico-conservacionista visa reter águas pluviais na bacia hidrográfica e, assim, reter os processos de erosão, efeito de seca e de

enchentes. Para isto, é necessário dividir a bacia ou sub-bacia hidrográfica em microbacias homogêneas em áreas e padrão de drenagem. Em cada microbacia, levantam-se os coeficientes de rugosidade (RN), determinando-se a aptidão das terras para agricultura, pastagem, pastagem/reflorestamento, reflorestamento, e os devidos usos. Em tabelas apropriadas, analisam-se os conflitos entre o Uso da Terra x RN e são calculadas, para cada microbacia, as áreas a serem trabalhadas para a correção dos conflitos. Concomitantemente, são recomendados reflorestamentos para cada microbacia, até atingir a cobertura mínima de 25%. O método determina o grau de deterioração de cada microbacia, do total da sub-bacia, e apresenta a sistemática de correção da deterioração (ROCHA, 1991).

O diagnóstico físico-conservacionista objetiva classificar e dimensionar as áreas das microbacias hidrográficas, identificar os problemas decorrentes da má utilização das terras e recomendar a metodologia mais racional e eficaz de ocupação e uso agrícola pastoril ou florestal dos solos, para que se obtenha o equilíbrio ambiental e socioeconômico indispensável na zona rural e por consequência, nas zonas urbanas. Esse mesmo autor coloca que através da interpretação de aerofotogramas e de imagens de satélites orbitais, o diagnóstico físico- conservacionista permite identificar e quantificar os elementos de uso do solo e a partir desses dados para elaborar o planejamento físico-rural, que se constitui num dos melhores indicativos de propriedade da terra, de acordo com (MELLO FILHO, 1992).

Segundo Erba e Rocha (1992), o manejo integrado é o único caminho a ser seguido para a recuperação ambiental, conduzindo ao equilíbrio do ecossistema, consistindo na elaboração dos seguintes diagnóstico básicos: físico-conservacionista, sócio econômico, ambiental, da água, da fauna, da vegetação e do solo. O diagnóstico físico-conservacionista é um dos mais importantes e vitais, pois interage para formar a roda viva de deterioração ambiental.

Segundo Giotto, Kirchner e Madruga (1992), o diagnostico físico-conservacionista é o primeiro e o mais importante de uma série de levantamentos no manejo integrado de uma hidrografia, uma vez que neste são realizados os conflitos existentes nesta bacia, definindo unidades de manejo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização geográfica e caracterização da área

A bacia hidrográfica do ribeirão Água - Fria está inserida no Município de Bofete, cidade localizada na parte centro sul do estado de São Paulo. Encontra-se na intersecção de quatro cartas planialtimétricas editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969, folhas de Botucatu (SF-22-R-IV-3), Conchas (SF-22-X-2), Anhembi (SF-22-R-IV-4) e Pardinho (SF-22-X-II-1), em escala 1:50000, conforme a Figura 1.

Situa-se geograficamente entre as coordenadas: 7449000m a 7461000m N e 777000m a 792000m E, apresentando uma área territorial de 15242,84 hectares.

O clima predominante do Município, classificado segundo o sistema Köppen é do tipo Cwa – caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Os ventos do Sul ocorrem predominantemente nos meses de agosto e setembro. As precipitações anuais são da ordem de 1.300mm, distribuídos no período que compreende os meses de setembro a março.

O relevo, segundo a Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT, 1981) encontra-se situado nas províncias geomorfológicas da Depressão Periférica e das Cuestas Basálticas, constituídas por rochas sedimentares e por intrusões de rochas básicas que

expostas ao trabalho das erosões, resultaram em relevos de feições diferenciadas compostos por colinas e morros com encostas suaves com baixas amplitudes e pequenas declividades, morros arredondados e relevos residuais com grandes áreas de degradações interiores, até feições escarpadas com altas amplitudes e grandes declividades.

Segundo Oliveira et. al., (1999) os solos ocorrentes na área foram classificados como Nitossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

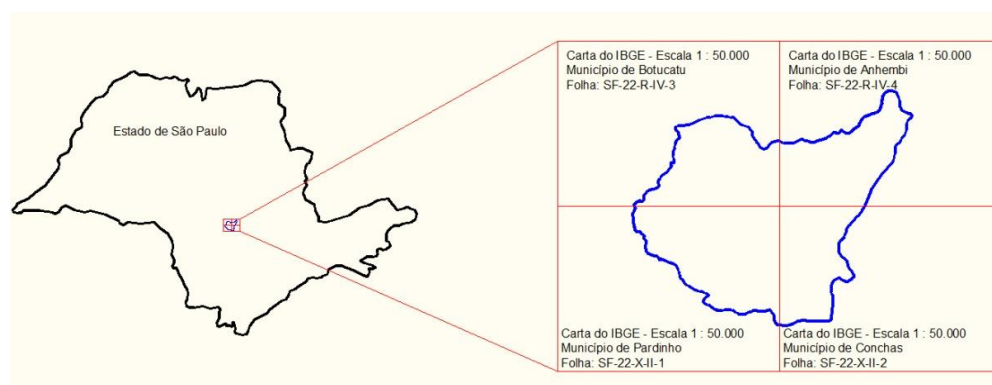


Figura 1. Localização da bacia do ribeirão Água Fria - Bofete (SP).

3.2. Material

3.2.1. Equipamentos

O processamento dos dados foi realizado num microcomputador Intel DUO 2 - 2,66 GHz, HD 500 Gb, 1 Gb de memória RAM, com saída para impressora a jato de tinta HP PSC 1510.

3.2.2. Bases cartográficas

Foram utilizadas as cartas planialtimétricas editadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969 que englobam a bacia, folhas de Botucatu (SF-22-R-IV-3), Conchas (SF-22-X-2), Anhembi (SF-22-R-IV-4) e Pardinho (SF-22-X-II-1), em escala 1:50000.

3.2.3 Imagem de satélite

Utilizou-se para a elaboração do mapa de uso do solo imagem de satélite digital do LANDSAT – 5, órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 19/11/2010, escala 1:50000.

3.2.4. Software AutoCAD

Para a digitalização do limite, das curvas de nível e da drenagem da bacia foi utilizado o software AutoCAD Raster Design 2009. A delimitação das microbacias e a edição dos mapas de declividade, de drenagem e da hierarquia fluvial foram realizadas através do software AutoCAD 2012.

3.2.5. Sistemas de informações geográficas

A vetorização dos polígonos referentes às classes de uso do solo através da imagem de satélite e a classificação em tela foi realizada pelo software CartaLinx.

O georreferenciamento, a composição falsa cor (R, G, B) das bandas, o recorte da imagem de satélite, a transformação dos dados vetoriais em imagem raster para elaboração do mapa de uso das terras utilizou-se o software IDRISI Selva.

3.3. Métodos

3.3.1. Etapas do Diagnóstico físico-conservacionista

3.3.1.1. Delimitação do limite, da rede de drenagem e curvas de nível

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas

de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem (ARGENTO; CRUZ, 1996).

Para a obtenção do limite, das redes de drenagem e das curvas da bacia e microbacias do ribeirão Água-Fria, utilizou-se o software AutoCAD Raster Design 2009, onde foram realizados procedimentos nas cartas planialtimétricas com a finalidade de preparar a área de interesse para a etapa de digitalização, acompanhando a seguinte ordem:

3.3.1.2. Inserção da imagem

As imagens (cartas planialtimétricas) foram inseridas em arquivos do software AutoCAD através da sequência:

Menu: *Image – Insert*, localizando-se a carta de interesse em seguida clicando-se em *Open, Next, Apply, Next* e *Finish*.

3.3.1.3. Recorte da imagem

A bacia em estudo esta localizada na intersecção de quatro cartas (Figura 1), onde apresentam informações da região de cada município. Foi realizado o recorte das quadrículas pertencentes à microbacia, com a finalidade de se trabalhar com arquivos mais compactos.

O recorte da imagem (cartas planialtimétricas), foi realizado a partir do Menu: *Image – Crop – Polygonal Region*, delimitando-se as quadrículas de interesse e enter.

3.3.1.4. União das cartas

Definidas as áreas de interesse (quadrículas) de cada carta, realizou-se a união das imagens com a finalidade de criar um arquivo único para, posteriormente, efetuar a digitalização dos parâmetros de limite e rede de drenagem.

Para união foi realizada a sequencia:

- a) Menu: *I*mage – *C*orrelate – *M*atch, selecionando-se as quadriculas de interesse e enter.
- b) Menu: *I*mage – *M*erge – *I*magens, clicando-se na primeira e segunda imagens e enter.

3.3.1.5. Georreferenciamento

Unidas às imagens de interesse, foi necessário realizar o georreferenciamento para posterior submissão dos dados no software IDRISI Selva. Para tanto, foram criadas linhas com coordenadas UTM locais, utilizadas como referência nas amarrações dos pontos de controle das cartas. Para o georreferenciamento foram utilizados os seguintes comandos: *Image – Correlate – Rubbersheet*, onde foram inseridos os pontos de controle (88 pontos de amarração), conforme a Figura 2.

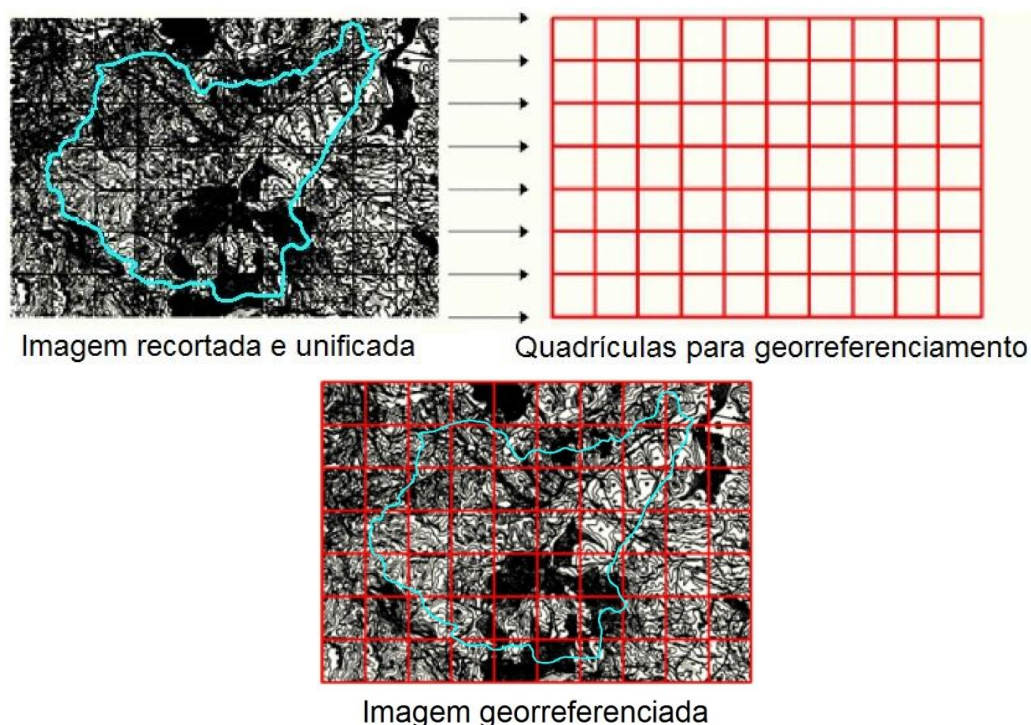


Figura 2. Utilização dos pontos de controle no georreferenciamento da imagem através do software AutoCAD Raster 2009.

3.3.1.6. Digitalização do limite, da rede de drenagem e das curvas de nível

Com o uso da ferramenta *polyline* do software AutoCAD Raster Design 2009, foi realizada a digitalização tanto do limite quanto da rede de drenagem e das curvas de nível, utilizando-se as cartas planialtimétricas já georreferenciadas e com a dimensionalidade reduzida como plano de fundo.

Para definição do limite acompanhou-se as linhas divisoras de água (curvas de nível) de maiores altitudes, por se tratarem dos pontos mais elevados em torno da drenagem (Figura 3). A definição da rede de drenagem foi feita acompanhando-se os rios e corpos d'água existentes. Foram ainda digitalizadas todas as curvas de nível da bacia acompanhando-se as linhas sinuosas que cortam o relevo encontrado nas cartas planialtimétricas. Realizadas as digitalizações da bacia como um todo se definiu então o limite das microbacias para posterior exportação desses arquivos para o IDRISI Selva.

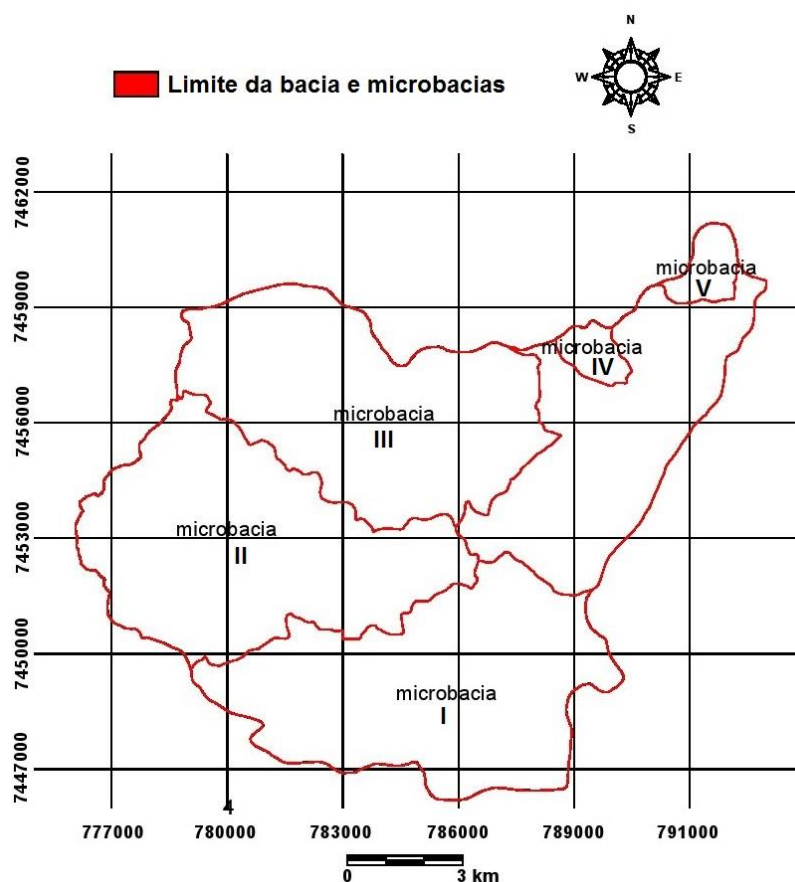


Figura 3. Limite da bacia e das microbacias do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

3.3.1.7. Tratamento da imagem de satélite

Para o georreferenciamento, composição das bandas e recorte da imagem utilizou-se o sistema de informações geográficas IDRISI Selva.

No georreferenciamento foram utilizados dois arquivos de pontos de controle, sendo o primeiro da imagem digital, e o outro das cartas planialtimétricas. Foram determinadas as coordenadas de cada ponto e com estes dados foi feito um arquivo de correspondência, através do comando *Edit* do Menu *Database Query*, presente no módulo *Analysis*.

Inicialmente, foi elaborada uma composição falsa cor com a combinação das bandas 3, 4 e 5, obtidas a partir da imagem de satélite digital, bandas 3, 4 e 5 do sensor *Thematic Mapper* do LANDSAT – 5, da órbita 220, ponto 76, quadrante A, passagem de 19/11/2010, escala 1:50000, pois esta apresenta uma boa discriminação visual dos alvos, possibilitando a identificação dos padrões de uso da terra de maneira lógica. Esta composição apresenta os corpos d'água em tons azulados, as florestas e outras formas de vegetações em tons esverdeados e os solos expostos em tons avermelhados. A seguir, foi realizado o georeferenciamento da composição falsa cor, utilizando-se para isso o módulo *Reformat/Resample* do SIG – IDRISI, sendo os pontos de controle obtidos novamente nas cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Após o georreferenciamento, foi feito o recorte para redução da dimensionalidade da imagem a fim de restringi-la apenas à área de estudo. Utilizando-se o módulo *Reformat menu – Window*, inseriu-se a imagem desejada através do comando *Image Files* e posteriormente os valores de mínimos e máximos dos vértices (coordenadas geográficas). Usando-se o Menu *Display Launcher* da barra de ferramentas do IDRISI, selecionou-se a opção *Raster Layer* e, logo após, foi selecionada a composição 3, 4 e 5 a qual foi exportada do IDRISI através do comando *File Export – Desktop Publishing Formats – BMPIDRIS*. A imagem foi, então, convertida para o formato BMP após ter sido selecionada a opção *Idrisi to BMP*, tendo como imagem de saída (Input file) a composição 3, 4 e 5 e após ter sido nomeada a imagem de saída (Output).

3.3.1.8. Obtenção do mapa de uso do solo em imagem de satélite

A imagem já no formato BMP foi importada pelo software CartaLinx juntamente com os limites da bacia e microbacias, pelo Menu *File-Image Conversion*, através da janela *Convert Image To*, onde procurou-se a imagem em formato BMP, clicando-se na opção salvar imagem. Pelo Menu *File-New Coverage-Coverage Based Upon Bitmap*, selecionou-se a composição 3, 4 e 5, proporcionando maior resolução da imagem para posterior vetorização dos polígonos na área da bacia.

Para a etapa de digitalização, dirigiu-se o cursor no local onde se iniciava cada polígono, clicando-se com o botão direito do mouse e, em seguida, selecionando-se com o botão esquerdo a ferramenta *Begin Arc* do software CartaLinx, percorrendo com o cursor sobre a área desejada. Para o fechamento de um polígono, dirigiu-se o cursor no local, onde se finalizava cada área, clicando-se, em seguida, com o botão direito do mouse e selecionando-se a ferramenta *Finish Arc*. Esse processo de digitalização originou um conjunto de polígonos vetorizados sobre a imagem da área estudada.

Realizou-se então, uma classificação em tela, levando-se em consideração elementos utilizados em fotointerpretação como cor, tonalidade, forma, textura, agrupamento, tamanho, sombreamento, entre outros. As áreas (polígonos) foram demarcadas sobre grande número de locais, buscando-se abranger todas as variações de cada ocupação do solo e designando atributos numéricos para cada classe, utilizando-se sempre a imagem de satélite georreferenciada que envolve a microbacia como plano de fundo. As áreas referentes aos corpos d'água possuíam uma tonalidade escura, negra. As áreas referentes a solos expostos possuíam coloração vermelho/alaranjadas. Já as áreas referentes às matas uma tonalidade de verde escuro, sendo o reflorestamento demarcado pela coloração de verde mais claro e representado em forma de talhões em sua maioria. As pastagens foram demarcadas sobre áreas de coloração mais clara (tons de vermelho e rosa). Todo processo de delimitação de cada classe de uso foi realizado com acompanhamento da imagem de satélite do programa Google Earth, que serviu de apoio na classificação, facilitando a discriminação dos alvos, resultado de sua melhor resolução. Após a etapa de vetorização, esses dados foram exportados para o software IDRISI Selva, onde foi realizada a transformação dos dados vetoriais em imagem raster. Através dos limites das microbacias, recortaram-se os mapas gerados, onde, a

partir de cada plano de informação formado, foi possível realizar o cálculo das áreas de cada classe de uso de cada microbacia, através do módulo *GIS Analysis – Database query – Area*.

3.3.1.9. Edição final dos mapas

A edição final dos mapas de uso do solo foi realizada pelo SIG - IDRISI Selva, já os mapas da rede de drenagem, da declividade e da hierarquia fluvial foram editados pelo software AutoCad 2012.

3.3.1.10. Parâmetros físicos da bacia e microbacias hidrográficas

Segundo Rocha (1991) dentre os cerca de 40 parâmetros que definem os tipos de redes, padrões ou sistemas de drenagem, os que mais se relacionam com a deterioração ambiental são o comprimento total da rede de drenagem, a densidade de drenagem, os índices de circularidade e de forma, a declividade média da microbacia e o coeficiente de rugosidade. Foram determinados esses parâmetros nesse estudo e posterior análise dos resultados.

3.3.1.11. Comprimento total da rede de drenagem (Cr)

O comprimento total da rede de drenagem da bacia e das microbacias (Cr) foi obtido com o somatório das distâncias de todas as ravinas, canais e tributários existentes. Assim, quanto maior for o valor de (Cr), maior o risco de erosão.

Através do software AutoCAD 2012, clicando-se com o botão direito do cursor sobre cada segmento de rio, em seguida opção *properties*, determinou-se o comprimento total das redes de drenagem de cada microbacia.

3.3.1.12. Densidade de drenagem (Dd)

Este é um parâmetro físico considerado por muitos autores como fundamental, pois caracteriza o padrão de drenagem através da relação entre o comprimento total da rede de drenagem (Cr) e sua área (A), como representado na expressão abaixo, conforme proposto por (FRANÇA, 1968):

$$Dd = Cr / A$$

Uma microbacia com baixo valor de “Dd” pode indicar rochas resistentes, solo muito permeável, cobertura vegetal densa ou relevo suave, com concomitância possível. Por outro lado, um alto valor de “Dd” pode indicar rochas pouco resistentes, solo impermeável, pequena cobertura vegetal ou relevo acidentado, podendo também existir concomitância entre eles.

Esse parâmetro é importante no estudo de bacia hidrográfica por definir sua representação topográfica. França (1968) classificou a densidade de drenagem da seguinte forma, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Intervalo de valores para densidade de drenagem e respectiva classificação.

Densidade de drenagem (Dd) em km/km ²	Classificação
< 1,5	Baixa
1,5 a 2,5	Média
> 2,5	Alta

Fonte: França (1968)

A área da bacia do ribeirão Água - Fria e de suas microbacias foram calculadas através do módulo *GIS Analysis – Database query – Area*, do software IDRISI Selva como visto anteriormente. O comprimento total da rede de drenagem foi obtido pelo software AutoCAD 2012, clicando-se com o botão direito do cursor sobre cada segmento de rio presente em cada microbacia, através da opção *properties*. Ressalta-se ainda que a determinação da área pôde ser realizada clicando-se sobre a linha dos limites de cada

microbacia, pelo mesmo procedimento citado para o cálculo do comprimento total da rede de drenagem.

3.3.1.13. Índice de circularidade (Ic)

O índice de circularidade é determinado pela relação entre a área da bacia (A) e a área do círculo de perímetro igual ao da bacia (Ac), como representado na expressão abaixo, conforme (CHRISTOFOLETTI, 1974):

$$IC = A / A_c$$

Onde: IC = Índice de circularidade (adimensional);

A = Área da microbacia (ha ou km²); e,

A_c = Área do círculo de perímetro igual ao da microbacia considerada (ha ou km²);

De acordo com Christofolletti (1974), a área do círculo tem um perímetro C, igual ao perímetro P da bacia, o índice de circularidade foi obtido a partir da seguinte expressão:

$$IC = 4 \pi A / P^2$$

Quando a microbacia tem o formato circular, o índice de circularidade é 1. Desta forma, quanto maior for o valor deste índice, maior será o perigo de enchentes, pois a concentração de água no tributário principal será maior (Tabela 2). Nestes casos, as microbacias deverão ser mais protegidas com cobertura florestal e será necessária a utilização de técnicas de conservação do solo.

Utilizou-se novamente o comando *properties* do software AutoCad 2012, para a determinação do perímetro da bacia e microbacias, conforme metodologia visto anteriormente.

3.3.1.14. Índice de forma (If)

O índice de forma é dado pela seguinte expressão, conforme (VILLELA e MATTOS, 1975):

$$If = A / L^2$$

Onde: If = Índice de forma (adimensional);

A = Área da microbacia (ha ou km²);

L = Comprimento axial da bacia (metros ou km).

Quanto maior for o valor do índice de forma, mais circular será a forma da microbacia (Tabela 2). Neste caso, as microbacias de formato retangulares ou triangulares são menos susceptíveis a enchentes que as circulares, ovais ou quadradas, que têm maiores possibilidades das chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal.

Para a determinação do comprimento axial de cada microbacia, traçou-se uma linha reta desde a foz ao ponto mais longínquo do espigão ou divisor de águas, através do software AutoCad 2012, e, com o comando *properties*, determinou-se cada comprimento.

Tabela 2. Intervalo de valores para interpretação dos resultados quanto aos índices de forma (If) e de circularidade (Ic).

Índice de forma (If)	Índice de circularidade (Ic)	Formato da microbacia	Tendência a enchentes
1,00 - 0,75	1,00 - 0,8	Circular	Alta
0,75 – 0,50	0,8 – 0,6	Ovalada	Mediana
0,50 – 0,30	0,6 – 0,40	Oblonga	Baixa
< 0,30	< 0,40	Comprida	Tendência à conservação

Fonte: (Villela e Mattos, 1975).

3.3.1.15. Declividade média (H)

Segundo Mota (1981) a declividade média do terreno é um parâmetro essencial para estudar os picos de enchentes e a infiltração de água no solo. Com este índice, é possível determinar o escoamento da água das chuvas, de tal forma que, quanto maior o declive, maior o escoamento superficial e, conseqüentemente, maiores serão os riscos de erosão.

As classes de declividade foram separadas em seis intervalos, Embrapa (1999), conforme a tabela 3.

Tabela 3. Intervalo de valores para classificação do relevo.

Intervalo	Classificação do relevo
0 - 3%	Plano
3 - 6%	Suave ondulado
6 - 12%	Ondulado
12 - 20%	Forte ondulado
20 - 40%	Montanhoso
> 40%	Escarpado

Fonte: Embrapa (1999).

A declividade média (H) das cinco microbacias hidrográficas foi calculada pela expressão abaixo, proposta por Horton (1914):

$$H = 100 \times D \times L/A$$

Onde: H = Declividade média da bacia em %

D = Equidistância vertical das curvas de nível em km

L = Comprimento total das curvas de nível da bacia em km

A = Área total da bacia em km²

Para a determinação do comprimento total das curvas de nível, utilizou-se o comando *properties*, do software AutoCAD 2012, clicando-se com o botão direito do cursor sobre cada curva de nível digitalizada. O cálculo da área da bacia do ribeirão

Água - Fria e de suas microbacias foram calculadas através dos comandos vistos nos tópicos anteriores. A equidistância vertical entre as curvas é de vinte metros, valor encontrado nas cartas planialtimétricas utilizadas no estudo.

3.3.1.16. Coeficiente de Rugosidade (CR)

Segundo Rocha (1997) o coeficiente de rugosidade é um parâmetro que direciona as terras rurais para um uso potencial. Assim, pode-se dividir a bacia em quatro classes de uso da terra:

A = Solos apropriados para agricultura (menor valor de CR);

B = Solos apropriados para pastagens (pecuária);

C = Solos apropriados para pastagens/reflorestamentos; e,

D = Solos apropriados para reflorestamentos (maior valor de CR).

As classes “A”, “B”, “C” e “D”, para caracterização do uso potencial da terra de cada microbacia, foram obtidas através do cálculo da amplitude, que é a diferença entre o maior e o menor valor de CR encontrado para as microbacias, e o intervalo de domínio, que é a relação entre a amplitude dividida por quatro.

De acordo com este mesmo autor, o coeficiente de rugosidade é dado pela seguinte expressão:

$$CR = Dd \times H$$

Onde: CR = Coeficiente de rugosidade;

Dd = Densidade de drenagem; e,

H = Declividade média.

Assim, quanto maior o valor de “CR”, maiores serão as probabilidades de ocorrer erosões. Além disso, os coeficientes de rugosidade, comparados com o uso da terra, podem ser utilizados para determinar as áreas de conflitos nas microbacias.

3.3.1.17. Análise da hierarquia fluvial das microbacias

A hierarquia fluvial corresponde à ordenação dos canais fluviais dentro de uma bacia hidrográfica. Existem dois tipos de hierarquização da rede de drenagem. A primeira, de Horton (1945), considera que os canais de primeira ordem são aqueles que não apresentam tributários, isto é, são canais de cabeceiras de drenagem. Os canais de segunda ordem são os canais subsequentes à confluência de dois canais de primeira ordem e assim sucessivamente, sendo que a confluência com canais de ordem hierárquica menor não altera a hierarquização da rede. O segundo tipo de hierarquização de Strahler (1952), também considera os canais de primeira ordem os que não apresentem tributários, isto é, correspondem aos canais de cabeceiras de drenagem.

Entretanto, não são todas as cabeceiras que correspondem aos canais de primeira ordem, visto que os canais de maior hierarquia estendem-se até a cabeceira de maior extensão. Em ambas as classificações, os segmentos de canais (trechos entre confluências) contíguos (para montante ou jusante) podem ter a mesma ordem (CHRISTOFOLETTI, 1970).

No estudo da hierarquia fluvial das microbacias, foram elaborados cinco mapas, tendo como base os mapas da rede de drenagem, onde se utilizou a metodologia de Strahler (1952), para a classificação quanto à ordem dos canais (W). Com a rede de drenagem toda digitalizada, foram atribuídas cores diferentes para cada ordem de canal, utilizando-se para esse processo o software AutoCAD 2012.

3.3.1.18. Estudo dos conflitos

Os conflitos de uso da terra figuram entre os maiores responsáveis pelas erosões, assoreamentos de corpos d'água, enchentes e efeito das secas. Segundo Rocha (1997), ocorre conflitos de uso quando as culturas agrícolas ou pastagens são desenvolvidas em áreas impróprias: cultivos agrícolas em terras de capacidade de uso das classes V, VI, VII ou VIII, ou em locais com Coeficientes de Rugosidade classe B, C ou D, e também cultivos

agrícolas em áreas apropriadas, porém com declividades médias acima de 10% ou 15%, sem tratos conservacionistas; pecuária desenvolvida em classes de capacidade de uso da terra VII ou VIII, ou Coeficiente de Rugosidade classe D, também são conflitantes.

A porcentagem de áreas conflitivas foi determinada dividindo-se a área em hectares de conflito de uso pela área total de cada microbacia, multiplicado por 100.

3.3.1.19. Áreas a reflorestar

A área mínima de cobertura florestal natural que uma bacia deve ter é de 25%, quando esta se apresenta com declividade média até 15%. Neste trabalho, as microbacias que apresentaram declividade inferior a 15%, o reflorestamento mínimo indicado foi da ordem de 25%. Nesses casos, a porcentagem da área a ser reflorestada em cada microbacia foi igual à diferença, respectivamente, entre a porcentagem de reflorestamento mínimo indicado (25%) e de florestas naturais existentes. As microbacias que apresentaram declividade superior a 15%, o reflorestamento mínimo indicado foi da ordem de 50%. Nesses casos, a porcentagem da área a ser reflorestada em cada microbacia foi igual à diferença entre a porcentagem de reflorestamento mínimo indicado (50%) e de florestas naturais existentes. As porcentagens das áreas a reflorestar foram determinadas pela diferença da área mínima de cobertura vegetal em função da declividade e a porcentagem a ser reflorestada dividida por 100, multiplicado pela área, Rocha (1997).

3.3.1.20. Excesso ou disponibilidade agrícola

As áreas em que o coeficiente de rugosidade indicou terras propícias para agricultura (Classe A), o excesso (+) ou a disponibilidade (-) em agricultura foram determinados pela diferença entre a área total da microbacia e a somatória das áreas de florestas naturais, culturas anuais irrigadas e em terrenos secos, barragens, várzeas e áreas construídas. A porcentagem de excesso ou disponibilidade foi determinada pela relação entre esse valor determinado e a área total da microbacia multiplicado por 100. Nas áreas indicadas

para pastagem segundo o coeficiente de rugosidade (Classe B), para pastagem e/ou reflorestamento (Classe C) e reflorestamento (Classe D), o excesso ou disponibilidade em agricultura foram iguais às áreas ocupadas por culturas agrícolas anuais irrigadas ou em terrenos secos, Rocha (1997).

3.3.1.21. Área a ser trabalhada para o manejo correto da bacia

A área a ser trabalhada para o manejo correto das microbacias, onde o coeficiente de rugosidade indicou terras propícias para agricultura (Classe A), foi a somatória das áreas de conflitos, a reflorestar e disponibilidade em agricultura. As áreas de Classes B, C e D foram determinadas pela soma das áreas a reflorestar e disponíveis para agricultura, conforme Rocha (1997). A porcentagem é a relação entre a área a ser trabalhada para o manejo correto da bacia pela área da bacia multiplicada por 100.

3.3.1.22. Deterioração das microbacias

A deterioração em hectares de cada microbacia foi determinada pela soma das áreas de conflito e a reflorestar, e a porcentagem de deterioração foi obtida a partir da área deteriorada em hectares dividida pela área total da microbacia, multiplicado por 100, Rocha (1997).

A unidade crítica de deterioração físico-conservacionista da bacia hidrográfica do ribeirão Água - Fria foi definida pela média aritmética das porcentagens de deterioração das microbacias hidrográficas selecionadas.

3.3.2. Diagnóstico socioeconômico

3.3.2.1. Entrevistas

As entrevistas foram elaboradas a partir de um questionário socioeconômico ajustado para a realidade regional, adaptado a partir dos estudos de Rocha (1997) como parte do estudo das degradações ambientais. Nesse sentido, alguns quesitos do questionário como, por exemplo, "presença de calefator", "casa de palha", "produção de malte", consumo de erva mate, entre outros, foram retirados do questionário para que variáveis mais adequadas e contextualizadas com a realidade local respondam melhor a pesquisa realizada.

O diagnóstico ambiental foi elaborado a partir de um questionário feito junto aos produtores rurais das microbacias do ribeirão Água - Fria, no qual se buscou a identificação dos principais pontos de poluição dessas áreas.

O questionário socioeconômico e ambiental foi realizado sob forma de entrevista e seguindo-se a metodologia proposta por Rocha (1997), desenvolvida inicialmente para a realidade do interior do Estado do Rio Grande do Sul, por sua vez adaptado para esta pesquisa.

A definição da amostragem foi feita conforme proposta por Rocha (1997), onde o número de proprietários entrevistados se deu conforme a equação:

$$n = 3,841 \times N \times 0,25 / 0,15^2 (N - 1) + 3,841 \times 0,25$$

Onde: n = número de entrevistas;

3,841 = valor tabelado proveniente do qui-quadrado;

0,25 = variância máxima para um desvio-padrão de 0,5;

0,15 = erro de 15%; e,

N = número total de produtores na unidade considerada.

Para conhecer o número total de produtores foi feita uma consulta aos técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, do município de Bofete. A

seleção dos proprietários foi aleatória e, seguindo a metodologia proposta, existiu uma variância máxima para o desvio padrão de 0,5 e um erro esperado de 15%.

Residem no local de estudo em questão aproximadamente 150 produtores rurais que praticam agricultura familiar, tendo como principal fonte de renda a pecuária leiteira e de corte, arrendamentos, principalmente para empresas de reflorestamento, avicultura de corte, culturas perenes como a citricultura e culturas para provimento próprio e dos animais. No questionário em questão foi utilizado o método da função linear para verificação da porcentagem das variáveis investigadas para o diagnóstico socioeconômico e ambiental.

Nesse sentido os parâmetros de análise para o questionário socioeconômico seguem escalas de valores que variam, de acordo com o grau de qualidade, que vão de “muito baixo” a “muito alto”.

Para o questionário ambiental visou-se identificar os pontos de poluição e possíveis fontes de impactos ambientais no ambiente estudado. A categoria de análise leva em consideração apenas duas escalas de valores: 1 equivale a "não possui" e 2 a "possui".

A seguir foram descritas algumas variáveis do questionário socioeconômico e ambiental, utilizadas para a pesquisa desenvolvida na qual foram entrevistados 25 produtores, sendo 5 de cada microbacia.

Variáveis:

- Demográfica;

- idade, grau de instrução, local do nascimento, residência (cidade ou campo), número de famílias na propriedade, média de idade do núcleo familiar, total de pessoas do núcleo familiar, média escolar, de nascimento e de residência (local) do núcleo familiar.

- Habitacional;

- tipo de habitação, número de cômodos, média de pessoas por quarto, tipo de fogão, água consumida, esgotos, eliminação de resíduos sólidos, eliminação de embalagens de agrotóxicos, tipo de piso, tipo de parede, tipo de telhado, eletricidade e telefone.

- Alimentação;
 - consumo de: leite, carne vermelha, frutas, legumes, verduras, batata, ovos, massas, arroz com feijão, peixes, aves, café, pão e mandioca.
- Participação em organização (associação), salubridade rural, animais de trabalho e produção;
 - participação em organização, infestação de pragas, salubridade para o homem, combate as pragas domésticas, produtividade agrícola média, reflorestamento, pastagens plantadas, bois, cavalos, ovelhas, aves, porcos, cabritos, coelhos e rãs.
- Comercialização, crédito e rendimento, tecnologia e industrialização rural;
 - a quem vende a produção agrícola, pecuária e florestal, fonte dos principais créditos agrários, área da propriedade em hectares, tipo de posse, biocidas, adubagem e ou calagem, tipo de tração usada, tipo de uso do solo, práticas de conservação do solo, irrigação, assistência técnica, conhece programas de conservação do solo, segue orientações da CATI ou outra, sabe executar obras de conservação, possui maquinaria agrícola e implementos, faz industrialização agrária, realiza algum tipo de artesanato.

3.3.2.2. Questionário ambiental

Variável:

- Fontes de Poluição nas microbacias;
 - estocagem de defensivos, depósitos de embalagens de agrotóxicos, pedreiras, minas, lixeiras (lixo urbano e rural), exploração de areias, pocilgas, aviários, matadouros, estradas rurais deteriorantes, erosões marcantes (lavouras), exploração de madeira, esgotos, depósito de pneus, queimadas, poluição química (cidades, curtumes), aplicação de agrotóxicos, acidentes com derivados de petróleo ou produtos químicos, bombas de recalque de água em rios ou açudes, outros.

3.3.3. Cálculo da deterioração socioeconômica e ambiental

As bases para o cálculo e análise das referidas variáveis seguem, a partir dos estudos de Rocha (1997), a seguinte equação:

$$y = ax + b$$

Onde: y = unidade crítica de deterioração ambiental. Varia de 0 (zero) a 100 (cem), o que equivale a 0% e 100%, respectivamente;

x = valor significativo encontrado com a tabulação dos códigos.

3.3.4. Deterioração ambiental (DA)

A deterioração ambiental nas microbacias estudadas e na bacia do ribeirão Água - Fria foi obtida a partir da média das três unidades críticas de deterioração: físico-conservacionista, socioeconômico e da qualidade ambiental.

Segundo Rocha (1997) a análise da Deterioração Ambiental é importante, pois consegue agrupar as três variáveis que avaliam quantitativamente uma bacia hidrográfica, formando a “Roda Viva de Deterioração de Ambiência”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diagnóstico Físico-Conservacionista

4.1.1. Comprimento total da rede de drenagem (Cr) e densidade de drenagem (Dd)

A microbacia III apresenta maior quantidade de canais de drenagem entre todas as estudadas, 49,29 km de extensão, enquanto a microbacia V possui a menor, 2,70 km (Tabela 4, Figuras 6 e 8). Essa proporção de redes de drenagem está diretamente relacionada ao tamanho das áreas e ao tipo de solo das microbacias.

A densidade de drenagem é parâmetro fundamental para análise de bacias hidrográficas, pois permite comparar a susceptibilidade à erosão entre microbacias, segundo Christofolletti (1974), pois quanto maior for o valor do comprimento da rede de drenagem (Cr) da bacia, maior será o perigo de erosão.

Isto pode ser melhor explicado através do índice densidade de drenagem. Sabe-se que, quanto maior este índice, melhor eficiência no escoamento das águas pluviais a microbacia terá e mais desenvolvido será seu sistema de drenagem.

Tabela 4. Parâmetros físicos das microbacias do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Microbacia	A (ha)	Cr (km)	Cn (km)	H (%)	Dd (km/km ²)	If -	Ic -	F.B -	T.E -	W -
I	4049,1	29,87	291,71	14,41	0,6	0,62	0,46	Obl/Ovl	B/M	3°
II	4012,17	46,84	215,82	10,76	1,17	0,36	0,46	Obl	B	4°
III	3810,87	49,29	314,1	16,48	1,3	0,35	0,52	Obl	B	4°
IV	204,03	3,26	15,85	15,53	1,6	0,43	0,74	Obl/Ovl	B/M	2°
V	264,24	2,7	14,48	10,96	1,02	0,63	0,65	Ovl	M	2°

Área (A); Comprimento total da rede de drenagem (Cr); Comprimento total das curvas de nível (Cn); Declividade (H); Densidade de drenagem (Dd); Índice de forma (If); Índice de circularidade (Ic); Formato da bacia (F.B), onde Obl = Oblonga, Ovl = Ovalada; Tendência a enchentes (T.E), onde B = Baixa, M = Mediana; Ordem da microbacia (W).

As microbacias I, II, III e V apresentam baixa densidade de drenagem, conforme a Tabela 4 e Figuras 4, 5, 6 e 8, sendo um fator de risco para o processo erosivo, portanto merecendo maiores cuidados quanto ao controle de erosão. A microbacia IV, Tabela 4 e Figura 7, apresenta média densidade de drenagem, o que lhe confere uma melhor eficiência no escoamento das águas pluviais em relação as demais.

Baseado em estudos de Rocha (1991) pode-se inferir que as microbacias com menor densidade de drenagem possuem um relevo mais suave, rochas resistentes, solo muito permeável ou cobertura vegetal densa.

Além disso, França e Demattê (1990) acreditam que os valores de densidade de drenagem, principalmente em áreas circulares, podem ser parâmetros sensíveis para separação de alguns tipos de solos.

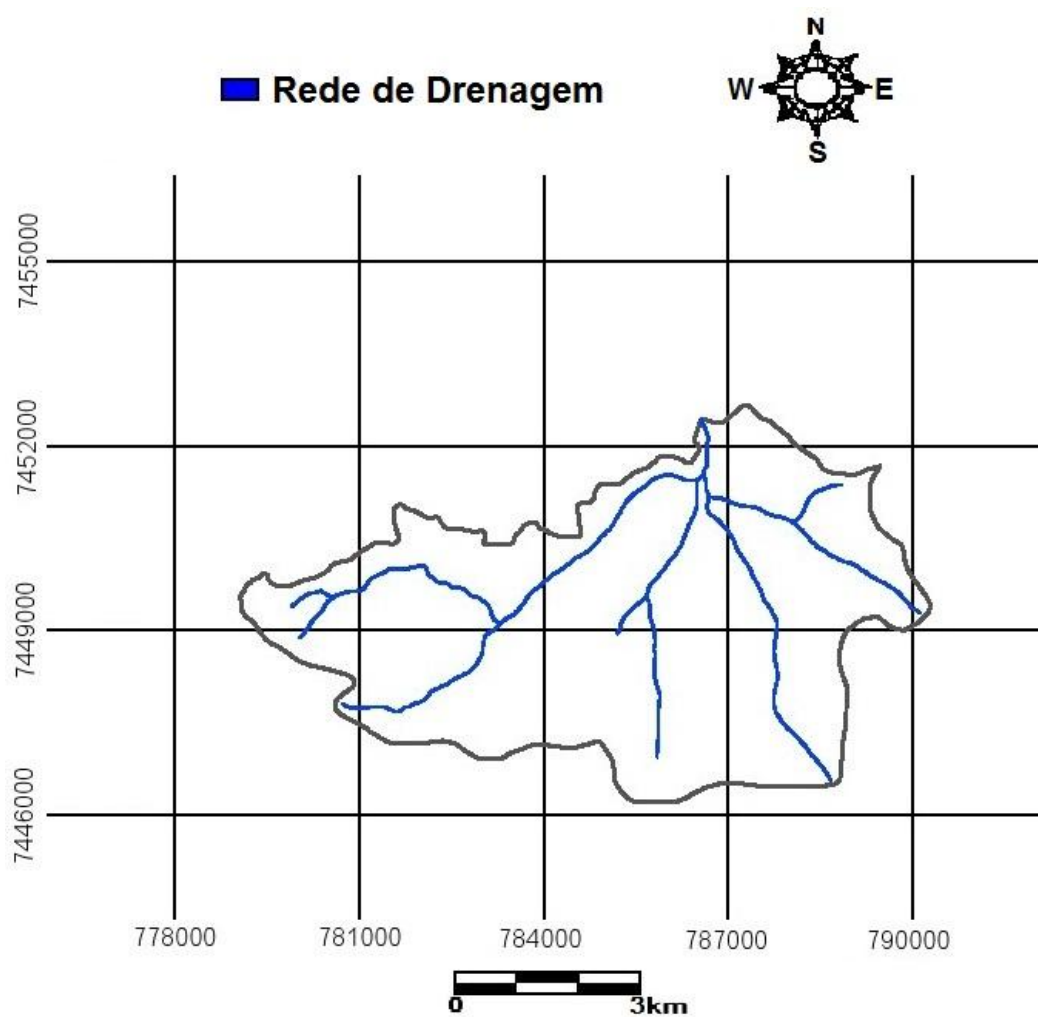


Figura 4. Hidrografia da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

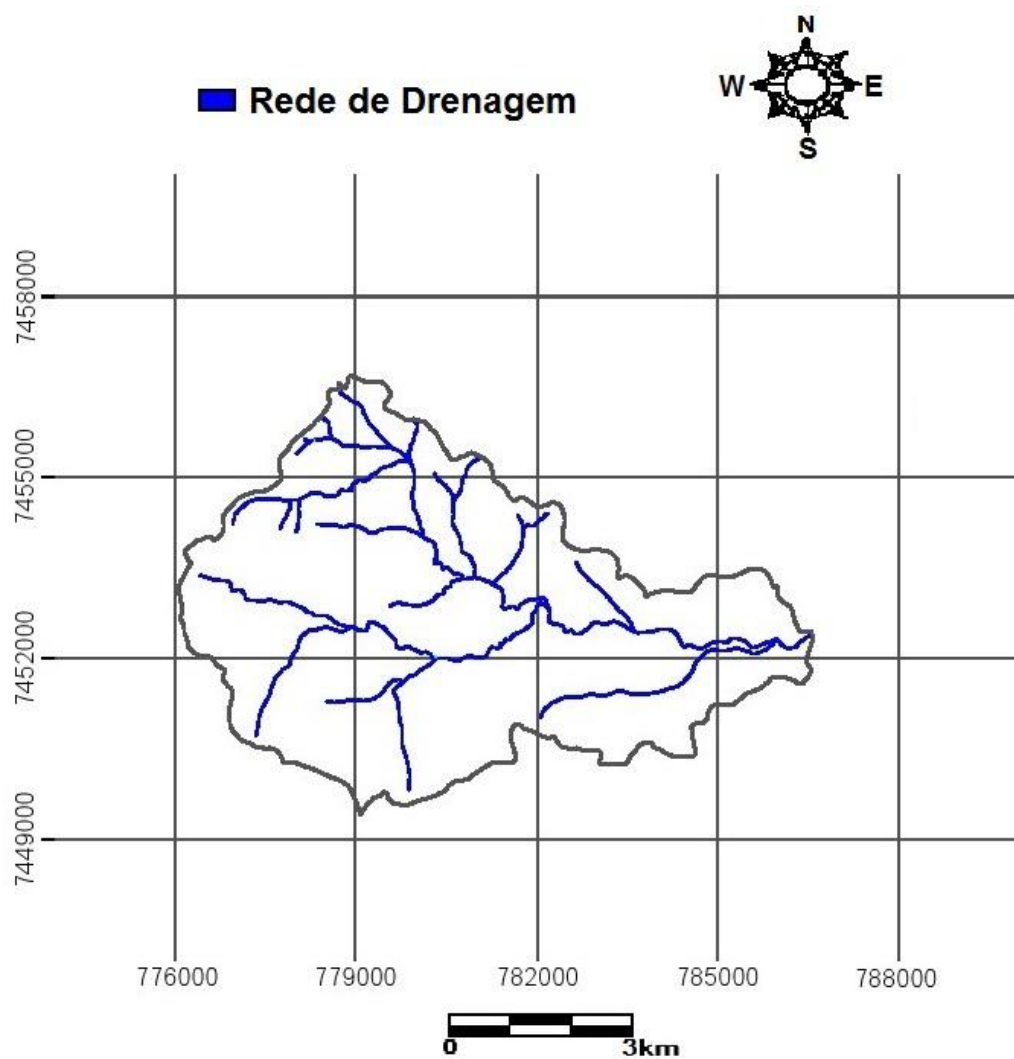


Figura 5. Hidrografia da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

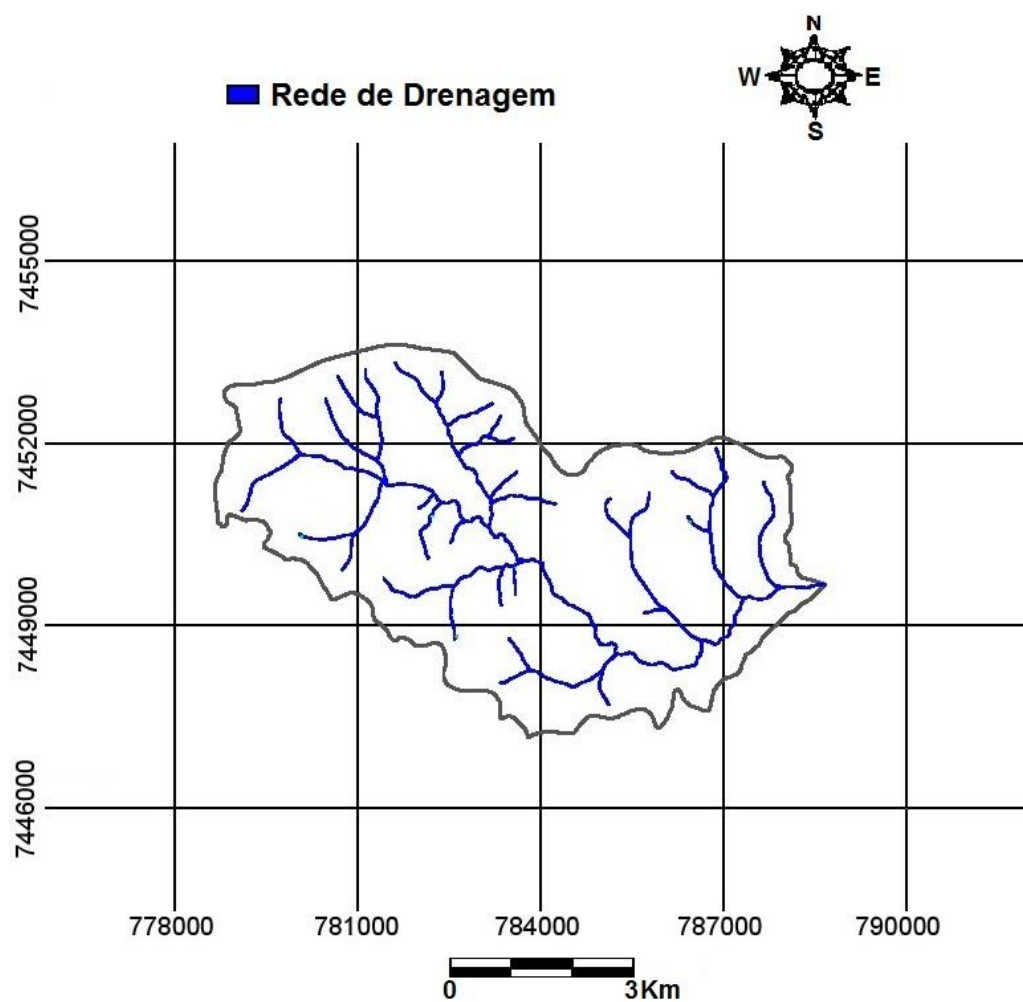


Figura 6. Hidrografia da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

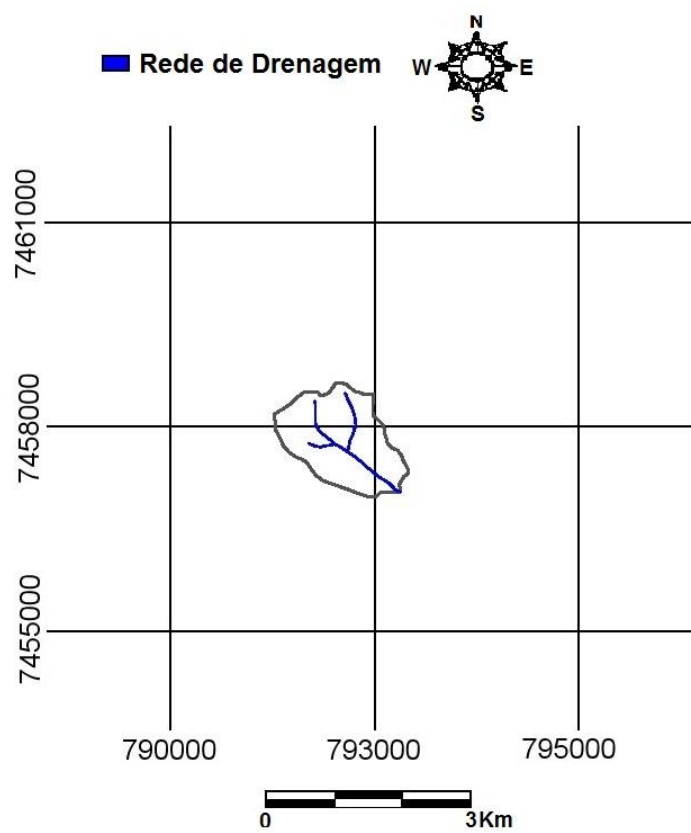


Figura 7. Hidrografia da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

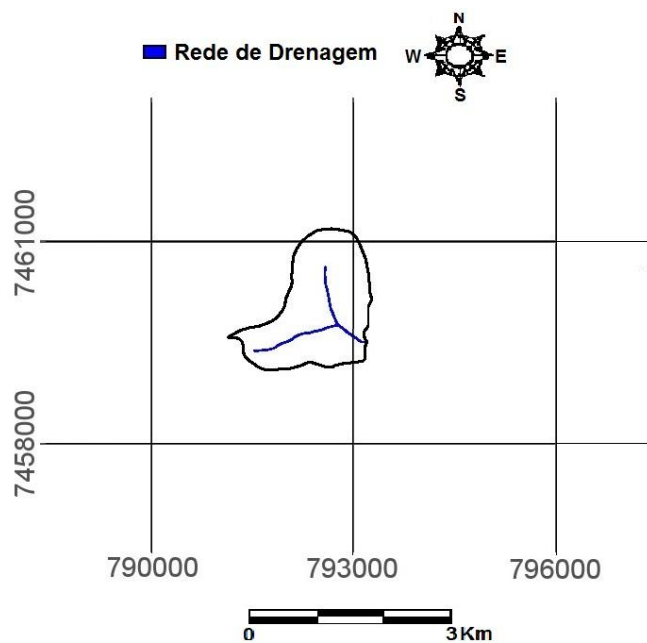


Figura 8. Hidrografia da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

4.1.2. Índice de forma (If) e de circularidade (Ic)

Sabe-se que quanto maior for o valor deste índice, maior será o risco de enchentes, pois a concentração de água no tributário principal será maior. Assim, bacias que apresentam valores maiores para estes índices necessitam de maior atenção em relação às enchentes, devendo apresentar boa cobertura florestal e, dependendo de suas condições, intervenções mecânicas para conservação do solo.

Pode-se notar que nenhuma das microbacias estudadas apresentou tanto para o índice de forma quanto para o de circularidade um formato mais parecido com o circular (Tabela 4, Figuras 4 a 8). A microbacia V foi a única a apresentar mediana tendência a enchentes para os dois índices avaliados, necessitando de maiores cuidados quanto aos fatores de conservação do solo. As microbacias II e III foram classificadas como oblongas para os dois índices, tendendo à maior conservação pelo formato alongado. Já as microbacias I e IV, apresentaram resultados diferentes para os dois índices, sendo a microbacia I classificada como oblonga para o índice de circularidade e ovalada para o índice de forma e a microbacia IV classificada como ovalada para o índice de circularidade e oblonga para o índice de forma, conferindo baixa à mediana tendência a enchentes.

4.1.3. Declividade média (H)

A declividade é um parâmetro que está diretamente relacionado à velocidade de escoamento superficial. O grau de erosão dos solos é função da declividade média, que determina maior ou menor velocidade de escoamento da água pluvial sobre a superfície, associada à cobertura vegetal, ao tipo de solo e do tipo de uso da terra, obtida para cada bacia, segundo Rocha (1991).

As microbacias II e V, mostraram declividades entre 6 e 12%, classificadas como relevo ondulado, conforme a Tabela 4, Figuras 10 e 13. No intervalo entre 12 e 20% se enquadraram as microbacias I, III e IV, classificadas como relevo forte ondulado, Tabela 4, Figuras 9, 11 e 12, determinando maiores cuidados relacionados à conservação do

solo no que se refere à cobertura vegetal e implantação de práticas mecânicas como implantação de terraços em nível pela maior declividade do relevo com a finalidade de proteção aos processos erosivos, que podem ser intensificados pela maior velocidade de escoamento superficial. A declividade média da bacia, obtida pela média das declividades das microbacias resultou em 13,6%, relevo classificado como forte ondulado. Segundo Chiarini e Donzeli (1973) o relevo classificado como forte ondulado é impróprio para o cultivo de culturas anuais e indicado para a o uso de pastagens em eventual rotação com culturas anuais e podendo ser exploradas com culturas permanentes que protegem o solo (café, laranja, cana-de-açúcar, leguminosas como forma de adubação verde, etc.), pois são terras sujeitas à erosão e a prática da conservação do solo é imprescindível, segundo Lepsch et al., (1991). Portanto, atividades agrícolas em áreas impróprias e de forma inadequada devem ser consideradas como uma prática de risco, pois se as práticas conservacionistas não forem utilizadas nestes casos, as bacias sofrerão grandes perdas de solos por erosão.

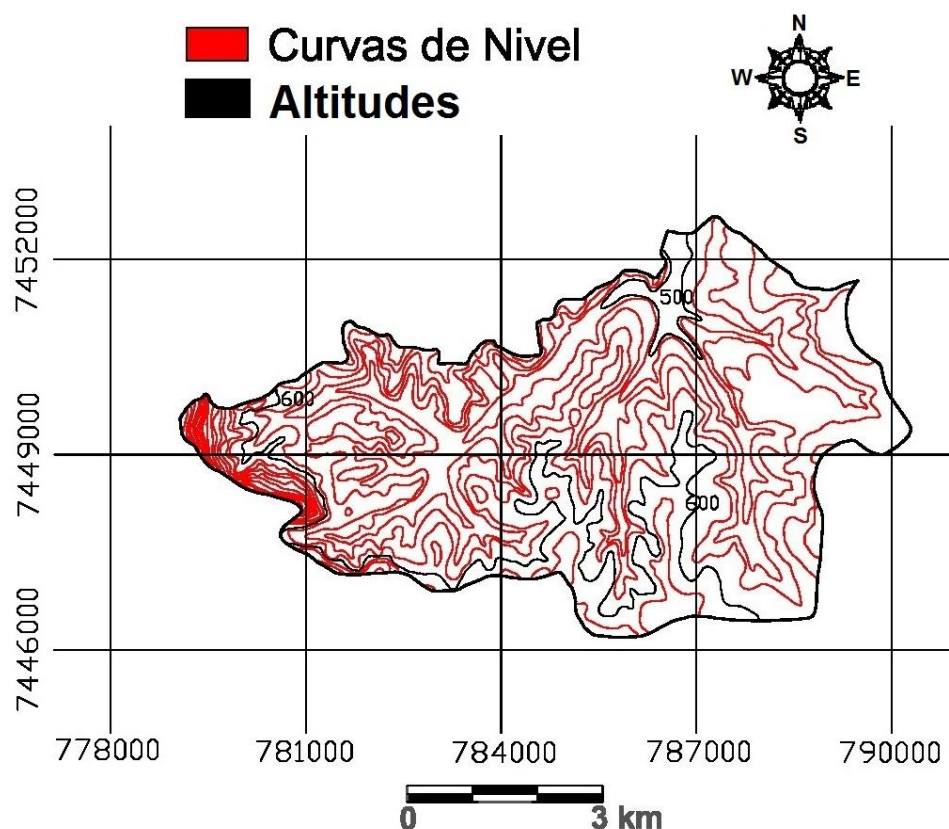


Figura 9. Declividade da microbacia I da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

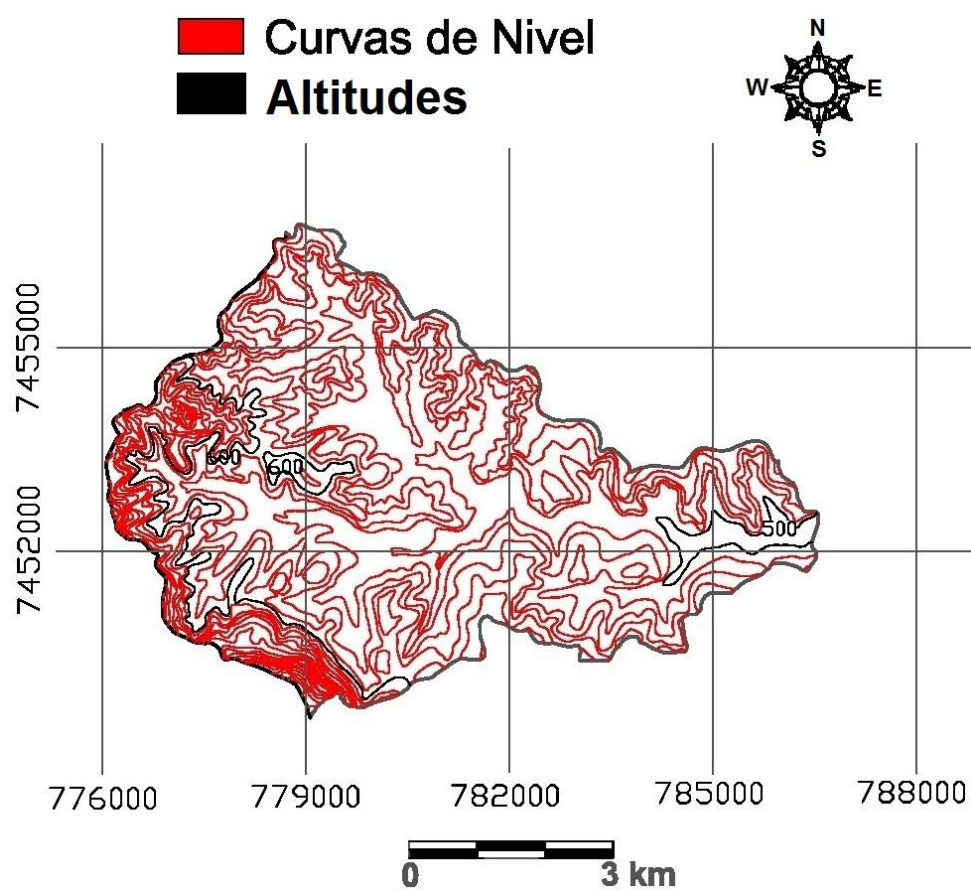


Figura 10. Declividade da microbacia II da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

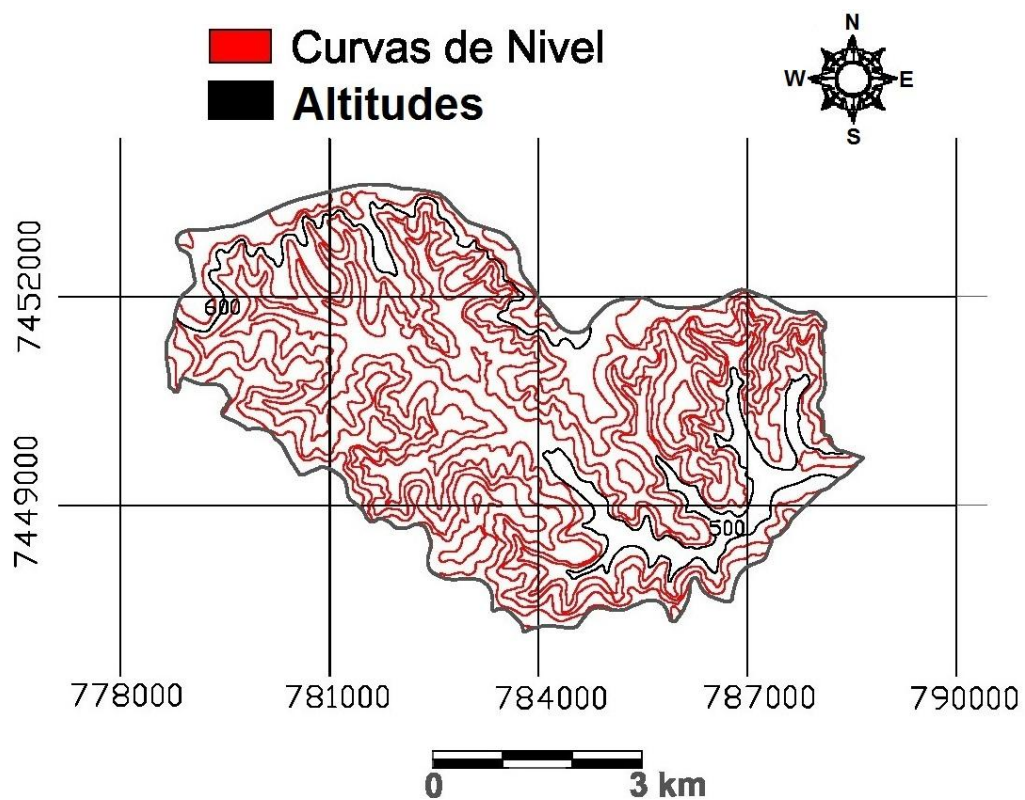


Figura 11. Declividade da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria - Bofete (SP).

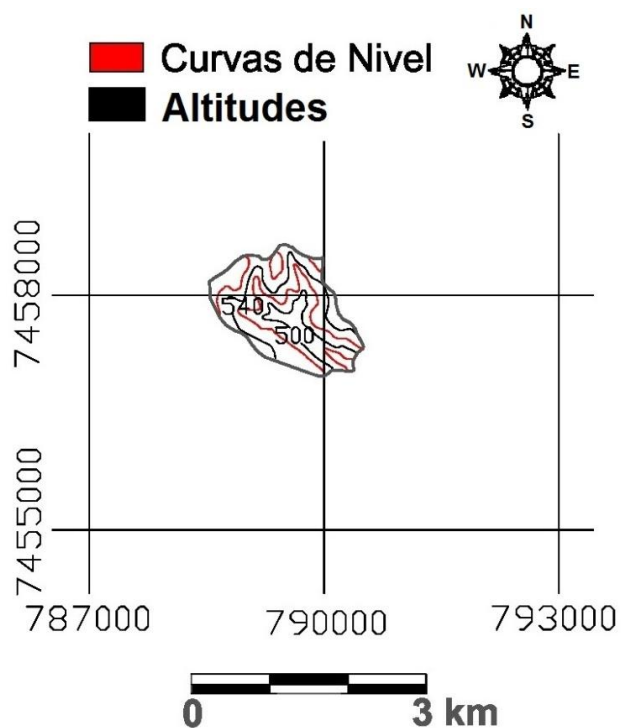


Figura 12. Declividade da microbacia IV da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

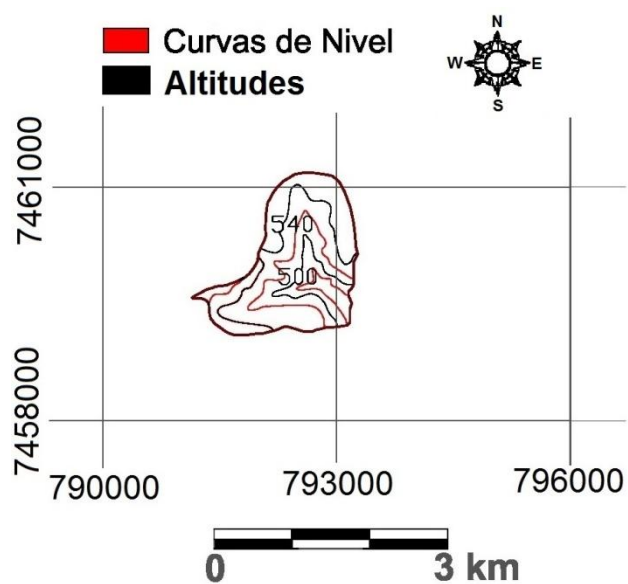


Figura 13. Declividade da microbacia V da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

4.1.4. Coeficiente de Rugosidade (CR)

O coeficiente de rugosidade é utilizado para diagnosticar as probabilidades de vir a ocorrer erosões. Desta forma, as microbacias III e IV, por apresentarem maiores valores de “CR”, têm maiores chances de sofrer os efeitos da erosão, necessitando de medidas para prevenção e maior taxa de áreas cobertas pela vegetação (Tabela 5).

Tabela 5. Microbacias e respectivos Coeficientes de Rugosidade.

Microbacia	CR
I	8,65
II	12,59
III	21,42
IV	24,85
V	11,80
Média	15,80

A partir do “CR” também se pôde estabelecer classes para usos potenciais da terra, através do cálculo da amplitude dos valores de “CR” encontrados para as microbacias, que foi de 16,2 dividido por 4, referente as quatro classes de aptidão agrícola segundo o “CR”. Os resultados deste cálculo estão na Tabela 6.

Tabela 6. Classes de uso da terra a partir dos resultados do Coeficiente de Rugosidade.

CR	Classe	Microbacia
8,65 – 12,70	A	I, II e V
12,71 – 16,76	B	-
16,77 – 20,82	C	-
20,83 – 24,85	D	III e IV

A = Solos apropriados para agricultura (menor valor de CR);

B = Solos apropriados para pastagens (pecuária);

C = Solos apropriados para pastagens/reflorestamentos; e,

D = Solos apropriados para reflorestamentos (maior valor de CR).

Constata-se que na “classe A”, onde se encontram as terras propícias para culturas anuais, segundo a metodologia adotada, englobou as microbacias I, II e V, as quais possuem como principais usos do solo pastagens, florestas naturais e reflorestamento por eucalipto, não coincidindo com suas respectivas classes de aptidão agrícola.

Para as microbacias III e IV recomenda-se a dominância da prática de reflorestamentos, o que foi detectado pelo mapa de uso do solo se levado em consideração a soma das áreas de florestas naturais e reflorestamentos por eucalipto, coincidindo com a classe “D”, estabelecida segundo o coeficiente de rugosidade. A presença de vegetação é considerada fator importante de prevenção a processos erosivos. O coeficiente de rugosidade médio mostra aptidão agrícola para pastagens (Classe B), cultura que vem sendo utilizada na maior parte da bacia de acordo com o mapa de usos do solo, entretanto não encontrado em nenhuma das microbacias estudadas.

Todavia, assim como afirmou Serra (1993) o coeficiente de rugosidade não deve ser analisado isoladamente, já que nem sempre serão encontradas numa bacia as quatro classes propostas. É possível, também, encontrar bacias onde nenhuma das microbacias se preste à agricultura.

4.1.5. Hierarquia fluvial ou ordem da bacia (W)

A ordem da microbacia (W) é uma classificação da rede de drenagem, com a identificação e quantificação de todos os canais, segundo (HORTON, 1945). Quanto maior for a ordem do rio principal, maior será a quantidade de rios existentes e maior será também sua extensão.

Quanto à ordem, foram identificados e quantificados todos os canais da rede de drenagem de cada microbacia, sendo de 4º ordem (Nw4) as microbacias II e III, de 3º ordem (Nw3) a microbacia I e de 2º ordem (Nw2) as microbacias IV e V (Tabelas 7 a 11, Figuras 14 a 18).

A microbacia III possui a maior quantidade de canais, 43, com um comprimento total da rede drenagem de 49,283km de extensão. A segunda microbacia com

maior quantidade de canais foi a II, com 29 segmentos de rios, totalizando 46,844 km de extensão.

Tabela 7. Hierarquia Fluvial da microbacia I do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Ordem (W)	Nº de rios	Comprimento (Km)
1º	8	17,396
2º	3	11,410
3º	1	1,062
Total	12	29,868

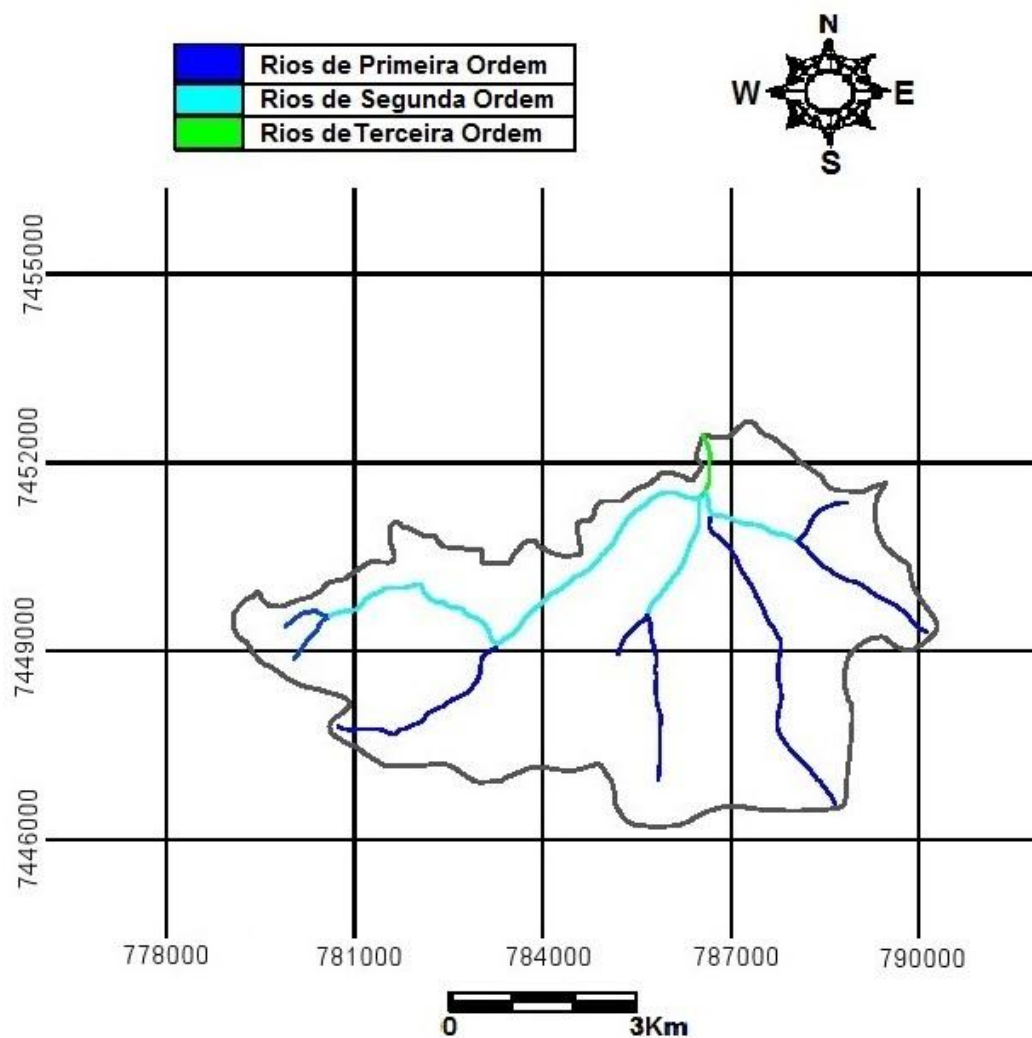


Figura 14. Hierarquia Fluvial da microbacia I da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Tabela 8. Hierarquia Fluvial da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Ordem (W)	Nº de rios	Comprimento (Km)
1º	20	25,582
2º	6	9,037
3º	2	6,940
4º	1	5,285
Total	29	46,844

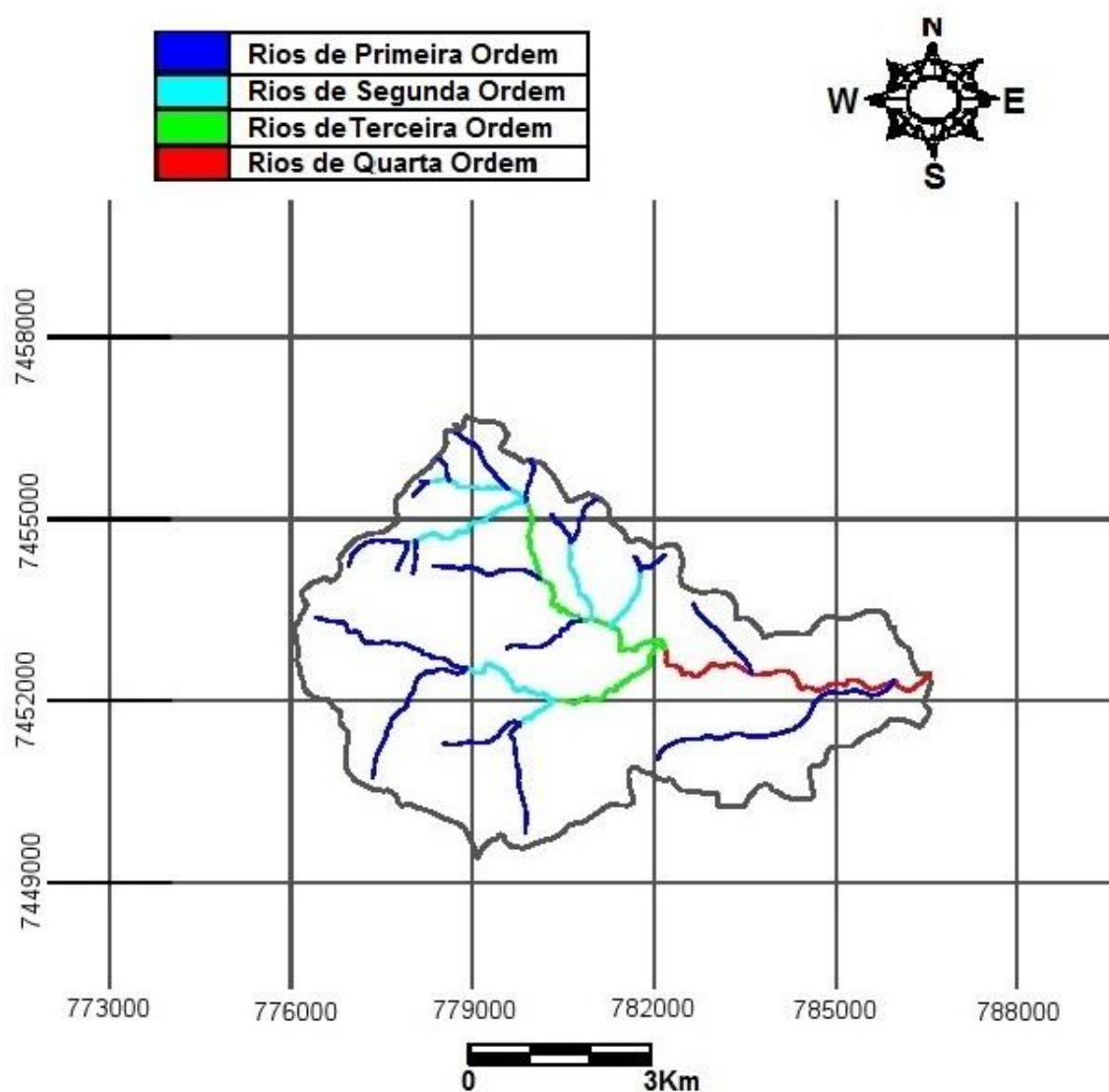
**Figura 15.** Hierarquia Fluvial da microbacia II da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Tabela 9. Hierarquia Fluvial da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Ordem (W)	Nº de rios	Comprimento (Km)
1º	31	25,316
2º	9	12,439
3º	2	3,625
4º	1	7,903
Total	43	49,283

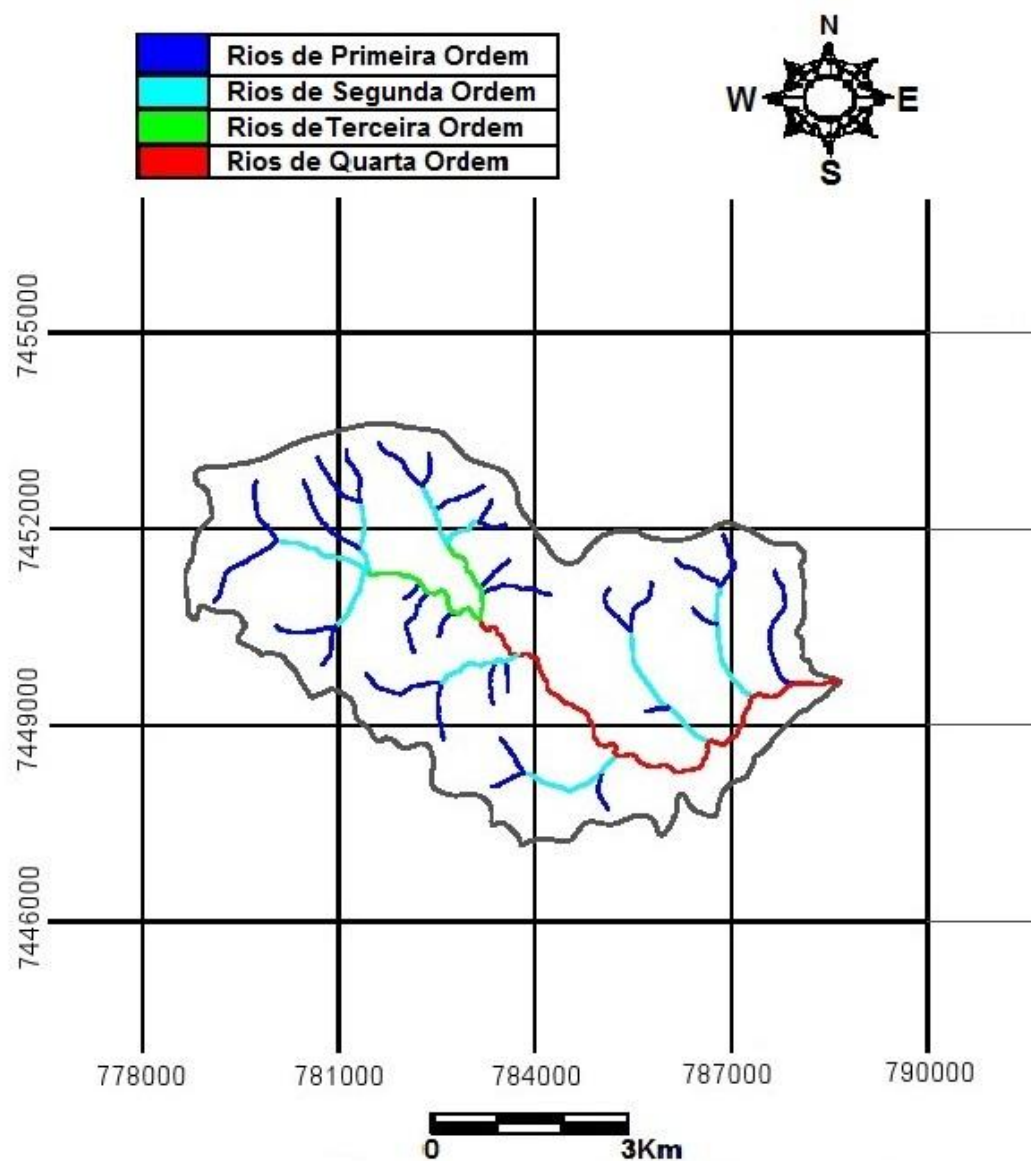
**Figura 16.** Hierarquia Fluvial da microbacia III da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Tabela 10. Hierarquia Fluvial da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Ordem (W)	Nº de rios	Comprimento (Km)
1º	3	2,063
2º	1	1,199
Total	4	3,262

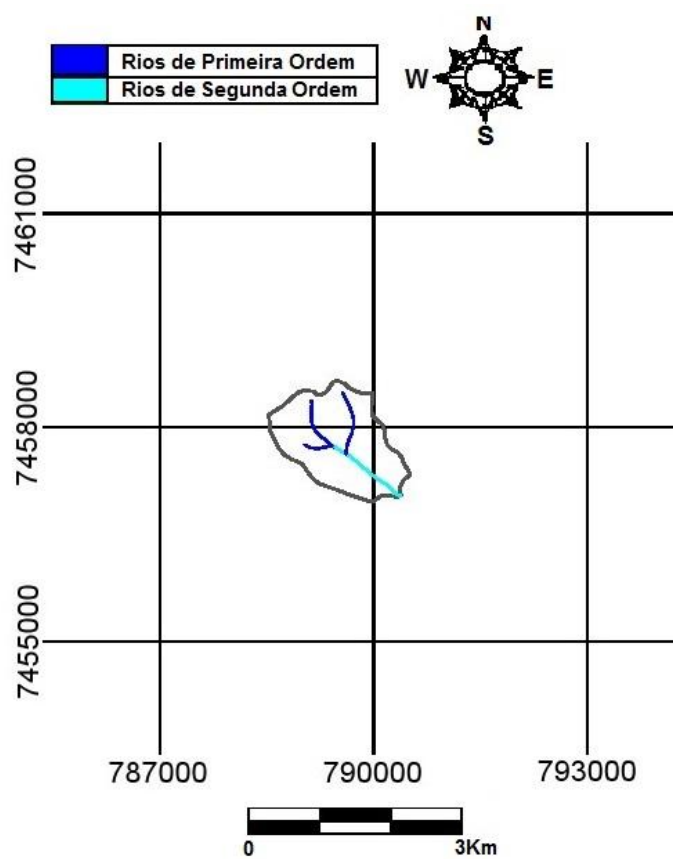
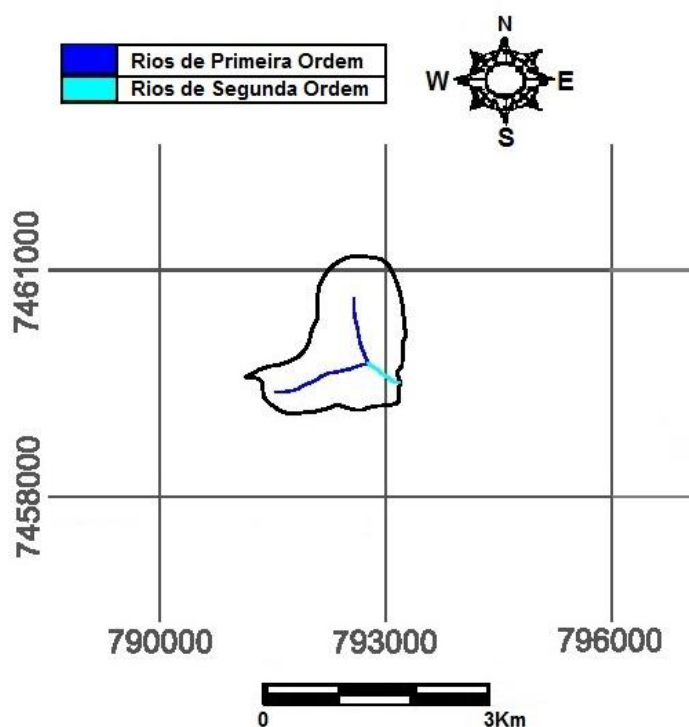
**Figura 17.** Hierarquia Fluvial da microbacia IV da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Tabela 11. Hierarquia Fluvial da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

Ordem (W)	Nº de rios	Comprimento (Km)
1º	2	2,205
2º	1	0,493
Total	3	2,698

**Figura 18.** Hierarquia Fluvial da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

4.1.6. Uso do solo

Os usos do solo das microbacias estudadas mostram que grande parte da superfície destas está ocupada por pastagens (Figuras 19 a 24 e Tabela 12). A microbacia II é a que possui maior porcentagem de sua área composta por pastagens, 42,84%.

Destaca-se a vegetação em forma de florestas. Este é um parâmetro muito importante, pois de acordo com Rocha (1990), as matas são fundamentais no controle de erosão e de enchentes, pois quando estão situadas em locais adequados são fundamentais na recarga do lençol freático. Com exceção da microbacia V, as demais possuem valores acima de 25% de suas áreas cobertas por florestas, sendo a microbacia IV a que apresenta maior porcentagem de florestas em relação à sua área total com 44,29%.

A terceira cobertura vegetal mais importante presente nas microbacias foram as ocupações do solo por reflorestamento com eucalipto. Essa atividade vem sendo implantada na região muitas vezes em substituição da pecuária pelo maior retorno financeiro ao proprietário rural. O reflorestamento é uma atividade considerada apropriada para áreas com maiores declividades, caso das microbacias I, III e IV, evitando principalmente processos erosivos decorrentes do escoamento superficial, porém deve-se ressaltar a importância de se respeitar os limites das áreas de preservação permanente impostos por lei.



Figura 19. Área de pastagem e reflorestamento por eucalipto na microbacia III.

Tabela 12. Ocupações do solo das microbacias da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

Classes de Uso	Microbacia									
	I		II		III		IV		V	
	Área		Área		Área		Área		Área	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Floresta	1355,76	33,48	1460,25	36,40	1244,52	32,66	90,36	44,29	47,97	18,16
Reflorestamento	1124,01	27,75	832,41	20,75	980,55	25,73	78,39	38,42	119,61	45,26
Pastagem	1561,41	38,55	1719,06	42,84	1465,65	38,46	35,19	17,25	96,30	36,44
Seringueira	-	-	-	-	99,0	2,60	-	-	-	-
Citrus	-	-	-	-	10,44	0,27	-	-	-	-
Solo Exposto	6,84	0,16	-	-	3,69	0,10	-	-	-	-
Várzea	0,9	0,02	-	-	3,51	0,09	-	-	-	-
Barragem	0,18	0,04	0,45	0,01	3,51	0,09	0,09	0,04	0,36	0,14
Total	4049,1	100,00	4012,17	100,00	3810,87	100,00	204,03	100,00	264,24	100,00

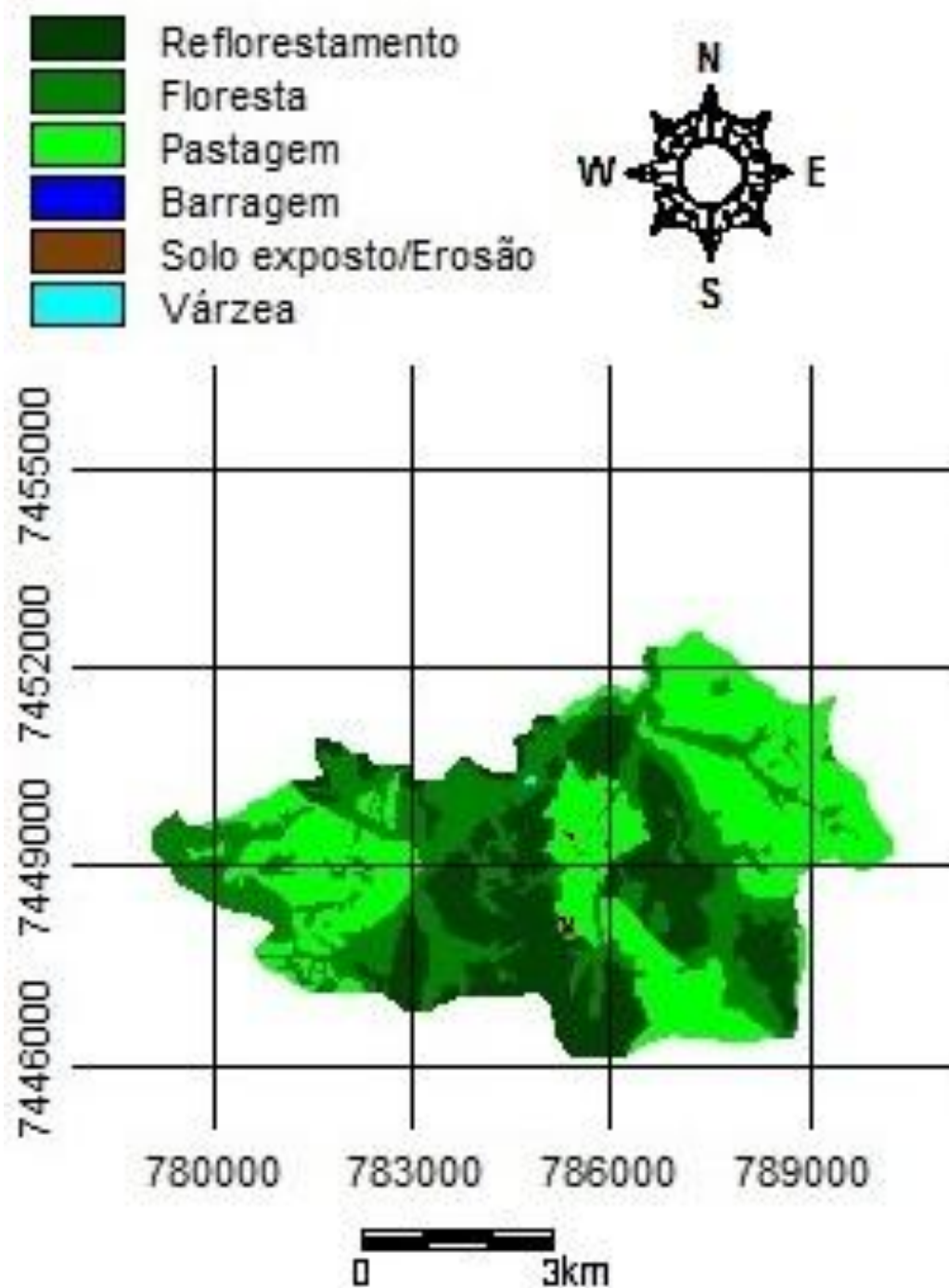


Figura 20. Ocupações do solo da microbacia I da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

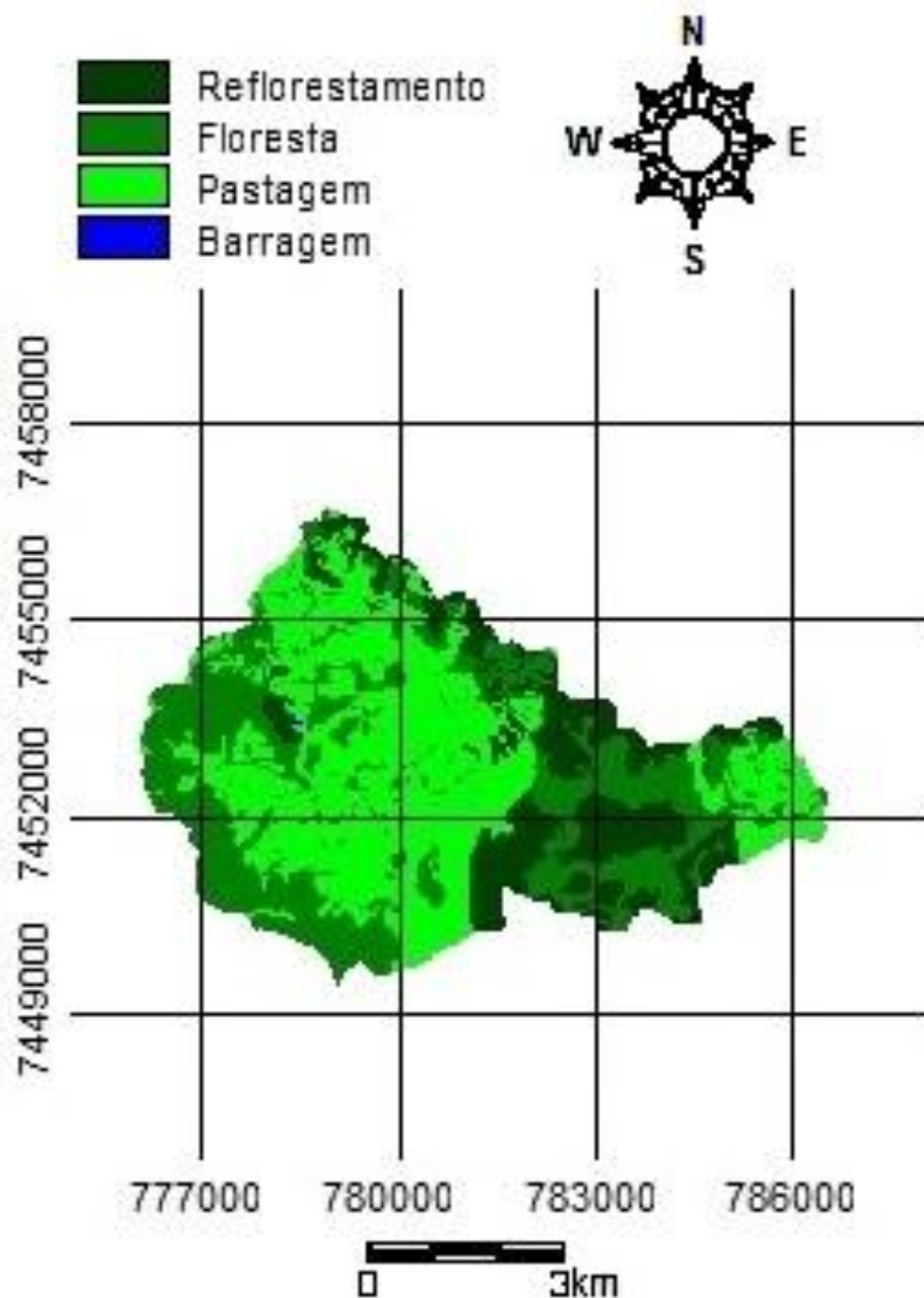


Figura 21. Ocupações do solo da microbacia II da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

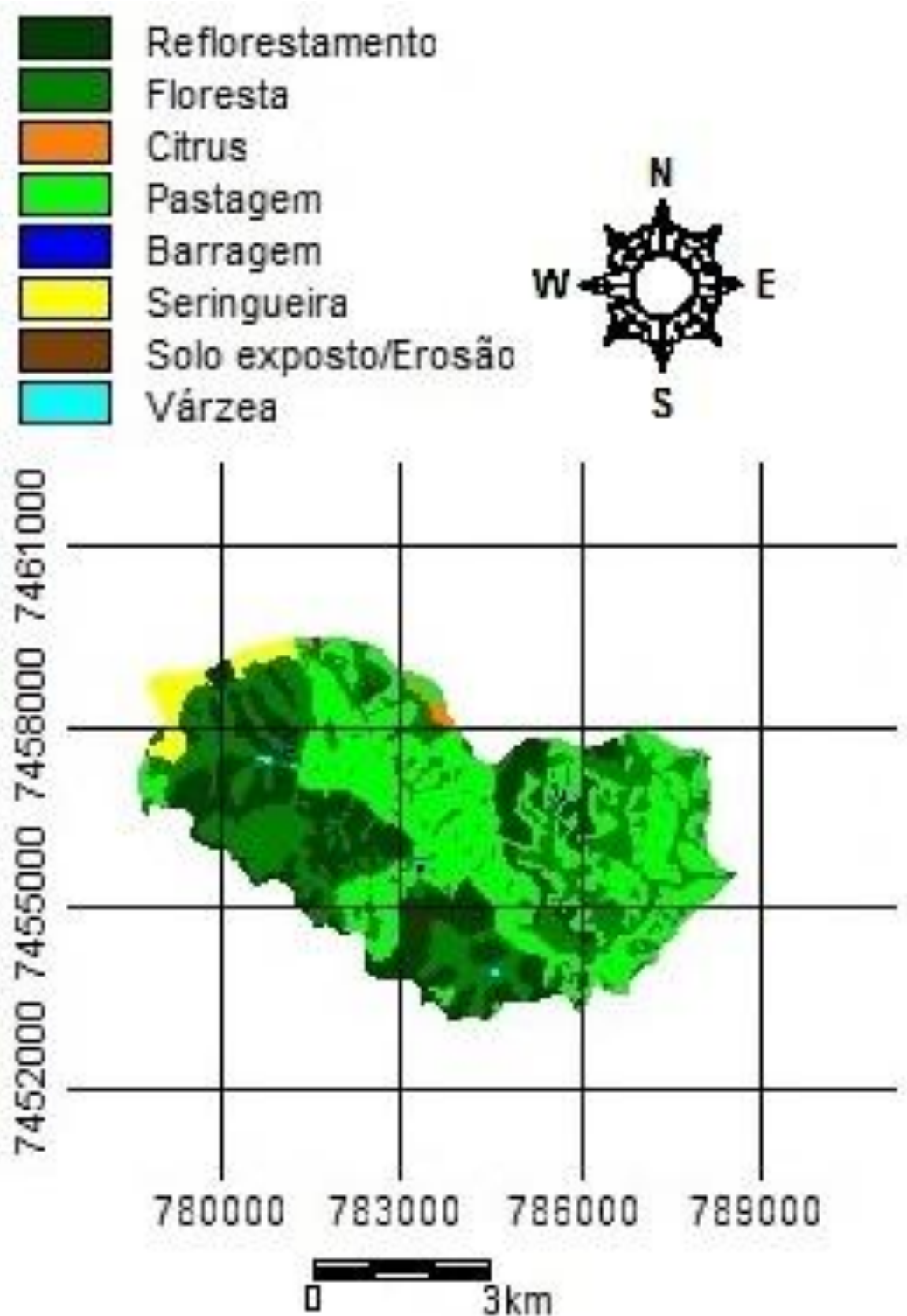


Figura 22. Ocupações do solo da microbacia III da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

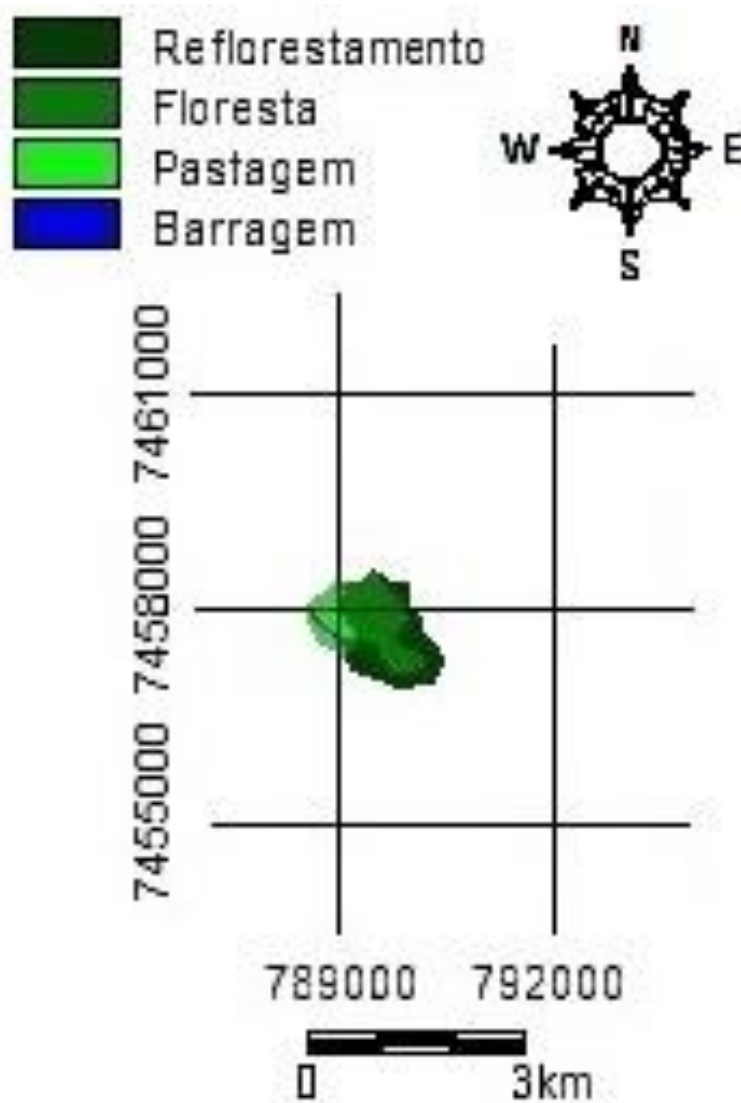


Figura 23. Ocupações do solo da microbacia IV da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

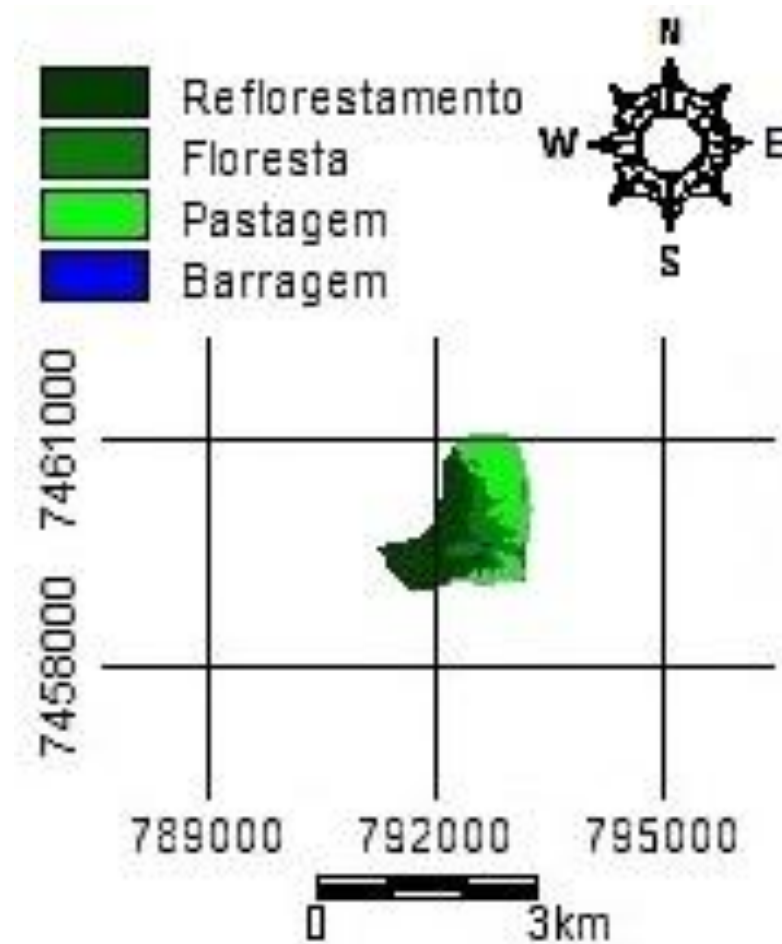


Figura 24. Ocupações do solo da microbacia V da bacia do ribeirão Água - Fria, Bofete (SP).

4.1.7. Conflitos de uso, áreas a reflorestar e deterioração das microbacias de estudo

Uma das principais causas da deterioração dos recursos hídricos são os conflitos de uso da terra, que podem causar erosões e como consequência assoreamentos de corpos d'água. Pela metodologia adotada, as microbacias I, II e V, com aptidão agrícola para classe “A” segundo coeficiente de rugosidade, embora possuam declividades acima de 10%, não consolidaram conflitos de uso em suas terras, pois não possuem o desenvolvimento de culturas agrícolas anuais irrigadas ou em terrenos secos, queimadas ou áreas desérticas. As microbacias III e IV apresentaram conflitos de uso por serem terras com aptidão agrícola classes “D”, indicadas para reflorestamentos, segundo coeficiente de rugosidade, e possuírem desenvolvimento da atividade pecuária em suas áreas, confirmado pela grande quantidade de pastagens, sobretudo na microbacia III (Tabela 13, Figuras 25 e 26), sendo a declividade fator de risco principalmente no caso de pastagens mal cultivadas e degradadas e com baixa produção, acarretando em menor cobertura vegetal e maiores riscos de erosões.

Tabela 13. Diagnóstico Físico-Conservacionista das microbacias da bacia do ribeirão Água – Fria, Bofete (SP).

Microbacia	A (ha)	C.USO (ha)	(%)	C.R	F.N (%)	A.R (ha)	(%)	E (+); D(-) (ha)	(%)	A.T (ha)	(%)	A.D.M (ha)	(%)
I	4049,1	-	-	A	33,48	-	-	-2692,26	66,49	2692,26	66,49	-	-
II	4012,17	-	-	A	36,39	-	-	-2551,47	63,59	2551,47	63,59	-	-
III	3810,87	1465,65	38,46	D	32,66	660,8	17,3	-	-	660,8	17,34	2126	55,8
IV	204,03	35,19	17,25	D	44,29	11,65	5,71	-	-	11,65	5,71	46,8	23
V	264,24	-	-	A	18,15	18,1	6,85	-197,81	74,86	215,91	81,71	18,1	6,85

Área (A); Conflitos de uso (C.USO); Coeficiente de Rugosidade (CR); Florestas Naturais (F.N); Áreas a reflorestar (A.R); Excesso (+); disponibilidade (-) em agricultura (E (+); D(-)); Área a ser trabalhada para manejo correto da microbacia (A.T); Área deteriorada por microbacia (prioridades) (A.D.M);



Figuras 25 e 26. Conflito de uso com pastagem em área de preservação permanente na microbacia III.

Segundo Rocha (1997) a área mínima de cobertura florestal que uma bacia deve ter é de 25%, quando esta se apresenta com declividade média até 15%. As microbacias I, II e V possuem declividades médias inferiores a 15%, entretanto apenas a microbacia V possui áreas a reflorestar, 18,10ha, pois não atende o mínimo de 25%, de acordo com a Tabela 13. As microbacias I e II não necessitam de incremento florestal uma vez que possuem valores superiores ao mínimo exigido, mostrando conservação em relação às florestas naturais. As microbacias III e IV apresentam declividades médias superiores a 15% e o reflorestamento mínimo indicado foi da ordem de 50%, conferindo grande parte desse reflorestamento à microbacia III com uma área equivalente a 660,80ha a serem reflorestados para atingir o mínimo necessário.

Quanto ao excesso ou disponibilidade em agricultura, as microbacias I, II e V, com aptidão para agricultura segundo seus coeficientes de rugosidade, demonstram grande disponibilidade em agricultura, com valores entre 60 e 75% de suas áreas, o que influenciou nas áreas a serem trabalhadas para manejo correto, pois grande parte dessas áreas que poderiam estar sendo ocupadas por culturas anuais estão ocupadas por pastagens e reflorestamentos.

O índice de deterioração físico-conservacionista apresentou resultados acima dos 10% permitidos para as microbacias III e IV, sendo essas microbacias consideradas prioritárias, sobretudo no que tange o aspecto reflorestamento (florestas naturais) e controle

dos conflitos de uso do solo, conforme Tabela 13. A microbacia V apresentou um índice de 6,85% de deterioração, abaixo do mínimo de 10%, mostrando com isso maior conservação. As microbacias I e II, não mostraram resultados positivos para esse índice, mostrando conservação principalmente pela presença significativa de florestas naturais e reflorestamentos.

4.2. Diagnóstico Socioeconômico

4.2.1. Variável demográfica

Foi aplicado o questionário socioeconômico em 25 propriedades rurais sendo que o mesmo possibilitou a caracterização da realidade do produtor rural na área de estudo.

Considerando em primeiro lugar a idade do produtor rural, verificou-se que a grande maioria dos produtores rurais entrevistados apresentou média de idade entre 46 e 65 anos, considerada alta de acordo com a metodologia proposta para o diagnóstico socioeconômico realizado.

Em relação à instrução educacional dos produtores rurais, parte apresentou um grau de escolaridade considerado "baixo", de 1ª à 4ª série do ensino fundamental. A média dos entrevistados estudou da 5ª a 8ª série do ensino fundamental, nem sempre completo, índice considerado "médio baixo". Um ponto importante foi à constatação de que os filhos frequentemente têm um nível de escolaridade maior do que a de seus pais.

Quanto ao local de nascimento do produtor, a maior parte nasceu em cidades próximas, sendo que a maioria reside em casas rurais do município de Bofete. Enfatiza-se, porém, que os mais idosos acabaram nascendo em suas casas, mostrando que as condições básicas de saúde à população avançaram nas últimas décadas.

No quesito número de famílias por propriedade, apenas um produtor rural diz ter em sua propriedade duas famílias, possuindo todos outros produtores rurais entrevistados, apenas uma família residindo em suas propriedades.

Relatando a média de idade do núcleo familiar, a maioria das propriedades entrevistadas apresentou média de idade entre 36 e 45 anos, sendo este

considerado, conforme citado anteriormente, como "média". Deve se levar em conta que esse resultado é para a média dos entrevistados, pois vêm em decorrência dos produtores rurais em questão apresentarem significativo número de filhos em idade escolar, ou conforme já citado, entre 16 e 35 anos.

As pessoas com essa faixa etária não mostram interesse, na maioria dos casos pesquisados, em continuar com o trabalho no campo. A grande maioria dos filhos dos produtores rural prefere, ao terminarem seus estudos, trabalhar e morar na cidade, fato impulsionado também pelo aumento do grau de escolaridade.

Ainda nessa linha de pensamento, tratando-se do total de pessoas do núcleo familiar, a maioria dos entrevistados revelou um percentual baixo de pessoas no seu núcleo familiar, ou seja, duas pessoas. Muitos dos entrevistados moram sozinhos ou acompanhado da esposa e um filho.

Em relação aos filhos dos produtores em idade escolar, a maioria frequenta a escola em suas respectivas séries, considerando para isso a importante presença do ônibus escolar cedido pela prefeitura de Bofete que faz o transporte.

Do local de nascimento dos residentes da área de estudo, a maioria são das cidades mais próximas com estrutura hospitalar. Alguns dos mais idosos nasceram em casas rurais, fato mais comum para a época dos que viviam no meio rural, mostrando que, como na maior parte do País, as condições básicas de saúde à população avançaram nas últimas décadas.

4.2.2. Variável habitacional

Analisando-se o tipo de habitação dos produtores rurais envolvidos na pesquisa, a maioria possui casa de alvenaria em bom estado de conservação, ressaltando-se que existem contrastes quanto a essa variável, onde se encontram casas bem planejadas e estruturadas a casas antigas e sem conservação. O estado precário de conservação, segundo os relatos, atribuiu-se principalmente pelo fato do produtor ter baixa renda em sua produção e priorizar, por exemplo, o sustento da família e a manutenção da própria estrutura da propriedade.

Quanto ao número de cômodos das casas dos pesquisados, a maioria possuem casas com quatro cômodos. Em relação ao número médio de pessoas por quarto, verificou-se uma média de uma pessoa por quarto na maioria das casas. O tipo de fogão apresentado pelos entrevistados é o fogão a gás. Algumas propriedades apresentaram dois tipos de fogões, a lenha e a gás.

A maior parte da água consumida pelos entrevistados é provinda de poços semi-artesianos e minas, não recebendo nenhum tipo de tratamento. Algumas propriedades foram exceções e utilizavam água tratada por estarem em locais próximos de tratamento. Em relação aos esgotos, notou-se que a maioria o elimina através de fossa, contudo houve casos em que o esgoto era eliminado livremente. O abastecimento de água é um parâmetro fundamental no momento em que está intimamente relacionado à saúde da população. Segundo estudos feitos por Amaral et al., (2003), mais de 90% dos reservatórios, águas de fontes e consumo humano durante o período de chuvas, e uma porcentagem equivalente durante a estiagem, estavam fora dos padrões microbiológicos para consumo humano. Para eles, a adoção de medidas preventivas, que visem à preservação das fontes de água e o tratamento das já comprometidas, são ferramentas necessárias para diminuir consideravelmente os riscos de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica.

Quanto à eliminação de resíduos sólidos, a maioria dos produtores pesquisados recebe a coleta do lixo na porteira das propriedades. Vale ressaltar que embora haja coleta, alguns produtores enterram ou queimam o lixo seja pela distancia que essas propriedades ficam em relação à passagem do caminhão ou mesmo por ignorar o programa implementado pela prefeitura de Bofete.

Levando-se em consideração a eliminação de embalagens de agrotóxicos, poucos produtores devolvem as embalagens de agrotóxicos aos locais de venda. A maioria relata que queimam, reutilizam ou mesmo deixam em qualquer lugar as embalagens, contrariando no caso as normas sanitárias.

O tipo de piso das casas da maioria dos produtores é de cimento. Nenhuma casa, por exemplo, apresenta piso de terra batida. Quanto ao tipo de telhado e de parede a maioria é de telha e apresentam paredes em bom estado de conservação. Em relação à eletricidade 100% dos produtores entrevistados possuem eletricidade em suas propriedades, a

maioria sistema trifásico. A energia elétrica é considerada hoje como um fator essencial à boa qualidade de vida da população.

Em relação às formas de informação, notou-se que em quase 100% das propriedades houve o registro de televisão e rádio. Quanto ao acesso a outras formas de informação, nenhuma delas possui internet, e, entre jornais e revistas o acesso a revistas, mesmo que usadas, foi maior que o de jornais.

4.2.3. Variável Alimentação

Quanto ao consumo de alimentos por parte dos entrevistados, relatou-se que o consumo de proteínas (carne, leite, ovos), variou de "baixo" a "médio alto", destacando-se o maior consumo desses itens para aqueles que criam aves e gado em suas propriedades. O macarrão é a principal massa consumida, porém o consumo arroz com feijão é praticamente diário. Outras fontes de carboidratos como batata, pão, mandioca são consumidos em uma variação de uma a duas vezes por semana. O consumo de verduras, legumes e de frutas ocorre com maior frequência nas propriedades que possuem horta ou pomar e produção própria desses alimentos.

4.2.4. Participação em organização (associação rural), salubridade rural, animais de trabalho e produção

Nenhum dos entrevistados participa de algum tipo de organização ou associação rural, que poderia ajudar na ampliação de recursos, conhecimento, e o melhor desenvolvimento dessas propriedades rurais.

A infestação por pragas domésticas foi considerada baixa a média, com maior referência às formigas, moscas, pernilongos e baratas. Ratos e morcegos foram citados por alguns. Em relação ao combate dessas pragas, praticamente foi unânime a resposta positiva. Não foi registrada nenhuma infestação por endemias.

4.3. Fator econômico

Grande parte dos proprietários entrevistados e que não possuem suas terras consideradas em desuso, relataram que a renda obtida na unidade rural mantém a estabilidade, embora se constatasse casos em que a renda é insuficiente para conduzi-la e se tivessem mais apoio e instrução dos órgãos de assistência técnica esses valores poderiam ser mais significativos. As atividades lucrativas foram registradas principalmente nas maiores propriedades.

A variedade de animais de produção da bacia analisada foi baixa, predominando propriedades que apresentavam até duas variedades. Destaque para galinhas caipiras, pecuária extensiva de corte e de leite. Minhocultura e ranicultura não foram registradas na bacia.

As pastagens para a maioria dos proprietários foram relatadas como conservadas. Em relação a reserva de área para reflorestamento, poucas foram às unidades rurais que apresentaram o plantio de pinus ou eucalipto para o fornecimento de madeira, mostrando que apesar de haver grande área reflorestada na bacia, essa se encontra implantada e distribuída num pequeno número de propriedades.

Analisando-se o perfil do produtor rural em relação à variável: "a quem ele vende a produção agrícola, pecuária e florestal" chegou-se aos resultados de que a maioria dos produtores rurais de maior porte vende sua produção diretamente para as agroindústrias. Já os pequenos produtores que não possuem sua propriedade em desuso, vendem suas produções para intermediários, armazéns ou mesmo não comercializam.

Quanto à fonte de crédito agrícola a maioria dos produtores disse não ter acesso a esses mecanismos de financiamento, o que poderia alavancar sobremaneira a dinâmica da escala de produção agrícola. Os poucos proprietários que disseram ter acesso ao financiamento possuíam maiores áreas e com estrutura de produção implantada.

4.4. Fator tecnológico

Analisando-se o perfil de área das propriedades em hectares dos produtores rurais envolvidos na presente pesquisa, a maioria das mesmas é considerada, de acordo com a metodologia adotada, como "pequenas propriedades com 21 a 50 ha com aproveitamento de 50% ou mais", onde a maior parte da mão de obra provém da própria família, embora haja propriedades com grandes áreas arrendadas para o reflorestamento por eucalipto.

Em relação ao tipo de posse a maioria declarou serem proprietários com escrituras de suas terras, as quais estão em muitos casos em posse da família por várias gerações ou, como já relatada, muitos produtores nasceram nas próprias sedes das propriedades.

Quanto ao uso de biocidas na lavoura, poucos dos entrevistados afirmaram usá-los ocasionalmente. A maioria disse não fazer uso deste produto e apenas um produtor rural afirmou usa-lo regularmente. Muitos produtores se utilizam principalmente de formicidas do tipo granulado para combate de formigas cortadeiras de forma ocasional. Nenhum proprietário disse fazer o uso de irrigação em suas áreas, principalmente pela falta de recursos técnicos e financeiros, já que não recebem assistência técnica e nem possuem financiamentos.

Sobre a prática de adubação e/ou calagem praticadas pelos produtores rurais, a maioria relataram não fazer uso, sendo poucos produtores que realizam ocasionalmente essa prática. O alto custo do calcário e dos adubos minerais foi relatado como sendo muito oneroso por grande parte dos produtores rurais tornando-se inviável seu uso na grande maioria das vezes.

O tipo de tração utilizada pelos produtores rurais relacionados nesta pesquisa para o preparo do solo quando a propriedade não está em desuso é a tração manual e animal. Poucos proprietários entrevistados se utilizam de tração mecânica.

Quanto ao tipo de uso do solo ou como preparam o mesmo para plantio ou mesmo para conservação, a maioria dos entrevistados diz fazer o plantio morro abaixo ou a favor do declive.

Esse dado sobre o tipo de uso do solo é importante, pois o plantio não

sendo em nível pode levar o terreno a sofrer com processos erosivos, ocasionando perda da fertilidade do solo pelo arraste dos minerais ocasionados pelo grande volume de enxurradas presente nos períodos de grande pluviosidade, acarretando também no assoreamento de rios.

Ao questionar os produtores quanto à realização de alguma prática de conservação do solo, menos da metade dos entrevistados realizam alguma obra de conservação do solo.

Poucos produtores entrevistados dizem fazer algum tipo de prática conservacionista. É comum ouvir dos produtores rurais, por exemplo, que esse tipo de procedimento não é de suma importância ou fundamental para o êxito da sua produção, e que seus avós e pais nunca precisaram realizar esse tipo de mecanismo. Nesse sentido é perceptível certa resistência a técnicas novas de conservação e até mesmo ouve-se dos produtores que apenas precisa desse tipo de procedimento quem possui terras muito ruins.

Relatou-se também que, mesmo para os que procuram realizar práticas conservacionistas, existem dificuldades como conseguir o aluguel dos tratores por parte dos organismos responsáveis pelo apoio técnico, visto que a maioria não recebe assistência técnica. A maioria dos produtores entrevistados disse conhecer programas de conservação do solo, principalmente terraceamento em nível e caixas de contenção de enxurradas, porém poucos afirmam saber executar essas práticas.

Sobre a posse de maquinário agrícola, a maioria dos produtores relatou não possuir nenhum tipo de maquinário agrícola em suas propriedades.

Praticamente não há produção de artesanato e industrialização da matéria-prima nas propriedades, com exceção da produção de queijo e doces para consumo próprio em algumas propriedades.

4.5. Índice de deterioração socioeconômica

A planilha de dados com os resultados quantitativos em cada microbacia, obtida através dos questionários, está apresentada como Apêndice, no final deste trabalho. Já os índices de deterioração socioeconômica, obtidos através do cálculo de cada reta e representados em porcentagem de deterioração, estão contidos na Tabela 14.

Tabela 14. Índice de deterioração socioeconômica (IDSE) e seus fatores deteriorantes, em porcentagem de deterioração, obtidos na bacia do ribeirão Água - Fria (AF) e em suas microbacias.

Microbacia	Fatores Deteriorantes			IDSE
	Fator Social (%)	Fator Econômico (%)	Fator Tecnológico (%)	
I	44,96	78,88	68,64	53,71
II	41,07	76,56	65,52	50,19
III	51,06	90,48	74,88	60,77
IV	49,40	69,60	65,52	54,89
V	48,29	71,92	65,52	54,50
AF	46,95	77,49	68,01	54,81

Nota-se que em relação ao fator social, as microbacias analisadas possuem valores próximos da média para a bacia. Isso ocorreu devido ao predomínio de atividades monocultoras ou propriedades em desuso nestas microbacias, especialmente representadas pelas grandes áreas com exploração de reflorestamento por eucalipto.

Como o índice de deterioração social está diretamente relacionado com a presença de habitações e moradores, partindo-se do princípio que todas as propriedades devem ser a fonte de renda e de qualidade de vida para seu proprietário, as propriedades em desuso ou essencialmente monocultoras receberam um máximo de deterioração social.

O fator econômico foi o que demonstrou valores mais elevados, principalmente pela dificuldade de acesso aos créditos rurais existentes, baixa produtividade ou ausência de atividade lucrativa nas propriedades. A ausência de assistência técnica e de maquinários, sobretudo nas pequenas propriedades foi o que acarretou nos altos valores para o fator tecnológico.

Segundo a metodologia utilizada neste estudo, o grau de deterioração admissível sem o alerta para problemas de ordem socioeconômica que acabam por implicar diretamente no perfil do produtor rural principalmente, nesta pesquisa, considerando os cuidados com o solo, é de 10 %. No caso 54,81 % como resultado é mais do que o dobro do admissível para o referido índice.

As principais ações nesse sentido, considerando toda etapa de verificação da realidade estudada seriam maiores participações, interações e dinâmicas entre

os órgãos públicos de assistência técnica e os produtores rurais com um todo, principalmente em relação aos programas de conservação do solo. Vale lembrar que foram verificadas ações positivas em outras três microbacias no município de Bofete, principalmente pelo convenio com a Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA) para o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - PEMH: Córrego da Jacutinga, Ribeirão do Óleo e Três Pedras, contando com a participação de conselheiros municipais, autoridades e produtores. Os trabalhos iniciaram com o levantamento socioeconômico e ambiental, elaboração de croqui, levantamentos de solos e estradas. Posteriormente a essas etapas, foi realizado o diagnóstico participativo contando com a presença ativa do público beneficiário para evidenciar e priorizar os principais problemas que estão dificultando e até impedindo o desenvolvimento rural sustentável dos bairros dessas microbacias.

Alguns produtores da bacia do ribeirão Água - Fria relataram que são raras ou quase inexistentes as visitas técnicas para conhecimento da realidade e dos problemas. Esse é um fator agravante e chama a atenção para a iniciativa por parte dos órgãos municipais e estaduais quanto a programas para ações educativas, conscientização e prevenção de cuidados com o solo e água dessas áreas, tendo como exemplo ações desenvolvidas em outras áreas como observadas nos exemplos acima.

4.6. Resultados do diagnóstico ambiental

O índice de deterioração da qualidade ambiental, obtido através de questionários nas microbacias analisadas, está contido na Tabela 15. Os dados brutos estão presentes como Apêndice.

Tabela 15. Índice de deterioração da qualidade ambiental (IDQA) da bacia do ribeirão Água - Fria (AF) e de suas microbacias.

Microbacia	IDQA (%)
I	23,80
II	33,32
III	28,56
IV	33,32
V	19,04
AF	27,60

Verifica-se que as microbacias II e IV foram as que mais contribuíram para a deterioração ambiental na bacia do ribeirão Água - Fria, uma vez que seus resultados para o índice da qualidade ambiental foram os mais elevados, principalmente pelas más condições das estradas, descarte inadequado do lixo, aplicação de agrotóxicos e processos erosivos.

Destaque para a microbacia V com menor índice de deterioração da qualidade ambiental, mostrando com isso maior conservação em relação a este índice.

4.6.1. Caracterização geral do diagnóstico da qualidade ambiental

O diagnóstico ambiental teve como objetivo identificar os principais pontos de poluição e impactos ambientais presentes na área de estudo. Nesse sentido foi possível analisar os seguintes pontos relevantes:

- Estocagem de defensivos: A maioria dos produtores rurais que fazem o uso de defensivos agrícolas diz não ter depósitos de embalagens de agrotóxicos, ou seja, não os devolvem para os devidos locais de compra como é o indicado. O armazenamento em qualquer lugar e a queima são fatores contribuintes para a poluição.
- Presença de lixeiras ou locais onde os produtores destinam seus resíduos sólidos: A maioria dos produtores diz colocar o lixo para a coleta através de caminhões da

prefeitura de Bofete, destacando-se como um ponto positivo, no entanto foi possível detectar propriedades onde o lixo é enterrado ou queimado, contrariando o relato do proprietário de que o lixo é levado pela coleta.

- Quanto aos esgotos não canalizados nas propriedades foi possível verificar que em algumas propriedades a eliminação é a céu aberto, sendo uma fonte de poluição direta do solo e mananciais e de propagação de doenças. Notou-se ainda haver a estocagem de pneus, latas e embalagens plásticas em determinadas propriedades, elementos poluentes do meio ambiente se não armazenados corretamente ou separados para reciclagem. A presença de bombas de recalques de água em nascentes também ocorre em algumas propriedades, potencial fator de poluição das águas.
- A presença de aviários é um fator de poluição se os dejetos, substâncias químicas componentes das rações, sangue e pedaços de vísceras vindos dos matadouros e detergentes utilizados na lavagem destes forem lançados nas águas dos rios e lagos sem qualquer tratamento, inquinando as águas superficiais e subterrâneas, além do cheiro desagradável, que se espalha na atmosfera.
- Presença de erosões marcantes em determinadas propriedades, principalmente onde há a atividade pecuária com pastagens degradadas, deixando o solo com pouca cobertura vegetal e mais susceptível aos processos erosivos.



Figuras 27 e 28. Área degradada às margens do leito do ribeirão e processos erosivos em área de pastagem na microbacia III.

4.7. Deterioração Ambiental (DA)

Finalmente, para o cálculo das deteriorações ambientais, foram reunidas as deteriorações físico-conservacionistas, socioeconômicas e da qualidade ambiental.

Tabela 16. Deterioração ambiental (DA) das microbacias e da bacia do ribeirão Água - Fria (AF), Bofete (SP).

Microbacia	FC (%)	SE (%)	QA (%)	DA (%)
I	-	53,71	23,80	27,42
II	-	50,19	33,32	29,42
III	55,80	60,77	28,56	49,96
IV	22,96	54,89	33,32	30,71
V	6,85	54,50	19,04	28,21
AF	17,12	54,81	27,60	33,17

De acordo com os dados da Tabela 16, a microbacia III é a que possui maior índice de deterioração ambiental, impulsionado principalmente pelos elevados valores

do diagnóstico físico-conservacionista. O contrário ocorre com as microbacias I e II, por não terem apresentado degradação em relação ao diagnóstico físico-conservacionista, e a microbacia V, com baixo valor para o mesmo índice, resultando em menores valores de degradação ambiental.

Assim, como na variável anterior, o índice de deterioração ambiental tem como parâmetro de tolerância um valor de 10%. Nenhuma das microbacias está abaixo do valor tolerável, sendo verificado para a bacia um índice de 33,17%, chamando a atenção para os impactos ambientais que estão ocorrendo na área de estudo.

Ressalta-se que estes pontos de deterioração ambiental são relacionados apenas entre os produtores que participaram da presente pesquisa. Outros pontos podem ser verificados na bacia como, por exemplo, a presença de portos de extração de areia, solos expostos com ravinas, pastagens abandonadas, pontos com córregos assoreados, aviários como citado anteriormente, entre outras fontes de poluição. Porém, por si só, esse índice de 33,17% é resultado de uma constatação científica de que é necessário um alerta em relação aos cuidados que se devem tomar para uma melhor conservação ambiental da área de estudo.

5. CONCLUSÕES

A partir deste trabalho, chegaram-se as seguintes conclusões:

O coeficiente de rugosidade permitiu classificar as microbacias I, II e V com vocação para agricultura e a III e IV para reflorestamentos.

Os índices de forma e de circularidade permitem inferir que a bacia possui baixa susceptibilidade a enchentes, tendendo a maior conservação.

A declividade média para a bacia é de 13,6%, classificando o relevo como forte ondulado, impróprio para o cultivo de culturas anuais e indicado para o uso de pastagens em eventual rotação com culturas anuais e podendo ser exploradas com culturas permanentes que protegem o solo.

Os diagnósticos físico-conservacionistas, socioeconômico e da qualidade ambiental foram eficientes para a caracterização quantitativa e qualitativa, e escolha de prioridades na área de estudo.

Os questionários do diagnóstico socioeconômico e da qualidade ambiental foram facilmente aplicáveis, rápidos e se mostraram abrangentes no que tange as questões ambientais.

O índice de deterioração que mais contribui para a degradação ambiental da bacia do ribeirão Água - Fria é o socioeconômico, sendo um tema que requer maior atenção por parte dos governantes.

Os dados obtidos servem de subsídios para futuros planejamentos e gerenciamento das atividades agropecuárias regionais.

A microbacia mais deteriorada no meio físico e socioeconômico é a III, sendo ainda a que apresentou maior degradação ambiental. As microbacias II e IV apresentam maior deterioração da qualidade ambiental. Estes dados são importantes, pois podem ser utilizados para escolher prioridades de ações futuras.

A degradação ambiental da bacia é de 33,17%, acima do limite tolerável de 10% de acordo com a metodologia adotada, chamando a atenção para os impactos ambientais que estão ocorrendo na área.

É possível a conservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida no campo, sendo imprescindíveis nesses processos iniciativas governamentais.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, H.M.R.; VIEIRA, T.G.C.; ANDRADE, H. Sistemas de Informação Geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.202, 2000, p.99-109.

AMARAL, A.; AUDI, R. **Fotopedologia**. In.: Moniz, A.L., Coord. Elementos de Pedologia. São Paulo, EDUSP, 1972. p.429-442.

AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, 2003, p. 510-514.

AMATO, F.; SUGAMOSTO, M.L. Sistemas de Informações Geográficas no controle de desmatamento irregular na Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba e de ocupação antrópica no entorno do Parque Nacional de Superagui [CD-ROM]. In: GISBRASIL 2000, Salvador, **Anais...** Fatorgis – Informação e Eventos Tecnológicos, 2000.

ANGULO FILHO, R. **Características da rede de drenagem e do relevo de três solos do Estado de São Paulo através de fotografias aéreas e cartas planialtimétricas**. Piracicaba:

USP, 1986. p. 132. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 1986.

ARAÚJO, E.P.; TELES, M.G.L.; LAGO, W.J.S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. **Anais...** Natal: 2009, p. 4631-4638.

ARGENTO, M.S.F.; CRUZ, C.B.M. Mapeamento geomorfológico. In: **Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, Cap. 9, 1996, p.264-82.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: *Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, cap. 4, 1993, p.88-108.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MEIRELLES, M.L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Planaltina: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - EMBRAPA, Cap. 7, 1998, p. 119-137.

AVERBECK, H.; SANTOS, R.D. **Manual de fotointerpretação para solo**. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1989, p.33.

AVERY, E.T. **Interpretation of aerial photographs**. 2.ed. Arizona: Barvass, 1962. p.321.

BARROSO, N.G. **Análise comparativa entre métodos de estudos de impacto ambiental na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim**, SC. Santa Maria: UFSM, 1987, 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, 1987.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p. Brasil. **Lei nº 4.771**, de 15 de Setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Brasil.

Resolução CONAMA n° 303, de 20 de Março de 2002, dispõe sobre as áreas de preservação permanente.

BOLLMANN, H.A.; MARQUES, D.M. Gestão ambiental integrada de bacias hidrográficas: bacia do rio Cachoeiras-São Matheus do Sul-PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.6, n.3, 2001, p. 45-65.

BOLZAN, N.; SILVEIRA, N.F.Q. Mudanças na paisagem de uma microbacia do Bioma Pampa Gaúcho-RS: uma análise com base em mapas e índices descritores da paisagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. **Anais...** Natal: 2009, p.5649-5656.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Programa Nacional de Microbacias Higrográficas**: Manual Operativo. Brasília, DF. 1987, p.60.

BRITES, R.S.; SOARES, V.P.; COSTA, T.C.C.; NETO, A.S. Geoprocessamento e Meio Ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas/MG. Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas. UFLA/SBEA, 1998, p.141-163.

BUCENE, L.C.; ZIMBACK, C.R.L. Sistema de informação geográfica na classificação de terras para irrigação, em Pardinho – SP. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, 2005, p. 357-371.

BURROUGH, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. **Oxford University press**. Oxford. 1992, p.194.

CALIJURI, M.L., CALIJURI, M.C., TUNDISI, J.G., RIOS, L. Implantação de um sistema de informação geográfica na bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo (Broa) - Estado de São Paulo. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 1994, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sagres Editora, 1994, p. 35-43.

CALIJURI, M.L., ROHN, S.A. Sistemas de Informações Geográficas. CCET/DEC - Universidade Federal de Viçosa. **Imprensa Universitária**. Viçosa, M.G. 1994, p.34.

CÂMARA, G. **Anatomia dos sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas da evolução**. In: Sistemas de Informações Geográficas e suas Aplicações na Agricultura, p.37-59. Brasília, DF. 1993.

CÂMARA. G.; MEDEIROS, J.S. Princípios básicos em Geoprocessamento. In: **Sistemas de Informações Geográficas – aplicações na agricultura**. 2. Ed. Planaltina: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – Embrapa, Cap. 1, 1998, p.3-11.

CÂMARA. G.; DAVIS, C. Introdução. In: **Introdução à ciência da geoinformação**, São José dos Campos, INPE, 2004.

CÂMARA. G.; MONTEIRO, A.M.V.S.; MEDEIROS, J.S. Conceitos básicos em ciências da geoinformação. In: **Introdução à ciência da geoinformação**, São José dos Campos, INPE, 2004.

CAMPOS, S. P. **Planejamento agroambiental de uma microbacia hidrográfica utilizando um Sistema de Informações Geográficas**. Botucatu, 2001, 137 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, S.; ARAUJO JUNIOR, A.A.; BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G.; PIROLI, E.L. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu/SP. **Engenharia Agrônômica**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, 2004, p. 731-5.

CANDIDO, H.G. **Degradação Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – MG**. 2008. 96f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – SP. UNESP

CARDOSO, L.G.; ICHIDA, M.S.; BARROS, Z.X.; CAMPOS, S. Expansão da eucaliptocultura em Botucatu - SP e sua relação com classe de declividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, **Anais...** Ilhéus-BA, SBEA/CEPLAC, 1993, p.415-429.

CARDOSO, L.G. Características físicas de bacias hidrográficas: alguns índices. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP. 2002. 10p. (Textos da disciplina avaliação e uso de bacias hidrográficas – Pós-Graduação).

CARNEIRO, C.M. R., CARVALHO, O.L.M. Classificação das terras do distrito de Camobi - Santa Maria-RS, através de classes de coeficientes de rugosidade extraídos de aerofotos verticais. **Centro de Ciências Rurais**, UFSM, Santa Maria-RS, v.14, n.1, 1974, p.63-80.

CARNEIRO, C.M.R. Curso de Fotointerpretação. Santa Maria, 1976. p.93.

CHIARINI, J.J., DONZELLI, P.L. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agronomico**, Campinas, n.3, p.1-29, 1973.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas, v.9, 1969, p.35-64.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas do planalto de Poços de Caldas (MG)**. Rio Claro: UNESP, 1970. 215p. Tese de Livre Docência - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, p.149.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Ed. Edgard: Blucher Ltda., (2º ed.), 1980, p.188.

COELHO, A.G. Fotografias aéreas verticais na classificação de terras agricultáveis. **Aerofotogeometria**, v.6, 1971, p. 1-13.

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. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Salvador, INPE, 8, 1996. p.121-127.

CRÓSTA, A.P. Sensoriamento remoto de alta resolução: novas ferramentas para o monitoramento ambiental, urbano e de recursos naturais. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, 2, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAGRES EDITORA, 1996, p.534-44.

CORSEUIL, C.W. Uso de modelagem numérica em mapa temático - sítios florestais. Santa Maria: UFSM, 1996 35p. Monografia (Curso de Especialização em Imagens Orbitais e SubOrbitais) – Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

DAINESE, R. C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual.** 2001. 186p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

DE CHRISTO, S.S.M. Um novo método para elaborar diagnóstico físico-conservacionista de sub-bacias hidrográficas. Santa Maria-RS, UFSM, 1989. 60p. Monografia (Especialização em interpretação de imagens orbitais e suborbitais). Santa Maria-RS, UFSM, 1989.

DEGANUTTI, R.; BARROS, Z. X. Mapeamento da cobertura vegetal por imagens aéreas das fazendas Lageado e Edgardia, Botucatu, SP, nos anos de 1962, 1985 e 1998. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 16, n. 4, 2001.

EASTMAN, J.R. **Idrisi for Windows - Manual do usuário: introdução e exercícios**

tutoriais. Editores da versão em português, Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre, UFRGS **Centro de Recursos Idrisi**, 1998, p.240.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999, p.412.

ERBA, D.A.; ROCHA, J.S.M. Um sistema para determinar os parâmetros característicos e avaliar a deterioração das sub-bacias hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, Santa Maria-RS, 1992. **Anais...** Santa Maria-RS, SBEA/UFSM, 1992, p.2258-63.

FADEL, H. **Fotointerpretação de bacias e redes de drenagem de três séries de solos da fazenda Ipanema - Município de Araçoiaba da Serra.** Piracicaba: USP, 1972. 92p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 1972.

FAUSTINO, J.; JIMÉNEZ, F. Experiencias internacionales de los organismos de cuencas programas focuencas II, Turrialba - Costa Rica: **CATIE**, 2005, p.76.

FELGUEIRAS, C.A.; ERTHAL, G.J. Aplicações de modelos numéricos de elevação e integração com imagens digitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2, 1988, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 1988. p.485-490.

FERNANDES, F.L.; MEULMAN, P.M.; CAMPOS, S., BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G. Ocupação do solo da bacia do Ribeirão Água Fria – Botucatu(SP), obtido pelo sistema de informações geográficas Idrisi. In: REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO, Botucatu, v.9, 2002.

FERREIRA, D.S.; RIBEIRO, C.A.D.; XAVIER, A.C.; CECÍLIO, R.A.; CASTRO, F.S. Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da

Bacia Hidrográfica do Córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007, p. 3343-3348.

FERREIRA, C.S.; LACERDA, M.P.C. Adequação agrícola do uso e ocupação das terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. **Anais...** Natal, 2009, p.183-189.

FRANÇA, G.V. Interpretação de bacias e redes de drenagem aplicados a solos da região de Piracicaba (SP). 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

FRANÇA, G.V.; DEMATTÊ, J.A.M. Parâmetros da rede de drenagem de solos da região de Iracemápolis (SP). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.47, 1990, p.541-55.

FUCHS, R.B.H. **Avaliação do uso da terra, por classe de declividade, na sub-bacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim - RS**. Santa Maria: UFSM, 1986. Monografia (Curso de Especialização em Imagens Orbitais e SubOrbitais) – Universidade Federal de Santa Maria, 1986.

GIOTTO, E.; KIRCHNER, F.F.; MADRUGA, P.R.A. Caracterização de parâmetros físicos da sub-bacia hidrográfica do Arroio Grande- uma aplicação do sistema georeferenciado para manejo integrado de bacias hidrográficas (SGMISTD). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21, Santa Maria-RS, 1992. **Anais...** Santa Maria-RS, SBEA/UFSM, p.2159-76, 1992.

GOMES, C.B.G.; LEITE, F.R.B.L.; CRUZ, M.L.B. Aptidão agrícola das terras através do sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993, p. 132-9.

HERZ, R.; DE BIASI, M. Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro. *Comissão Interministerial para os Recursos do Mar*. CIRM, Brasília, 1989.

HORTON, R.E. Derivation of runoff from rainfall data. Discussion. *Trans.A.S.C.E.*, v.77, p.369-75.1914.

HORTON, R.H.L. Erosional development of streams and their drainage basins hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bull.Geol.Soc.Am.*, Boulder, v.56, n.3,1945, p.275-330.

IBDF - MA. *Modelo padrão para projetos técnicos de reflorestamento*. DR/IBDF. Brasília, 1973.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo: Escala: 1: 500.000. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo (SICCT)/ Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais (Pró-Minério)/ Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de São Paulo (PROMOCET), 1981.

KELLER, E.C.S. Projeto do mapeamento da terra. *Aerofotogeografia*, v.3, p.1-15, 1969.

KLAMT, E.; DALMOLIN, R.S.D.; GONÇALVES, C.N.; INDA JUNIOR, A.V; ALMEIDA, J.; FLORES, A.C. Proposta de normas e critérios para execução de levantamentos semi-detalhados de solos e para avaliação da aptidão agrícola das terras. Pelotas: NRS-SBCS, 2000. 44p. (Boletim Técnico, 5).

KOSARIK, J.C.M., LIMA, W.P. O manejo de bacias hidrográficas e a formação do Engenheiro Florestal. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Curitiba – PR, 2, 1973. *Anais...* Curitiba – PR, 1973, p.299-302.

LANNA, A.E. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica. Aspectos Conceituais e Metodológicos**. Brasília, IBAMA, p. 170, 1995.

Lei Florestal 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001 e dá outras providências. **Presidência da República.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 11.nov.2012.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** 4º aproximação, 2ª imp. Ver. Campinas, SBCS, 1991, p.175.

LIMA, W.P.O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo, Artpress, 1987, p.114.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (editores). **Matas Ciliares: Conservação e recuperação.** 2. ed. São Paulo: Ed. Universidade São Paulo/FAPESP, cap. 1., 2001, p. 320.

LUEDER, D.R. Aerial photographic interpretation: principles and applications. New York: **Mac Grew-Hill Book**, 1959, p.426.

MACEDO, J. Apresentação. In: **Sistemas de Informações Geográficas – aplicações na agricultura.** 2. Ed. Brasília: Embrapa, 1998. p. VII.

MADRUGA, P.R.A.; GARCIA, S.M.; CORSEUIL, C.W.; KURTZ, F.C.; SANTINI, N.L.; ZANON, P.C.F.; PERCORARO A.J.; LIMA, R.R. Uso do sistema de informação geográfica Idrisi na determinação dos conflitos de uso do solo em uma microbacia pertencente à sub-bacia Arroio Grande (RS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Pelotas. **Anais** em CD ROM...1999.

MAGALHÃES, C.S.; FERREIRA, R.M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v.21, n.207, p. 33-39, 2000.

MARQUES, J.Q.A. **Manual brasileiro para levantamento de capacidade de uso da terra**. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-Estados Unidos, 1971, p. 443.

MARCHETTI, D.A.B. **Fotointerpretação de atributos do relevo aplicada a solos da região de Piracicaba**. Piracicaba: USP, 1969, 58p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”- Universidade de São Paulo, 1969.

MARCHETTI, D.A.B.; GARCIA, G.J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo: Nobel, 1978.

MARTINS, A.K.E.; NETO, A.S.; MENEZES, I.C.; BRITES, R.S.; SOARES, V.P. Metodologia para indicação de corredores ecológicos por meio de um sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** CD ROM. Santos, 1998.

MELLO FILHO, J.A. Direcionamento da ocupação racional da terra, pelo diagnóstico físico conservacionista, das sub-bacias hidrográficas dos rios Alambari e Sesmaria, em Resende - RJ. Santa Maria-RS, UFSM, 1992. 87p. Monografia (especialização em Interpretação de Imagens Orbitais e Suborbitais), Universidade Federal de Santa Maria - RS, 1992.

MELLO FILHO, J.A.; ROCHA, J.S.M. Diagnóstico físico-conservacionista da sub-bacia hidrográfica do rio Sesmaria, em Resende- RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Santa Maria-RS, 21, 1992. **Anais...** Santa Maria-RS, SBEA/UFSM, 1992, p.2178-2191.

MELLO FILHO, J.A., ROCHA, J.S.M. Planejamento do uso da terra da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria, em Resende, RJ. **Ensino de Pesquisa: Geografia**, Santa Maria - RS, n.6/7, 1994, p. 93-108.

MELLO FILHO, J.A.; ROCHA, J.S.M. Recuperação ambiental pelo planejamento do uso da terra da Sub-bacia do Rio Soturno RS com base no coeficiente de rugosidade. Floresta e Ambiente Seropédica, Rio de Janeiro, 1995, p.43-50.

MENDONÇA, I.F.C. Retificação geométrica digital de imagem do Landsat 5 – sensor TM e aerofotograma, sobre base cartográfica em projeção UTM. Santa Maria: UFSM, 1996, 66p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Santa Maria, 1996.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P.G.; REICHERT, J.M.; MORO, M. Implicações do uso e manejo do solo e das variações climáticas sobre os recursos hídricos. In: Klauberg Filho, O.; Mafra, A. L.; Gatiboni, L. C. (Orgs.). **Tópicos em Ciência do Solo (Topics in Soil Science)**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.7, 2011, p.403.

MEULMAN, P.M.; CAMPOS, S.; BARROS, Z.X.; CARDOSO, L.G. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado na discriminação, mapeamento e quantificação do uso da terra da bacia do Ribeirão do Lobo – Itatinga (SP). In: REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO, v.9, **Anais...** Botucatu, 2002.

MIRANDA, E.E. Geoprocessamento em análise ambiental: a experiência da EMBRAPA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. Geoprocessamento **Anais...** São Paulo, USP/Escola Politécnica, 1990, p.198-203.

MONTEIRO, R.C. **Estimativa do espaço temporal da superfície potenciométrica do sistema aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP)**, Brasil. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências/ Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

MORAES, J.F.L.; LOMBARDI NETO, F.; DONZELI, P.L. et al. Avaliação do meio físico da microbacia do Córrego da Fortuna, Presidente Venceslau, para fins de planejamento agroambiental. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** CD-ROM. Rio de Janeiro, 1997.

MORAIS, S.M.J. **Diagnósticos quantitativos mínimos de ambiência para o manejo integrado da Sub-bacia do Arroio Cadena, Município de Santa Maria - RS.** Santa Maria: UFSM, 1997, 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001, p.249.

MOSCOSO, M.C.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; CARVALHO, A.P. Metodologia para confecção do mapa de características morfológicas do solo em SIG com finalidade de elaboração do mapa de aptidão para irrigação. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** CD-ROM. Rio de Janeiro, 1997.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental.** Fortaleza, Edições UFC, 1981, p.242.

NASCIMENTO, M.C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio alegre. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005.

NOGUEIRA, R.N. Modelamento matemático em Sistemas de Informações Geográficas aplicado ao levantamento preliminar de solos. Pelotas: DS/FAEM/UFPEL, 1996, 88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Pelotas, 1996.

NORA, E.L.D.; MOREIRA, M.A.; SANTOS, C.; A. Análise da dinâmica de usos e ocupação da terra no Município de Maravilha – SC através de imagens de satélite e geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. **Anais...** Natal: 2009, p.5725-5731.

OLIVEIRA, L.M.T.; SILVA, E.; BRITES, R.S.; SOUZA, A.L. Utilização de um SIG para diagnóstico ambiental de fragmentos florestais, em nível de paisagem. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. CD-ROM. Santos, 1998.

OLIVEIRA, J.B. de; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERAN FILHO. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Campinas, 1999, p.64.

OLIVEIRA, M.J. **Proposta Metodológica para Delimitação Automática de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morro e em Linha de Cumeada**. Viçosa: UFV, 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

OLIVEIRA, M.Z.; VERONEZ, M. R.; THUM, A.B.; REINHARDT, A.O.; BARETTA, L., VALLES, T.H.A.; ZARDO, D., SILVEIRA, L.K. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente: Um estudo de caso através de imagem de satélite de alta resolução associada a um sistema de informação geográfica (SIG) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p.4119-4128.

OLIVEIRA, P.C.A.; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia MG. **Revista Sociedade & Natureza (Online)**, Uberlândia, v. 21, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n3/a06v21n3.pdf>>. Acesso em: 16 març. 2013.

ONO, S.; BARROS, M.T.L.; CONRADO, G.N.A **Utilização de SIG no planejamento e Gestão de Bacias Urbanas**. In: AbrhSIG. São Paulo/SP: 2005.

PEREIRA, M.N.; KURKDJIAN, M.L.N.O.; FORESTI, C. Cobertura e uso da terra através de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, **Instituto de Pesquisas Espaciais**. 1989, p.118.

PEREIRA, R.S.; MADRUGA, P.R.A.; HASENACK, H. **Geoprocessamento aplicado ao planejamento de uso de recursos naturais** - Curso. Santa Maria, UFSM-CCR-FATEC, 1995, p.40.

PETERSEN, G. W.; BELL, J.C.; MCSWEENEY, K.; NIELSEN, A.G.; ROBERT, P.C. **Geographic informations systems in agronomy**. Advances in agronomy, v.55, , 1995, p. 67-111.

PINTO, S.A.F.; VALÉRIO FILHO, M.; GARCIA, G.J. Utilização de imagens TM/Landsat na análise comparativa entre dados de uso da terra e de aptidão agrícola. **Ciência do solo**, n. 13, 1989, p. 101-10.

PIROLI, E.L., BOLFE, E. *L.Idrisi for Windows – Curso Básico - Módulo I* UFSM/CCR/FATEC. Santa Maria, RS, (Apostila), 1998, p. 49.

PIROLI, E.L.; BOLFE, E.L.; CAMPOS, S. **Curso Básico de Geoprocessamento-Práticas em Idrisi for Windows – Módulo I**. FCA-UNESP. Botucatu-SP, (Apostila), 2000, p. 49.

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu-SP**. Botucatu, 2002. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

PIROLI, E.L.; BECKER, E.L.S.; BOLFE, E.L.; PEREIRA, R.S. Análise do uso da terra na microbacia do Arroio do Meio –Santa Maria – RS, por sistema de informações geográficas e imagem de satélite. **Ciência Rural**. v.32, n.3, 2002, p.407- 413.

POLITANO, W.; LOPES, L.R.; SACCHI, E.; PARO, P.S. Caracterização por fotointerpretação da ocupação do solo no município de Monte Alto - SP. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v.7, n.1, 1983, p.17-25.

PORTO, R.P. A conservação do solo em bacias hidrográficas. Lavoura arrozeira, Porto Alegre - RS, v.37, n.352, 1984, p. 35-40.

QUINTANILHA, J.A. Entrada e conversão de dados: Processos de construção de bases digitais de dados especiais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica/USP, 1995, p.29-58.

RAY, R.G.; FISCHER, W.A. Quantitative photographic: a geologic research tool. **Photogram. Eng.**, Falls Church, v.26, n.1, 1960, p.143-150.

RAY, R.G. Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológico. *Inst.Geogr.Geol.*, São Paulo, 1963, p. 88. (Trad. de J.F.Felicíssimo).

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995, p.65.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S. Capacidade de Uso da terra no alto Rio Pardo, Botucatu (SP), através do Sistema de Informação Geográfica. **Energia na Agricultura**, v.14 (2), 1999, p. 48-60.

RIBEIRO, F.L.; CAMPOS, S. Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aplicado na Distribuição Espacial do Uso da Terra da região do Alto Rio Pardo, Botucatu, SP. **Energia na Agricultura**, v. 19, 2004, p. 24-32.

ROCHA, J.S.M. Equivalência de métodos na determinação da Capacidade de Uso da Terra: planos florestais e agrícolas. CONGRESSO DE FLORESTAS TROPICAIS, 2, 1976, Mossoró – RN. **Anais...** Mossoró – RN, 1976, p.20.

ROCHA, J.S.M. **Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural.** Santa Maria, 1978. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria. 1978.

ROCHA, J.S.M. **Manual de interpretação de aerofotogramas**. Fascículo XI, Santa Maria, 1986, p.58.

ROCHA, J.S.M. Manejo integrado de bacias hidrográficas. Santa Maria, UFSM, 2º ed., 1989, p.195.

ROCHA, J.S.M. *Educação ambiental, primeiro e segundo graus; introdução ao terceiro grau*. Santa Maria, Imprensa Universitária, UFSM, 1990, p.115.

ROCHA, J.S.M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. ed. UFSM, Santa Maria, RS. 1991, p.181.

ROCHA, J.S.M. **Manual de Projetos Ambientais**. 1 ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997, p.446.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2007, p.220.

ROCHA FILHO, J.; PRIMAVESI, O. Utilização do SIG IDRISI para caracterização da Microbacia do Ribeirão Cachim (Fazenda Cachim - EMBRAPA, São Carlos, SP): 2 - cobertura vegetal arbórea. In: GIS Brasil 97 - III Congresso e feira para usuários de Geoprocessamento. CD-ROM Curitiba, 12-16 de maio. 1997.

RODRIGUES, A.C.M. **Mapeamento Multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT**. São José dos Campos: INPE (INPE – 7510 – PUD/39), p.94, 2000.

RODRIGUES, J.B.T.; ZIMBACK, C.R.L.; PIROLI, E.L. Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n. 3, 2001, p. 675-81.

ROSA, R. Levantamento do meio físico do município de Araguari - MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, São José dos Campos. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 1993, p.239-47.

ROSA, R. Análise espacial em Geografia. Revistada ANPEGE, Fortaleza, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011. Disponível em: <<http://anpege.org.br/revista/ojs2.2.2/index.php/anpege08/article/viewFile/163/RAE23>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ROSS, J.L. Geomorfologia: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1991. 85p.

SALGADO, M.P.G.; BATISTA, G.T.; DIAS, N.W.; TARGA, M.S. Caracterização de uma microbacia por meio de geotecnologias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. **Anais...** Natal: 2009, p.4837-4843.

SERRA, E.L. **Avaliação de degradação ambiental de três microbacias hidrográficas no município de Lavras – MG**. 1993. 153 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.

SERIGATTO, E.M.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V. P.; KER, J.C.; SILVA, E.; MARTINS, S.V.; VILELA, M.F. Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do rio Queima Pé, MT.(um estudo de caso). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p.3569-3576.

SILVA, A.B.; CARNEIRO, C.M.R. Determinação de parâmetros através de aerofotos verticais para estudo de bacias hidrográficas. CONGRESSO FLORESTAL, 3, 1976, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1976, p. 146-151.

SILVA, M.S.; PIEDADE, G.C.R. Análise do relevo de uma bacia hidrográfica através da curva de distribuição percentual da superfície em função de suas declividades parciais. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Ilhéus-BA, 22, 1993. **Anais...** Ilhéus-BA, CEPLAC/SBEA, 1993, p.362-373.

SILVA, J. X. **Sensoriamento remoto**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, v.2, **Anais...** Mídia CD, 1999.

SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. In: Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade do Rio Grande do Sul e Editora da Universidade de São Paulo, 1993, p. 35-51.

SMITH, K.G. Standards for grading texture of erosional topography. **Am.J.Science**, v.248, 1950, p.655-668.

SOARES, R.V.; HOSOKAWA, R.T.; MULLE, A.C. Sistema de monitoramento ecológico de bacias hidrográficas. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11, Curitiba – PR, 1984. **Anais...** Curitiba – PR, EMBRAPA/CNF, 1985. p.36-43.

SOUSA, D.V.; BENEVENUTO, L.F.; SOUSA NETO, W. M. Utilização do geoprocessamento para a demarcação de áreas de preservação permanente, em uma microbacia do Rio Pomba, no município de Cataguases (MG). **Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí - UFG**, Jataí - GO, n.8, 2007, p 37-48.

SOUZA, E.B. **Fotointerpretação da rede de drenagem na diferenciação de unidades de mapeamento de solos ocorrentes na depressão central do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFRS, 1977. 99p. Tese - Universidade Federal de Santa Maria - RS, 1977.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin**, v.63, n.10, 1952, p.1117-1142.

STRAHLER, A.N. Quantitative analyses of watershed geomorphology. **Transactions of American Geophysical Union**, Washington, DC, v. 38, 1957, p. 913-920.

TEIXEIRA, A.L.A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro SP., 1992, p. 80.

TORNERO, M. T. **Análise ambiental através de sistema de informações geográficas (SIG), como subsídio ao planejamento no município de Maringá-PR**. Botucatu, 2000. 184p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. 2000.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 1997, p.943.

VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S. Manejo de bacias hidrográficas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, v.7, n.80, 1981, p.40-5.

VANACKER, V.; MOLINA, A.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DERCON, G.; DECKERS, S. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. **Geomorphology**, v. 72, n. 1-4, 2005, p. 340-353

VESTENA, R.L.; THOMAZ, E.L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.2, n.1, 2006, p 73-75.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: **McGraw-Hill do Brasil**, 1975, p.245.

WEBER, L.S. **Uso de Sistema de Informação Geográfica na determinação de áreas propícias a florestamento/reflorestamento – Estudo de um caso**. Monografia – CEIIOSO. Santa Maria: UFSM, 1993, p.49.

7. APÊNDICE

1) Tabulação dos dados socioeconômicos.

Código	Indicadores Microbacias	Média dos Valores Significativos/Microb.						
		I	II	III	IV	V	Min.	Max.
1.1	Idade do Produtor	4	4	4	4	3	1	5
1.2	Escolaridade do produtor	7	7	7	7	6	1	9
1.3	Local de Nascimento do produtor	4	3	4	4	3	1	5
1.4	Residência do produtor	1	1	1	1	1	1	5
1.5	Número de famílias na propriedade	1	1	1	1	1	1	6
1.6	Média de idade do núcleo familiar	3	4	3	3	2	1	5
1.7	Total de pessoas no núcleo familiar	2	2	2	3	4	1	8
1.8	Média de nascimentos (local) do núcleo familiar	4	4	4	4	3	1	5
2.1	Números de peças na casa (cômodos)	6	6	6	6	6	1	9
2.2	Número médio de pessoas por quarto	1	1	1	1	2	1	6
2.3	Tipo de fogão	3	3	3	3	3	1	5
2.4	Água consumida	1	1	2	2	2	1	2
2.5	Esgotos	2	2	2	2	2	1	3
2.6	Eliminação de lixo	1	1	1	1	1	1	3
2.7	Eliminação de embalagens de agrotóxicos	6	6	6	6	6	1	6
2.8	Tipo de piso	4	5	5	5	5	1	8
2.9	Tipo de telhado	1	1	1	1	1	1	4
2.10	Eleticidade	1	1	1	1	1	1	3
2.11	Geladeira - "Freezer"	1	1	1	1	1	1	2
2.12	Televisão	1	1	1	1	1	1	2
2.13	Vídeocassete - DVD	2	2	2	2	2	1	2
2.14	Rádio	1	1	1	1	1	1	2
2.15	Microondas (forno)	1	1	2	2	2	1	2
2.16	Telefone	1	1	1	1	1	1	2
2.17	Periódicos	1	1	1	1	1	1	2
3.1	Consumo de leite	3	2	4	5	5	1	7
3.2	Consumo de carne (gado - ovelha)	4	3	5	4	4	1	7
3.3	Consumo de frutas	5	4	5	4	5	1	7
3.4	Consumo de legumes	4	4	5	4	4	1	7
3.5	Consumo de verduras	4	4	5	5	5	1	7
3.6	Consumo de batatas	4	4	4	4	4	1	7
3.7	Consumo de ovos	4	3	5	5	5	1	7
3.8	Consumo de massas	5	4	7	7	7	1	7
3.9	Consumo de arroz e feijão	3	2	2	2	2	1	7
3.10	Consumo de peixes	6	6	7	7	7	1	7
3.11	Consumo de aves	5	4	5	4	4	1	7
3.12	Consumo de café	1	1	1	1	1	1	7
3.13	Consumo de pão	4	3	4	4	5	1	7
3.14	Consumo de mandioca	5	4	4	4	4	1	7
4.1	Participação em organização (associação)	2	2	2	2	2	1	2
5.1	Infestação de pragas	2	2	3	3	2	1	5
5.2	Salubridade para homem	2	2	2	2	2	1	5
5.3	Combate a pragas domésticas	1	2	2	1	1	1	2
	Total do Fator Social	124	117	135	132	130	43	223

6.1	Florestamentos	2	2	3	2	3	1	3
6.2	Pastagens plantadas	1	1	2	1	1	1	3
7.1	Bois (tração animal)	2	2	2	2	2	1	2
7.2	Cavalos	1	1	2	1	1	1	2
8.1	Bois (criação)	1	1	2	1	1	1	2
8.2	Ovelhas	2	2	2	2	2	1	2
8.3	Aves	1	1	1	1	2	1	2
8.4	Porcos	2	1	2	2	2	1	2
8.5	Cabritos	2	2	2	2	2	1	2
8.6	Coelhos	2	2	2	2	2	1	2
8.7	Rãs	2	2	2	2	2	1	2
8.8	Peixes	2	2	2	2	2	1	2
9.1	A quem vende a produção agrícola	7	7	7	7	7	1	7
9.2	A quem vende a produção pecuária	6	6	7	5	4	1	7
9.3	A quem vende a produção florestal	7	7	7	5	7	1	7
9.4	Fonte principal de crédito agrário	6	6	6	5	4	1	6
9.5	Renda aproximada da propriedade por mês	4	4	4	4	3	1	4
9.6	Outras rendas	2	2	2	2	2	1	4
	Total do Fator Econômico	52	51	57	48	49	18	61
10.1	Área da propriedade, em ha	3	3	3	3	3	1	6
10.2	Tipo de posse	1	1	1	1	1	1	4
10.3	Biocidas (qualquer tipo)	3	3	3	3	3	1	4
10.4	Adubação e ou calagem	4	4	4	3	3	1	4
10.5	Tipo de tração usada	3	3	3	2	2	1	3
10.6	Tipo de uso do solo	3	2	3	2	2	1	3
10.7	Práticas de conservação do solo	1	1	2	2	2	1	2
10.8	Irrigação	3	3	3	3	3	1	3
10.9	Assistencia técnica	3	3	3	3	3	1	3
10.10	Conhece programas de conservação de solo	1	1	1	1	1	1	2
10.11	Segue orientação da CATI ou outra	2	2	2	2	2	1	2
10.12	Sabe executar obra de conservação	2	2	3	3	3	1	3
11.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	4	4	4	4	4	1	4
11.2	Faz industrialização agrária	2	2	2	2	2	1	2
11.3	Algum tipo de artesanato	2	2	2	2	2	1	2
	Total do Fator Tecnológico	37	36	39	36	36	15	47

Microbacia	I	II	III	IV	V
a) Total Fator Social (até 5.3)	124	117	135	132	130
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO SOCIAL					
b) Total Fator Econômico (6.1 à 9.6)	52	51	57	48	49
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO ECONÔMICA					
c) Total do Fator tecnológico (10.1 à 11.3)	37	36	39	36	36
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO TECNOLÓGICA					
Total do Diagnóstico Socioeconômico (a+b+c)	213	204	231	216	215

2) Tabulação dos dados ambientais

Código	Indicadores Microbacias	Média dos Valores Significativos/Microb.						
		I	II	III	IV	V	Min.	Max.
1.1	Estocagem de defensivos	1	2	1	2	2	1	2
1.2	Depósito de embalagem de agrotóxicos	1	1	1	1	1	1	2
1.3	Local de lavagem de implementos de agrotóxicos	1	1	1	1	1	1	2
1.4	Pedreiras	1	1	1	1	1	1	2
1.5	Minas	1	1	1	1	1	1	2
1.6	Lixeiras (entulho de resíduos sólidos)	2	2	2	2	2	1	2
1.7	Exploração de areia	1	1	1	1	1	1	2
1.8	Pocilgas	1	1	1	1	1	1	2
1.9	Aviários	1	1	1	1	1	1	2
1.10	Matadouros	1	1	1	1	1	1	2
1.11	Estradas rurais deterioradas	2	2	2	1	1	1	2
1.12	Erosões de margens	1	2	2	1	1	1	2
1.13	Exploração de Madeira	1	1	1	1	1	1	2
1.14	Esgotos	2	2	2	2	2	1	2
1.15	Depósito de pneus	1	1	1	1	1	1	2
1.16	Queimadas	1	1	1	1	1	1	2
1.17	Poluição química	1	1	1	1	1	1	2
1.18	Aplicação de agrotóxicos	2	2	2	1	1	1	2
1.19	Acidentes com derivados de petróleo	1	1	1	1	1	1	2
1.20	Bomba de requalque de água em rios/açudes	2	2	2	2	2	1	2
1.21	Outros	1	1	1	1	1	1	2
	Total do Fator Ambiental	26	28	27	28	25	21	42

3) Modelo do questionário socioeconômico

Nome:	Escolaridade:	Local da residência:	Filhos (nº)
Idade:	Local de nascimento:	Casado/Solteiro:	

Qual é o tipo de posse do imóvel?

☐ proprietário ☐ arrendatário ☐ meeiro ☐ ocupante

Quantas pessoas vivem na casa?

☐ uma ☐ duas ☐ três ☐ quatro ☐ acima de quatro

Quantas famílias vivem na propriedade?

☐ uma ☐ duas ☐ três ☐ mais de três ☐ nenhuma

Existem outras casas na propriedade? Se sim, quantas?

☐ uma ☐ duas ☐ três ☐ quatro ☐ acima de quatro

Tipo de piso da casa.

☐ terra ☐ tijolo ☐ cimento ☐ madeira bruta ☐ madeira polida

☐ cerâmica ☐ pedra polida ☐ pedra bruta

Tipo de parede da casa.

☐ palha ☐ pau a pique ☐ madeira ☐ alvenaria

Tipo de telhado da casa.

☐ palha ☐ telha ☐ cimento - amianto ☐ zinco

A quem o produtor vende a produção agrícola, pecuária ou florestal?

☐ não vende ☐ intermediário ☐ armazéns (varejo)

☐ cooperativas ☐ agroindústria ☐ direto ao consumidor

Tipo de eletricidade da casa.

☐ não tem ☐ monofásica ☐ trifásica ☐ alvenaria

Quantos cômodos a casa possui?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ acima de cinco

Possui energia elétrica?	() Sim	() Não
Geladeira?	() Sim	() Não
Freezer	() Sim	() Não
Televisão	() Sim	() Não
Videocassete ou dvd	() Sim	() Não
Rádio	() Sim	() Não
Micro-ondas	() Sim	() Não
Telefone	() Sim	() Não
Revistas ou jornais	() Sim	() Não

Consumo de alimentos
Resposta em dias da semana

Leite	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Carne	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Frutas	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Legumes	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Verduras	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Ovos	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Massas	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Arroz com feijão	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Peixes	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Aves	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Café	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7
Pão	()1	()2	()3	()4	()5	()6	()7

Água consumida.

() filtro () poço artesiano () encanada () água não potável

Sobre o esgoto

() possui rede de esgoto () fossa negra () eliminação livre

Renda por mês

() menos de 1 salário () 1 salário () mais que 1 salário R\$

Possui outras rendas?

() não () sim Qual?

Área da propriedade em alqueire ou hectares:

Qual a principal fonte de crédito agrário?

() não tem () agiota () banco () cooperativas () agroindústria

Como utiliza o solo na propriedade:

Realiza práticas de Conservação do solo	☐ Sim	☐ Não
Como faz a irrigação?	☐ Sim	☐ Não
Onde consegue assistência técnica?	☐ Sim	☐ Não
Conhece Programas de Conservação do Solo?	☐ Sim	☐ Não
Segue Orientação da Cati, da Casa da Agricultura e ou outra?	☐ Sim	☐ Não
Sabe executar obras de conservação?	☐ Sim	☐ Não
Faz adubação e ou calagem?	☐ Sim	☐ Não
Produtor pertence a uma associação?	☐ Sim	☐ Não
Faz algum tipo de artesanato?	☐ Sim	☐ Não

Animais de produção

☐ bois	☐ aves	☐ porcos
☐ ovelhas	☐ peixes	☐ cabritos
☐ rãs	☐ coelhos	☐ outro

Animal de trabalho

☐ boi	☐ cavalo	☐ nenhum
------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Faz a industrialização de:

☐ madeiras	☐ frutas	☐ leite
☐ carne	☐ lã	☐ mel
☐ peles	☐ peixe	☐ outro

Faz rotação de culturas e ou manejo rotacionado das pastagens?

☐ não	☐ sim	Qual?
------------------------------	------------------------------	-------

Florestamento (mata nativa)

- ☐ menor que 20% da área da propriedade
☐ igual que 20% da área da propriedade
☐ maior

Pastagens plantadas

- ☐ conservada
☐ abandonada
☐ não tem

Sobre a adubagem e/ou colagem

☐ utiliza	☐ utiliza de vez em quando	☐ não utiliza
----------------------------------	---	--------------------------------------

Tipo de tração usada

☐ manual	☐ mecânica	☐ animal
---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

Possui máquinas agrícolas

☐ nenhuma ☐ algumas ☐ principais necessárias ☐ parque de máquinas completo

Como utiliza o solo? (Uso do solo)

☐ morro abaixo ☐ em nível (em curvas) ☐ de acordo com a orientação técnica

Assistência técnica

☐ não recebe ☐ recebe as vezes ☐ recebe sempre

Irrigação

☐ não ☐ utiliza as vezes ☐ utiliza sempre

Utiliza algum tipo de biocida?

☐ não ☐ sim qual?

Usa o biocida com qual frequência?

☐ sempre ☐ ocasionalmente ☐ não utiliza

Já houve alguma alergia com biocida?

☐ não ☐ sim qual?

Existem problemas de moléstias vindas da mata com as pessoas da casa?

☐ não ☐ sim quais?

Existem problemas de doenças com animais?

☐ não ☐ sim quais?

Faz algum tipo de combate a pragas domésticas? (ratos, baratas, moscas, pernilongos, entre outros)

☐ não ☐ sim quais?

Já teve problemas com infestação de pragas na lavoura?

☐ não ☐ sim qual?

Como faz a eliminação do lixo?

☐ põe para os coletores (caminhão de lixo) ☐ enterra ou queima ☐ livre

Como faz a eliminação das embalagens de agrotóxicos:

☐ comercializa com as próprias firmas ☐ queima ☐ coloca em qualquer lugar

☐ faz o reaproveitamento para o mesmo fim ☐ enterra

Qual o local de nascimento das pessoas da casa?

Onde mora atualmente cada pessoa da casa?

Qual o nível de conservação da casa atualmente?

a) casa de madeira boa

c) casa de alvenaria boa

b) casa de madeira ruim

d) casa de alvenaria ruim

1) Qual é o numero de pessoas que dormem por quarto?

2) Possui qual tipo de fogão na casa? (Lenha Querosene Gás Elétrico Micro-ondas)

3) Na sua opinião você considera a produtividade da propriedade alta, média ou baixa?

Na opinião do produtor quais são os problemas prioritários na propriedade? Coloquem na sequencia os principais que mais achar importante.

Pouca terra	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Posse da terra	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Baixa Produção	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de água	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de eletricidade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de esgoto	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de médico	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de dentista	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de habilitação	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Falta de crédito	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Renda baixa	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Estrada	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Assistência técnica	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
Escola	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

4) Modelo de Questionário ambiental

Código	Indicadores Microbacias	Sim	Não
1.1	Estocagem de defensivos		
1.2	Depósito de embalagem de agrotóxicos		
1.3	Local de lavagem de implementos de agrotóxicos		
1.4	Pedreiras		
1.5	Minas		
1.6	Lixeiras (entulho de resíduos sólidos)		
1.7	Exploração de areia		
1.8	Pocilgas		
1.9	Aviários		
1.10	Matadouros		
1.11	Estradas rurais ruins		
1.12	Erosões de margens		
1.13	Exploração de madeira		
1.14	Esgotos		
1.15	Depósito de pneus		
1.16	Queimadas		
1.17	Poluição química		
1.18	Aplicação de agrotóxicos		
1.19	Acidentes com derivados de petróleo		
1.20	Bombas de recalques de água em rios/açudes/poços		
1.21	Outros		