

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

DIAGNÓSTICO DE AMBIÊNCIA NA SUB-BACIA DO RIO DAS PEDRAS,
MUNICÍPIO DE ITATINGA – SP, VISANDO O PLANEJAMENTO SÓCIO
CONSERVACIONISTA

RODRIGO JOSÉ PISANI

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de
Botucatu, para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Energia na Agricultura).

Botucatu-SP
Agosto-2009

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

DIAGNÓSTICO DE AMBIÊNCIA NA SUB-BACIA DO RIO DAS PEDRAS,
MUNICÍPIO DE ITATINGA – SP, VISANDO O PLANEJAMENTO SÓCIO
CONSERVACIONISTA

RODRIGO JOSÉ PISANI

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Campos

Co-orientador: Prof. Dr. Zacarias Xavier de Barros

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de
Botucatu, para a obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Energia na Agricultura).

Botucatu-SP
Agosto-2009

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

P674d Pisani, Rodrigo José, 1980-
Diagnóstico de ambiência na sub-bacia do Rio das Pedras, Município de Itatinga - SP, visando o planejamento sócio conservacionista / Rodrigo José Pisani. - Botucatu : [s.n.], 2009.

xiv, 156 f. : il. color., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009

Orientador: Sérgio Campos

Inclui bibliografia.

1. Solo - Conflito de uso. 2. Planejamento ambiental. 3. Geoprocessamento. I. Campos, Sérgio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

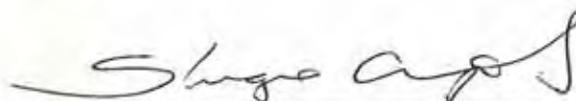
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DIAGNÓSTICO DE AMBIÊNCIA NA SUB-BACIA DO RIO DAS PEDRAS,
MUNICÍPIO DE ITATINGA-SP, VISANDO O PLANEJAMENTO SÓCIO-
CONSERVACIONISTA"

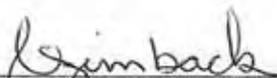
ALUNO: RODRIGO JOSÉ PISANI

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO CAMPOS

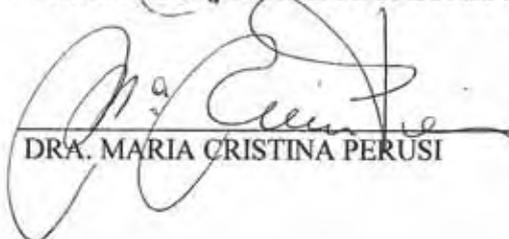
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SERGIO CAMPOS



PROFA. DRA. GÉLIA REGINA LOPES ZIMBACK



DRA. MARIA CRISTINA PERUSI

Data da Realização: 11 de agosto de 2009.

“Tudo é do Pai!

Toda a honra e toda a glória!

É dele a vitória!

Alcançada em minha vida!”

Frederico Cruz

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta etapa vencida, sempre me iluminando com pensamentos de perseverança.

Aos meus pais, pelo dom da vida que me concederam, pela peculiar forma que me educaram e me orientaram no caminho da moral, ética e na sensibilidade do relacionamento com as outras pessoas. E também ao meu irmão Mário, verdadeiro exemplo de amigo e pessoa!

À minha amada Daniela pelo amor, paciência, compreensão, companheirismo, por juntos conseguirmos vencer mais essa batalha. Digo que sem você tudo ficaria bem mais difícil! Obrigado minha linda!

Agradeço a pessoa de Ana Paula Barbosa pela sincera amizade em primeiro lugar, pelo inestimável auxílio com alguns passos do meu trabalho desde o início do mestrado. Você me mostrou que o conhecimento é algo que tem que frutificar, dividir, disseminar. E nunca o contrário. Sem dúvida digo que aprendi e continuo aprendendo muito com você! Exemplo de pessoa e de pesquisadora! Torço demais por você pode ter certeza! E aos grandes e queridos amigos que fiz no GEPAG! A todos os membros! (e a família é grande!). Agradeço pelo companheirismo desses dois anos que ficamos juntos, acima de tudo pela filosofia do grupo: “todos ajudam todos”.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Rural, pelo apoio estrutural ao meu trabalho sem o qual tudo seria mais difícil! Um forte abraço ao Prof^o Dr. Marco Antônio Martin Biaggionni.

A Joaquim Barbosa presidente da AMIRP do Lobo pelo grande auxílio prestado e todos os entrevistados, que de maneira cordial contribuíram sobremaneira para o meu trabalho.

Finalmente agradeço aos meus amigos “da rua”, que desde pequenos crescemos, vivenciamos muitas coisas e continuamos até hoje no aprendizado da vida unidos! Negão, Beto, João, Ruiz, Léo, Ciniro e Lucas. Dedico também a vocês meus irmãos mais essa vitória!

MENÇÃO ESPECIAL

À professora Maria Cristina Perusi, uma pessoa verdadeiramente iluminada que com tanta sensibilidade colocou suas mãos e pensamentos no sentido de “aparar as arestas” do meu trabalho! Que todas as entidades de luz continuem sempre ao vosso redor e fazendo-nos realizado de ter alguém assim como você em nossas vidas!

Agradeço a Deus todos os dias por ter te conhecido! Obrigado por existir!

MENÇÃO HONROSA

À professora Célia Regina Lopes Zimback, pelo inestimável auxílio em meu trabalho em todas as etapas de orientação. Além claro, de ser um verdadeiro exemplo de pessoa, amiga, mãe, educadora e pesquisadora. Sempre serão poucas e insuficientes as palavras que expressam tudo o que sentimos e pela consideração que temos. O mais importante é que sempre vou lhe desejar tudo de bom e que sempre pode contar comigo no que precisares!

Obrigado professora querida!

“O mundo é um lugar perigoso para se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por aqueles que o observam e o deixam acontecer”.

Albert Einstein

A todos aqueles que não se acomodam com a situação atual da qualidade de vida dos pequenos produtores rurais e dos recursos hídricos. Avante na luta colegas! Buscando novas perguntas para compreensão da realidade

Dedico

SUMARIO	Página
1. RESUMO.....	1
SUMMARY.....	2
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1. Planejamento e capacidade de uso do solo.....	6
3.2. Geoprocessamento.....	20
3.3. Sensoriamento remoto.....	22
3.4. Sistemas de informações geográficas.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. Descrição da área.....	28
4.1.1. Clima.....	30
4.1.2. Vegetação.....	30
4.1.3. Geologia.....	30
4.1.3.1. Formação Serra Geral.....	31
4.1.3.2. Arenitos Formação Marília.....	32
4.1.4. Geomorfologia.....	34
4.1.4.1. Planalto centro ocidental.....	35
4.1.4.2. Planalto residual de Botucatu.....	35
4.1.4.3. Depressão do Paranapanema.....	36
4.2. Materiais.....	37
4.2.1. Questionário socioeconômico e ambiental.....	38
4.2.1.1. Entrevistas.....	38
4.2.2. Diagnóstico físico conservacionista.....	38
4.2.2.1. Bases cartográficas.....	38
4.2.2.2. Programas utilizados.....	38

4.2.2.3. Imagens de satélite.....	39
4.2.2.4. Fotografias aéreas.....	39
4.3. Métodos.....	40
4.3.1. Entrevistas.....	40
4.3.1.1. Questionário socioeconômico.....	41
4.3.1.2. Questionário ambiental	42
4.3.1.3. Cálculo da deterioração socioeconômica e ambiental	42
4.3.2. Diagnóstico físico conservacionista	43
4.3.2.1. Mapa de uso do solo	44
4.3.2.2. Elaboração dos arquivos vetoriais.....	45
4.3.2.3. Levantamento de solos.....	45
4.3.2.4. Elaboração do limite da sub-bacia.....	47
4.3.2.5. Rede de drenagem.....	47
4.3.2.3.4. Área total da sub-bacia.....	48
4.3.2.3.5. Áreas de Proteção Permanente.....	48
4.3.3. Mapa de conflito em APP.....	48
4.3.4. Mapa de solos.....	49
4.3.5. Mapa de declividade.....	49
4.3.6. Capacidade de uso do solo.....	50
4.3.7. Informações referentes ao conflito de uso do solo.....	52
4.3.8. Análise ambiental a partir de parâmetros morfométricos.....	53
4.3.8.1. Declividade.....	53
4.3.8.2. Índice de forma da sub-bacia.....	54
4.3.8.3. Comprimento e densidade da rede de drenagem.....	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
5.1. Diagnóstico socioeconômico.....	55
5.1.1. Variável demográfica.....	55
5.1.2. Variável habitacional.....	57
5.1.3. Variável alimentação.....	58

5.1.4. Participação em organização (associação rural), salubridade rural, animais de trabalho produção.....	59
5.1.5. Fator econômico.....	60
5.1.6. Fator tecnológico.....	61
5.1.7. Resultado da deterioração socioeconômica da bacia do Rio das Pedras	63
5.2. Diagnóstico ambiental.....	67
5.3. Diagnóstico físico conservacionista.....	70
5.3.1. Uso do solo, áreas de proteção permanentes e conflito em APP's.....	70
5.3.1.1. Sub-bacia do Córrego do Lobo.....	70
5.3.1.2. Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	81
5.3.2. Levantamento e mapa de solos.....	88
5.3.2.1. Mapa de solos da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	102
5.3.2.2. Mapa de solos da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta	113
5.3.3. Mapa de declividade.....	104
5.3.3.1. Sub-bacia do Córrego do Lobo.....	104
5.3.3.2. Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	110
5.3.4. Capacidade de uso do solo.....	114
5.3.4.1. Mapas de capacidade de uso do solo da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	116
5.3.4.2. Mapas de capacidade de uso do solo da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	120
5.3.5. Conflitos de uso do solo nas sub-bacias do Córrego do lobo e do Ribeirão Ponte Preta.....	122
5.3.6. Diagnóstico Físico Conservacionista para a bacia do Rio das Pedras.....	126
5.4. Diagnóstico de ambiência para a bacia do Rio das Pedras.....	127
5.5. Parâmetros morfométricos para análise ambiental da área de estudo.....	128
5.5.1. Sub-bacia do Córrego do Lobo.....	129
5.5.2. Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	130

5.6. Considerações Finais.....	133
6. CONCLUSÕES.....	135
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
8. APENDICE.....	147
8.1. Tabulação dos dados para levantamento do diagnóstico socioeconômico.....	147
8.2. Parâmetros para levantamento de solos.....	148
8.3. Modelo do questionário socioeconômico.....	149
8.4. Modelo de questionário ambiental.....	156

LISTA DE TABELAS**Página**

1. Intervalo das classes de declive para conservação dos solos.....	49
2. Classes de julgamento para capacidade de uso do solo.....	50
3. Consumo dos principais gêneros alimentícios em dias da semana.....	59
4. Valores encontrados para cálculo de diagnóstico socioeconômico.....	64
5. Valores para o calculo da deterioração ambiental.....	68
6. Valores quantitativos de uso e ocupação na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	73
7. Classes de uso do solo por NDVI na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	76
8. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	79
9. Valores em hectares do uso do solo a partir do método MAXVER.....	83
10. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta	85
11. Características do Latossolo Vermelho Distroférrico (perfil II).....	89
12. Características do Latossolo Vermelho Distroférrico (perfil VI).....	90
13. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil III).....	91
14. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil IV).....	92
15. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil V).....	93
16. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil VII).....	94
17. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil VIII).....	95
18. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil IX).....	96
19. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil XII).....	97
20. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil I).....	99
21. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil X).....	100
22. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil XI).....	101
23. Área ocupada por cada tipo de solo na sub-bacia do córrego do Lobo.....	103
24. Área ocupada por cada tipo de solo na sub-bacia do Ribeirão ponte Preta.....	104
25. Valor das áreas de declive na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	108
26. Áreas de declive no Latossolo distrófico na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	108
27. Áreas de declive no Latossolo distroférrico na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	108

28. Áreas de declive no Neossolo quartzarênico na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	109
29. Área das classes de declive presente na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	112
30. Área das classes de declives presentes nos Latossolos distróficos.....	113
31. Área das classes de declives presentes nos Latossolos distrofêrricos.....	113
32. Área das classes de declive presentes nos Neossolos Quartzarênicos.....	113
33. Atributos de valores de ph e V%.....	115
34. Classificação e atributos de valores de CTC e Matéria Orgânica.....	115
35. Valores com classes de declive associados com Classes de solos.....	115
36. Área das classes de capacidade de uso na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	107
37. Área das classes de capacidade de uso na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	121
38. NDVI para as classes de uso na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	122
39. NDVI para as classes de uso no Ribeirão Ponte Preta.....	123
40. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	124
41. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	125
42. Diagnóstico físico conservacionista da bacia do Rio das Pedras.....	127
43. Parâmetros de declividade média.....	132
44. Parâmetros de densidade de drenagem.....	132

LISTA DE FIGURAS	Página
1. Estrutura e funcionamento de um sistema de informações geográficas.....	27
2. Localização da bacia do Rio das Pedras, Itatinga – SP.....	29
3. Afloramentos basálticos testemunhado pela cachoeira do Lobo.....	31
4. Principais córregos da bacia do Rio das Pedras.....	37
5. Pontos de Coleta com os perfis amostrados.....	46
6. Mapa da sub-bacia do Córrego do Lobo com seus limites e rede de drenagem.....	71
7. Mapa de uso e ocupação da sub-bacia do Córrego do Lobo (Maxver).....	72
7. Intervalos de reflectância para o NDVI na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	74
8. Áreas com baixa vegetação nas nascentes da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	75
9. Mapa com as respectivas classes de uso do solo por NDVI.....	77
10. Mapa das áreas de conflito em APP's.....	78
11. Mapa das áreas de conflito de uso em APP por índice de vegetação.....	80
12. Mapa com os limites e rede de drenagem do Ribeirão Ponte Preta.....	81
13. Mapa de uso e ocupação da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta (MAXVER).....	82
14. Intervalos de valores de reflectância nos índices de vegetação e classes de uso do solo na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	84
15. Mapa das áreas de conflito em APP (MAXVER) na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	85
16. Mapa das áreas de conflito em APP a partir de parâmetros de índice de vegetação na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	87
18. Mapa de solos da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	102
19. Mapa de solos da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	103
20. Curvas de nível vetorizadas com a cotação das altitudes em metros.....	105
21. Mapa com o MDT da Sub-bacia do Córrego do Lobo.....	106
22. Mapa com as classes de declividade da sub-bacia do Córrego do Lobo.....	107
23. Curvas de nível vetorizadas com a cotação das altitudes em metros da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	110

24. MDT da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	111
25. Mapa com as classes de declividade da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	112
26. Mapa de capacidade de uso do solo na sub-bacia do Córrego do Lobo.....	114
25. Mapa de capacidade de uso do solo na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.....	120
27. Porcentagem dos índices de deterioração na sub-bacia do Rio das Pedras.....	128

1. RESUMO

São necessários aprimoramentos de metodologias acuradas para um melhor planejamento ambiental auxiliando nesse sentido uma interação maior entre planejadores de órgãos públicos ou privados e produtores rurais no sentido de se obter ações voltadas para diferentes tipos de realidades. O objetivo dessa dissertação foi o diagnóstico de ambiência a partir dos estudos de Rocha (1997) na sub-bacia do Rio das Pedras, município de Itatinga-SP, onde se levantaram variáveis relacionadas à realidade socioeconômica, ambiental e físico conservacionista. Para tal foram utilizados questionários para o diagnóstico socioeconômico e ambiental com nove produtores rurais da área de estudo e técnicas de geoprocessamento para o a etapa físico-conservacionista. Para este último foram usadas as seguintes ferramentas: Digitalização de Cartas (IBGE) 1:25.000 adaptadas pela CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), fotografias aéreas de 1:30.000, levantamento de solos feita por tradagem e aquisição de imagens TM CBERS 2B CCD para processamento de imagens orbitais. Os Resultados obtidos foram os seguintes: Para o diagnóstico socioeconômico houve uma porcentagem de 52,2% de deterioração, para o ambiental 38,6% e 26,2% em relação ao diagnóstico físico conservacionista. Concluiu-se que toda e qualquer ação visando a conservação dos recursos hídricos tem de se iniciar com políticas públicas voltadas aos produtores rurais principalmente a educação, pois é ele em última análise que executará de forma consciente e equilibrada a manutenção dos recursos naturais.

Palavras-chave: conflito de uso do solo, planejamento ambiental, geoprocessamento.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AT THE RIO DAS PEDRAS WATERSHED, ITATINGA - SP, AIMING THE SOCIO CONSERVATIONIST PLANNING. Botucatu, 2009. 156f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RODRIGO JOSÉ PISANI

Adviser: SÉRGIO CAMPOS

Co-adviser: ZACARIAS XAVIER DE BARROS

SUMMARY

Improvements of methodologies are needed with precision for a better environmental handling helping in this way in a big interaction among planers from public or private agencies and farmers in the way to have actions aimed to different realities. The aim of this work was a environment diagnosis from studies of Rocha (1997) at the Rio das Pedras watershed, city if Itatinga-SP, in which was obtained variables linked to the socioeconomic, environmental and of the resources environment physicist. For this one were used questionnaires for the socioeconomic and environment diagnosis involving nine farmers of the studied areas and geoprocessing techniques for the resources environment physicist. For this last were used the follow tools: digitalization of Letters (IBGE) 1:25.000 adapted from CATI (Integral Technical Assistance Coordination), aerals photography 1:30.000, soils survey by increment core and acquisitions of images TM CBERS 2B CCD for processing of orbital images. The results obtained were the follow: For the socioeconomic diagnosis had 52,2% of deterioration, for the environmental 38,6% and 26,2% for the resources environment physicist. It was concluded that all and any action aiming the maintenance of the hydrics resources have to begin with public politics backing to the farmers mainly the education because is the farmer that in a last analyze will make with a conscientious and balanced way the maintenance of the naturals resources.

Keywords: land use conflict, environmental planning, geoprocessing.

2. INTRODUÇÃO

As necessidades humanas, com o seu caráter exploratório, têm cada vez mais comprometida a capacidade da natureza em prover recursos indispensáveis para a manutenção do meio ambiente e para a própria manutenção da vida na terra.

Desde a Revolução Industrial, potencializaram-se os processos antrópicos de degradação ambiental diminuindo, cada vez mais, a capacidade da natureza em manter seu estado de equilíbrio dinâmico.

Sem a manutenção controlada ou equilibrada dos recursos naturais como solo, vegetação e água acabam por se verificar, na maioria das vezes, situações de deterioramento econômico das populações, notando-se a grande importância para os estudos em planejamento regional.

Nesse sentido urge a necessidade de se obter modelos com estudos detalhados como, por exemplo, um diagnóstico ambiental, onde se verificam áreas com diferentes estados de conservação social e físico-conservacionista.

A grande importância dessas pesquisas vem a ser o apontamento de caminhos ou diretrizes para ações e ou políticas públicas em mãos de órgãos competentes para tal ação. Um exemplo disso é o suporte que essa metodologia de análise dá quando se trabalha com o Plano Diretor ou PDP (Plano Diretor Participativo) dos municípios, de acordo com o artigo 182 da Constituição Federal.

Para tais estudos duas grandes ferramentas ganham destaque: o questionário socioeconômico, para o diagnóstico social e o geoprocessamento para a execução do diagnóstico físico–conservacionista.

O questionário socioeconômico adquire, não apenas um caráter de entrevista, mas, sobretudo, aliado a uma conversa informal, que revela faces da história e geografia de uso e ocupação do local e dos seus habitantes de maneira contextualizada.

O geoprocessamento, por sua vez, apresenta-se como ferramenta complementar, porém indispensável nesse tipo de estudo, apresentando mapas com diferentes variáveis, intrínsecos ao resultado do referido questionário possibilitando uma abertura no leque das tomadas de decisões por órgãos públicos e privados.

Apontam-se, nesta linha de pensamento, diretrizes para desenvolvimento de políticas públicas as quais podem ser desenvolvidas em determinado local individualmente. Ao contrário do que ocorre, por exemplo, com diferentes programas governamentais de manejo e conservação de sub-bacias hidrográficas, os quais analisam diferentes situações de maneira unilateral e generalizada, não considerando seus contextos individuais.

O distrito de Lobo, pertencente ao município de Itatinga – SP, apresenta características marcantes de crescimento atrofiado ocorrido principalmente após a retirada da linha férrea na década de 1960. O mesmo ocorreu com distritos semelhantes como foi o caso de Vitoriana, pertencente ao município de Botucatu – SP. Conservou-se, nesse sentido, um traço marcante por parte dos seus habitantes que é a agricultura familiar, notada principalmente pela pecuária leiteira.

No atual contexto, com a crescente falta de investimentos na agricultura familiar, a qual apresenta cada vez mais dificuldades desde crédito agrícola, assistência técnica precária ou quase inexistente no auxílio da produção até a comercialização dos seus produtos, os quais não conseguem competir em igualdade de preço com grandes produtores, são de fundamental importância estudos que mostram um diagnóstico emergencial de ações para este setor que contribui sobremaneira para a qualidade de vida das pessoas.

Por conseqüência, verifica-se a tendência cada vez maior do pequeno produtor rural (o qual vendo-se sem alternativas na sua difícil situação) em arrendar 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 a cana de

açúcar, eucalipto e, mais recentemente, para citricultura. No caso o produtor deixa a terra indo habitar a cidade onde não tem nenhuma identidade de localização e mesmo no seu modo de vida que sempre realizou.

A tendência, analisando-se esta conjuntura, é de que nos próximos 30 a 50 anos esta região em estudo acabe por desaparecer completamente deixando espaço para total preenchimento das monoculturas citadas. Nesse sentido, corre-se ainda um risco de se perder um traço ou um testemunho da história de ocupação do interior do Estado de São Paulo, marcado pelas antigas construções e antigas famílias que ainda residem no local.

O objetivo desta dissertação foi a elaboração de um diagnóstico socioeconômico, ambiental e físico-conservacionista na bacia do Rio das Pedras no Distrito de Lobo, município de Itatinga – SP, utilizando técnicas de geoprocessamento, sendo uma metodologia fundamental para o planejamento de futuras políticas públicas de maneira localizada.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Planejamento e Capacidade de uso do solo

Atenta-se cada vez mais para a falta de alimentos em muitos países ocasionados pela desigualdade social e também pelo emprego de técnicas de uso e manejo do solo, conduzindo a baixas produtividades e impactos ambientais (ASSAD et al., 1998).

Diversos estudos, nos últimos anos, têm sido realizados com o referido tema de estudo, para fins de planejamento ambiental em sub-bacias hidrográficas. A partir das afirmações de Rocha (1991), é recomendável que um programa que vise à conservação dos recursos naturais inicie seus trabalhos pelas unidades naturais.

Segundo Blaschke et al. (2007), os conflitos de uso da terra surgem constantemente na prática do planejamento cotidiano. Nesse sentido, as necessidades e as exigências quanto ao planejamento espacial, proteção e monitoramento do meio ambiente também aumentam. Ainda, segundo a mesma fonte os dados básicos para o planejamento, ou seja, informações sobre as condições atuais precisam ser atualizadas e disponibilizadas constantemente seguindo uma metodologia adequada.

Giotto et al. (1981) afirmaram que o levantamento do uso da terra é um estudo que avalia os recursos dos solos, quanto a sua capacidade produtiva, localização e estimativa de terras adequadas ou mal aproveitadas, bem como o estudo de técnicas que visam o melhoramento de áreas degradadas pelo uso inadequado ou naturalmente deficiente.

Foram realizados diversos estudos, para fins de planejamento ambiental, como o diagnóstico socioeconômico, físico - conservacionista, ambiental, do solo, vegetação, recursos hídricos, animais silvestres, minerações, poluição urbana, poluição industrial e da energia, destacando-se os três primeiros pelo seu caráter qualitativo e de prioridade (ROCHA, 1997).

Levando-se em consideração a temática dos trabalhos de manejo do solo e da água praticados até agora no país, estas se restringem a algumas ações isoladas feitas nas propriedades agrícolas, desconsiderando o conjunto, ou seja, o aproveitamento integrado dos recursos naturais. Para isso a sub-bacia hidrográfica é a unidade geográfica ideal para esse planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no ecossistema por ele envolvido (BRASIL., 1987).

De acordo com Rocha (1991), o conceito de sub-bacia está relacionado com aquelas áreas que são drenadas pelas águas pluviais, as quais, por meio de ravinas, canais tributários em superfície ou subsuperfície convergem para um canal principal, com vazão afluyente direcionando para uma saída única.

Ainda neste sentido, segundo Perez (2001), a bacia hidrográfica ou a bacia de drenagem é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água de chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa saída única (foz do canal principal num outro rio, lago ou mar). As bacias hidrográficas são delimitadas pelos divisores de água e seus tamanhos podem variar desde dezenas de metros quadrados até milhões de metros quadrados. As bacias de tamanhos diferentes articulam-se a partir dos divisores de água, integrando um sistema de drenagem organizado hierarquicamente. Assim, dependendo da saída única que for escolhida, uma bacia pode ser subdividida em sub-bacias de menor dimensão.

Uma importante etapa de trabalho envolvida no planejamento ambiental é o diagnóstico da sub-bacia obtido por caracterizações do meio físico e socioeconômico, além da identificação de problemas e das formas de manejo praticadas pelas comunidades envolvidas. (ASSAD et al., 1998).

O termo planejamento ambiental é amplo e adquire diferentes versões conforme o objeto de estudo. Para Goes (1994), é um método de apoio às decisões técnico-científicas, políticas e administrativas, onde se definem normas racionais de atuação e ordenação do espaço com objetividade e eficiência.

Lepsh et al. (1991) consideraram esse conceito como o de planejamento de uso integrado e conceitua como um conjunto de recomendações a serem seguidas nas propriedades rurais, exequíveis e compatíveis com a capacidade de usos da terra, onde são especificadas quais as práticas mais adequadas para a conservação dos recursos naturais.

Além disso, Tornero (2000) chamou a atenção para que um planejamento ambiental tenha bases sólidas e subsídios legais a fim de se conservar os recursos naturais, é imprescindível que esteja apoiado na legislação vigente.

Bertoni e Lombardi Neto (1985) traçaram importantes considerações a respeito do manejo correto dos solos e planejamento do uso da terra na qual se podem destacar alguns pontos:

- *as terras se estragam, tornando-se menos produtivas, por quatro razões principais: perda de estrutura do solo, perda da matéria orgânica, perda dos elementos produtivos e perda do próprio solo. Esses prejuízos são causados pela erosão, pela drenagem imprópria, pela irrigação mal feita, pela alcalinidade, pelas enchentes e pelo mau uso do solo;*
- *antes de efetuar qualquer recomendação para uma determinada área, o conservacionista deve ser capaz de classificar as glebas de acordo com a sua capacidade de uso e indicar as práticas necessárias para um bom manejo do solo; deve também saber como avaliar os vários fatores ecológicos envolvidos na solução do problema. O conservacionista, em realidade, deve ter um pouco de geólogo, de pedólogo, de geógrafo, de paisagista, de zootecnista, de engenheiro e de biólogo. O grau com que ele chega a se integrar na parte envolvida do problema é que determina o seu sucesso como conservacionista. Ele deve ainda ser capaz de planejar a integração de diferentes práticas necessárias a determinada gleba dentro de um programa coordenado;*
- *a topografia do terreno é talvez uma das principais características do solo a considerar no planejamento agrícola. Terras planas são em geral*

pobremamente drenadas, quase não há o escoamento de enxurrada e a infiltração pode ser tão lenta que o cultivo de plantas com sucesso é problemático. Em terrenos de topografia ondulada ou montanhosa, a enxurrada que se forma escorre com velocidade, ocasionando erosão e chegando, muitas vezes, a formar grotas, prejudicando as terras agrícolas;

- *em linhas gerais, por exemplo, em um terreno de topografia suave, o plantio em contorno ou a rotação de culturas, provavelmente sejam as únicas práticas recomendadas. Em topografia mais inclinada, pode-se necessitar de cordões de vegetação permanente ou terraceamento. Em topografia bastante acidentada, porém, pode-se pensar unicamente no reflorestamento e práticas de manejo de florestas. É importante salientar que raramente uma única prática é adequada para proteger um solo do perigo da erosão; usualmente três ou mais delas podem ser combinadas para obter um programa balanceado;*
- *ao iniciar um planejamento, o conservacionista faz um mapa da propriedade; atualmente, considera-se esta etapa menos trabalhosa com o uso de fotografia aérea, principalmente ao que concerne ao levantamento de solos, onde também são vistos os mais importantes fatores físicos. Esses fatores, usualmente, são limitados ao solo, declive, erosão e cobertura vegetal, porém outros fatores podem ser incluídos. Do conhecimento da influência desses fatores, ele desenvolve uma combinação específica de práticas para cada unidade de área no mapa;*
- *quando se pensa em todos os tipos de solo, em todos os graus de declive e em todos os tipos de clima, combinados de diferentes maneiras, observa-se como pode diferir grandemente o tipo de uso do solo. Isso define a sua capacidade de uso que não está, necessariamente, relacionada com a sua produtividade;*

- *a fotografia aérea ou o mapa colorido, com suas cores convencionais para cada uma das classes de capacidade de uso, indicam a potencialidade de cada uma das glebas, orientando, assim o planejamento. Dentro das áreas coloridas, sob a forma de símbolos e anotações convencionais, podem-se encontrar as informações do levantamento conservacionista, isto é, a diferenciação dos solos, das declividades, dos graus de erosão e do uso;*
- *a presença de fatores restritos de uso (erosão, declividade, excesso de umidade, escassez de água na região, inundação, acidez ou alcalinidade, baixa fertilidade, pedregosidade) pode determinar a separação de subclasses e diferentes tipos de manejo dentro das classes;*
- *algumas causas do esgotamento de nossos solos pela erosão podem ser controladas, dentro das normas da prática e da economia, pela aplicação das práticas conservacionistas. Cada uma delas resolve apenas parcialmente o problema; assim, para a melhor solução, deverá ser aplicado simultaneamente um conjunto de práticas, a fim de abranger, com a maior amplitude possível, os diversos ângulos do problema.*

A avaliação de terras envolve uma classificação de unidades, baseada na sua capacidade de proporcionar o maior retorno para uma dada operação por unidade de área, trabalho ou de capital, conforme determinadas circunstâncias e de acordo com o nível de manejo e as condições socioeconômicas (WAMBEKE, 1987).

Alguns autores elaboraram a classificação do uso para fins de planejamento das terras como Delmanto Junior (2003) o qual realizou um estudo no município de São Manuel – SP, onde se buscaram mecanismos para um melhor planejamento e conservação do uso da terra, tomando como parâmetro para tal o conceito de capacidade de uso do solo.

No mesmo sentido, Pirolí (2002) elaborou um mapa avaliando a capacidade de uso do solo para o município de Botucatu – SP, gerando um importante documento para manejo com subsídios para as tomadas de decisões de planejadores de esfera pública ou privada.

Castro (2008) estudando o panorama rural da região de Jaú – SP, confeccionou um diagnóstico ambiental onde se tomou como base as variáveis socioeconômicas, ambientais e físico-conservacionistas onde, neste último, usou-se da capacidade do uso do solo para avaliação de áreas de conflitos de uso do solo tendo como apoio nesse sentido o Sistema de Informações Geográficas.

Considerando a correlação entre feições geomorfológicas, Jim (2006) apresentou como resultado de sua pesquisa na bacia do Ribeirão Descalvado – SP, um plano para a recomposição das áreas que apresentavam conflito de uso do solo, sobretudo nas áreas de preservação permanente baseando-se no conceito de capacidade de uso da terra.

Para uma ocupação mais racional da terra foi realizado o diagnóstico físico conservacionista de dez sub-bacias hidrográficas localizadas no interior da bacia do rio Capivara – SP por Araújo Júnior (2001).

Ainda nessa linha de pensamento, Destro (2005) objetivou-se ao planejamento e a implantação de reservas legais a partir da análise de deterioração ambiental em sub-bacias para a conservação dos recursos naturais na bacia experimental do Rio Claro – SP.

Utilizando-se de bases cartográficas e levantamento de solos Gallati Filho (2006) elaborou diretrizes da capacidade de uso do solo da sub-bacia dos Rochas no município de Avaré – SP apontando caminhos necessários para uma melhor conservação dos recursos naturais.

Bohlen et al. (2009) desenvolveram ações efetivas na conservação de recursos hídricos e no melhoramento do setor produtivo de pequenos produtores rurais na região de Northern Everglades na Flórida, EUA, a partir de indicadores de diagnóstico ambiental.

Para fins de planejamento territorial, Fernandez et al. (2008) utilizaram-se do método de capacidade de uso e levantamento de solos tomando como apoio também informações quanto à produção e manejo por parte dos produtores rurais envolvidos no estudo em questão na região do norte do estado de Minas Gerais.

Obtendo relevantes resultados no planejamento de uso e capacidade da terra, Borges et al. (1993) utilizaram como base fotografias aéreas e imagens orbitais principalmente nas

etapas de levantamento de solos e na determinação dos limites das classes de capacidade de uso, ajustadas, entre outras variáveis, à declividade do terreno levando em consideração o seu uso “atual” para análise de conflitos no município de Santa Bárbara do Oeste – SP.

Shiva Prasad et al. (1990), para fins de indicação de áreas para agricultura e pastagem, elaboraram um mapa de capacidade de uso da terra para os municípios de Raichur, Dharwar e Bijapur, região semi-árida da Índia, a partir dos levantamentos dos mapas de solos e de recursos da terra. Esses autores alertaram para a urgência e necessidade da elaboração dessas modalidades de mapeamentos para fins de monitoramento dos recursos naturais.

Assad e Sano (1998), considerando o levantamento de solos como uma das etapas do planejamento de uso do solo, indicaram que este deve ser feito a partir da interpretação de fotos aéreas ou imagens de satélites, acompanhado de intenso trabalho de campo e posteriormente integrado ao SIG.

De acordo com Lepsch et al. (1991), o sistema de capacidade de uso é definido como uma classificação técnico-interpretativa, onde os indivíduos são agrupados em função de determinadas características de interesse prático e específico para certas finalidades.

Os parâmetros considerados para esta análise partem dos estudos de Bertoni e Lombardi Neto (1985) os quais enfatizaram que o conceito de capacidade de uso na verdade indica o grau de intensidade de cultivo que se pode aplicar em um terreno sem que o solo sofra diminuição de sua produtividade pelo efeito da erosão. Nesta classificação devem ser inventariadas as limitações ao uso do solo, tanto quanto a natureza destas (e – erosão; s – solos; a – água; c – clima), como seus graus de ocorrência (forte, moderado, fraco e ocasional).

De acordo com Assad et al. (1998), a classificação convencional no sistema de capacidade de uso, aceita universalmente, envolve categorias que se encontram hierarquizadas do seguinte modo:

- **Grupos de capacidade de uso: (A, B, C);** estabelecidos com base na intensidade de uso das terras; esse conceito está relacionado com a maior ou a menor mobilização dos solos, com práticas de preparo e cultivo; admite-se, em geral, a seguinte seqüência decrescente de intensidade de uso: culturas

anuais > culturas permanentes > pastagem > reflorestamento > vegetação natural;

- **Classes de capacidade de uso: (I a VIII);** baseados nos graus de limitações de uso; sua caracterização considera, principalmente, a maior ou menor complexidade das práticas conservacionistas, em especial, em relação ao controle de erosão;
- **Subclasses de capacidade de uso: (Ie, IIe, IIIa...);** representam as classes qualificadas em função da natureza da limitação (e, s, a, c), tornando mais explícitas as práticas ou grupos de práticas conservacionistas a serem adotadas;
- **Unidades de capacidade de uso: (Ie-1, IIe-2, IIIe-1...);** identificam o grau de ocorrência das limitações, facilitando o processo de definição das práticas de manejo; a intensidade de cada um dos fatores limitantes é, geralmente, específica para cada área e é indicada por meio de algarismos arábicos colocados à direita do símbolo da subclasse e separado por um hífen.

O sistema de capacidade de uso agrupa os solos em oito classes de uso de terras, apresentando as classes de I a IV com aptidão para as culturas, a classe V com sérios problemas de manejo, entre eles drenagem deficiente para a maior parte dos cultivos (RESENDE., 1995), as classes VI e VII necessitam de um manejo especial e a classe VIII podendo servir apenas como proteção e abrigo da fauna e flora silvestre.

O **Grupo A**, que correspondem as terras utilizadas para cultivos anuais, perenes, pastagem e reflorestamento.

- **Classes de capacidade I** - Não apresenta limitações sérias de conservação e é representada pela cor verde claro.

- **Classes de capacidade II** - Apresentam limitações simples de conservação e é representada pela cor amarela. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **IIe**: terras produtivas, com relevo suavemente ondulado oferecendo ligeiro a moderado risco de erosão;
 - **IIs**: terras produtivas, planas ou suavemente onduladas, com ligeira limitação pela capacidade de retenção de água, ou baixa saturação de bases (caráter distrófico), ou pouca capacidade de retenção de adubos (baixa capacidade de trocas de cátions);
 - **IIa**: terras produtivas, praticamente planas ou suavemente onduladas, com restrições de drenagem ou excesso de água, sem riscos de inundação, mas uma vez instalados o sistema de drenos, é de fácil manutenção.
 - **IIc**: terras produtivas, praticamente planas ou suavemente onduladas, com ligeiras limitações climáticas (seca prolongada de até três meses).

- **Classes de capacidade III** - Admite uso de culturas anuais, porém suas terras requerem medidas intensas e complexas de conservação do solo e representa-se pela cor vermelha. A declividade do terreno é o fator limitante, é considerada moderada, variando de 0% a 12%. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **IIIe**: terras com declividades moderadas, relevo suavemente ondulado a ondulado, com deflúvio rápido, com riscos severos a

erosão quando o solo está descoberto de vegetação, podendo apresentar erosão laminar moderada ou sulcos superficiais e rasos freqüentes;

- **III_s**: terras parcialmente planas ou suavemente onduladas com fertilidade muito baixa (caráter álico) ou limitada por profundidade efetiva média ou drenagem interna moderada a pobre ou risco acentuado de salinização ou dificuldade de preparo do solo devido a presença de pedras ou argilas expansivas (caráter vértico);
 - **III_a**: terras praticamente planas com limitações moderadas por excesso de água, sem riscos de inundação. A drenagem é possível, mas os drenos são de fácil manutenção.
 - **III_c**: terras praticamente planas a suavemente onduladas, com ligeiras limitações climáticas como escassez de água em regiões semi-áridas.
- **Classes de capacidade IV** - Terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada com sérios problemas de conservação, nessas terras podem utilizar culturas perenes que irão proteger o solo, e é representada pela cor azul. A declividade do terreno é o fator limitante, o limite máximo de declividade é 20%. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **IV_e**: terras severamente limitadas pelo risco de erosão para cultivos intensos, geralmente com declividades acentuadas, defluxo muito rápido, podendo apresentar erosão em sulcos superficiais muito freqüentes, em sulcos rasos freqüentes ou em sulcos profundos ocasionais;

- **IVs:** solos limitados pela profundidade efetiva rasa ou apresentando pedregosidade, com problemas de mecanização ou ainda com pequena capacidade de retenção de água aliada a problemas de fertilidade;
- **IVa:** solos úmidos, de difícil drenagem, dificultando o trabalho de mecanização e ainda com outra limitação, tal como o risco de inundação ocasional, que impede o cultivo contínuo;
- **IVc:** terras com limitações climáticas moderadas a severas, ocasionando períodos prolongados de seca, não sendo possível a realização de colheitas em anos muito secos, ou então com riscos ocasional de geada.

Grupo B - Terras impróprias para o cultivo intenso são adaptadas para pastagem, reflorestamento ou vida silvestre.

- **Classes de capacidade V** - Não devem ser usadas para culturas anuais, mas sim para pastagens ou reflorestamento, não tem a necessidade de práticas especiais de conservação, sendo representada pela cor verde escuro. Esta classe não apresenta problemas de declividade elevada, porém apresenta limitações relacionadas a encharcamento, pedregosidade e inundação. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **Vs:** terras planas não sujeitas a erosão, com deflúvio praticamente nulo podendo apresentar como limitações os seguintes fatores; baixa capacidade de armazenamento de água, drenagem interna muito rápida ou muito lenta, pedregosidade ou rochosidade intensa e problemas advindos de pequena profundidade efetiva;

- **Va:** terras planas não sujeitas a erosão, com deflúvio parcialmente nulo, severamente limitadas por excesso de água, sem possibilidade de drenagem artificial ou com risco de inundação freqüente, sobretudo podem ser usada para pastoreio, pelo menos em algumas épocas do ano;
- **Vc:** terras com limitações climáticas moderadas a severas, ocasionando períodos prolongados de seca, não sendo possíveis colheitas em anos muito secos ou então com riscos ocasionais de geada.
- **Classes de capacidade VI** - Não devem ser usadas para culturas anuais, porém para pastagens ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, sendo representada pela cor alaranjada. A declividade do terreno é o fator limitante, o limite máximo de declividade é 40%. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **VIe:** terras que sob pastagem são mediamente suscetíveis a erosão, com relevo forte ondulado e declividades acentuadas, propiciando deflúvio moderado a severo com dificuldades severas de moto mecanização, pelas condições topográficas, com risco de erosão que pode chegar a muito severo, presença de erosão em sulcos rasos muito freqüentes ou sulcos profundos freqüentes;
 - **VIs:** terras constituídas de solos rasos, ou pedregosidade e/ou rochas expostas na superfície. Outra condição que pode caracterizá-la é a pequena produtividade do solo;
 - **VIa:** solos com poucas ou nulas profundidades de drenagem artificial, acarretando problemas a mecanização, agravados por certa

suscetibilidade à erosão ou recebimento de depósitos erosivos oriundos de áreas vizinhas;

- **VIc:** terras com limitações climáticas muito severas, a ocasionar seca edafológica muito prolongada que impeça o cultivo mesmo das plantas perenes mais adaptadas.
- **Classes de capacidade VII** - Com problemas complexos de conservação esta classe possui declividade extremamente elevada, podendo ser muito pedregosa, sendo apropriada nesse sentido apenas para algumas pastagens nativas e/ou reflorestamentos, sendo representada pela cor marrom. A declividade do terreno é o fator limitante sendo o limite de declividade maior de 40%. Esta classe admite as seguintes subclasses.
 - **VIIe:** terras com limitações severas para outras atividades que não florestas, com risco de erosão muito severa, apresentando declividades muito acentuadas propiciando deflúvios muito rápidos ou impedindo a mecanização. Existe também a presença de erosão em sulcos muito profundos e muito freqüentes;
 - **VIIs:** terras pedregosas com associações rochosas, solos rasos a muito rasos ou com agravamento de serem constituídas por solos de baixa capacidade de retenção de água;
 - **VIIc:** terras com limitações climáticas muito severas, a exemplo de terras situadas em regiões semi-áridas e em locais onde a irrigação seria imprescindível, porém é impraticável.
- **Grupo C** – São terras impróprias para qualquer tipo de cultivo comercial, porém apropriadas para a fauna silvestre, flora, recreação ou para

armazenamento de água. Neste grupo correspondem as terras das **Classes de capacidade VIII**, admitindo as seguintes subclasses.

- **VIIIe**: terras com relevo acentuado e deflúvios muito rápidos, com exposição dos solos a altos riscos de erosão, sobretudo a eólica, no caso de dunas costeiras e solos nus. Verificam-se também a presença de processos erosivos muito severos inclusive voçorocas;
- **VIIIs**: terras constituídas por solos muito rasos e ou com muitas pedras (terreno pedregoso) além de afloramentos rochosos que impossibilitam o plantio e a colheita de essências florestais;
- **VIIIa**: áreas planas permanentemente encharcadas, com banhados ou pântanos, sem possibilidade de drenagem ou apresentando problemas sérios de fertilidade, no caso dos solos hidromórficos;
- **VIIIc**: terras com limitações climáticas muito severas, como as áreas áridas, que não se prestam mesmo ao pastoreio ocasional;

Segundo Ribeiro (1998), o planejamento do uso da terra é uma ferramenta de grande importância para as atividades do meio rural e urbano. Para isso um levantamento inicial das condições locais é de fundamental valia para subsidiar políticas de desenvolvimento e conservação dos solos no sentido de proteção contra impactos ambientais e visando aumentar gradativamente a sua capacidade produtiva.

O uso da terra sem planejamento adequado apresenta, entre outras conseqüências, a queda da produtividade, atingindo diretamente os produtores que por sua vez diminuem os investimentos de capital nas lavouras, verificando-se o baixo nível socioeconômico e tecnológico como uma das conseqüências (RIBEIRO e CAMPOS, 1999).

Pela ocupação inadequada das terras, segundo Campos (1996), as áreas rurais com cultivos sofreram uma seqüência de ações ligadas ao mau uso do solo sem a adoção de práticas de manejo e conservação. Isto acabou por reduzir drasticamente a capacidade

produtiva dos solos, tendo como conseqüências principais impactos ambientais como; erosões, assoreamento dos rios e represas e redução dos níveis de lençóis freáticos.

A falta de informações ou um planejamento precário faz com que muitas áreas sejam ocupadas inadequadamente culminando em situações de desequilíbrio, ocorrendo, nesse sentido, um uso inadequado desse solo. O levantamento de uso do solo é de fundamental importância na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente. Segundo o referido autor o uso inadequado do solo é chamado de conflito de uso do solo (MADRUGA et al., 1999).

Segundo Tornero (2000), o planejamento ambiental feito em conjunto e em ao desenvolvimento econômico de maneira interdisciplinar se torna um instrumento essencial na preservação dos recursos hídricos e naturais.

De acordo com Bucene (2002), existem ferramentas que auxiliam o planejamento agrícola, como a apresentação de mapas temáticos que disponibilizam as informações aos usuários, podendo ser apresentados na forma de mapas temáticos, por serem mais didáticos, contendo informações da área a ser planejada como; mapa de solos e suas características, mapa de declives. Essa ferramenta se mostra de grande valia por auxiliar a tomada de decisões minimizando nesse sentido os erros de planejamento.

O diagnóstico do meio físico como parâmetro de análise e ambiental, idealizado a partir dos estudos de Lepsch (1991) considerou que as informações do meio físico possibilitam o conhecimento das características e das condições físicas da área estudada, os quais, juntamente com os dados socioeconômicos, constituem a base para elaboração do planejamento ambiental.

3.2. Geoprocessamento

Câmara e Medeiros (1998) enfatizaram que o termo geoprocessamento é utilizado para denotar o conjunto de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Sua influência é crescente nas mais diversas áreas como: cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, planejamento urbano e regional e energia.

Existe ainda, segundo os referidos autores, uma definição deste mesmo termo levando em consideração as relações espaciais entre fenômenos geográficos, os quais, ao se distribuírem sobre a terra estabelecem padrões de ocupação. Ao representar tais fenômenos o geoprocessamento procura determinar e esquematizar os mecanismos implícitos e explícitos de inter-relação entre eles. Esses padrões de inter-relação podem assumir diferentes formas:

- a) *Correlação espacial*: um fenômeno espacial (exemplo: topografia) está relacionado com o entorno que forma tão mais intensamente quanto maior for a proximidade de localização;
- b) *Correlação temática*: as características de uma região geográfica são moldadas por um conjunto de fatores. Assim, as formas geológicas, os solos, o clima, a vegetação e os rios formam uma totalidade inter-relacionada. Deste modo, podem se traçar pontos de correspondência entre o solo e a vegetação de uma região;
- c) *Correlação temporal*: a fisionomia da terra está em constante transformação, em ciclos variáveis para cada fenômeno. Cada paisagem ostenta as marcas de um passado remoto, apagado ou modificado de maneira desigual, mas sempre presente (DOLLFUS, 1991);
- d) *Correlação topológica*: de particular importância na representação computacional, as relações topológicas como adjacência, pertinência e intersecção, permitem estabelecer os relacionamentos entre os objetos geográficos que são invariantes à rotação, à translação e à escala.

O geoprocessamento pode ser entendido como o vínculo entre o mundo real e o sistema computacional, onde são transferidas as bases cartográficas, através de um sistema de

georreferência. Sua função geral é produzir relatórios, mapas e ou arquivos digitais seguindo padrões de coordenadas geográficas (DAINESE, 2001).

Nessa linha de pensamento Rodrigues (2000), o uso deste tipo de ferramenta, além de auxiliar no planejamento e ocupação ordenada e racional do meio físico, permite avaliar e monitorar a preservação de áreas naturais.

Para fins de monitoramento das perdas de solo da sub-bacia Ribeirão das Bicas, Botucatu-SP, Lessa (2006) utilizou-se do ambiente do geoprocessamento tendo como etapas desde a fotogrametria digital, levantamento de solos até a saída de informações com a respectiva elaboração dos mapas para avaliações de perda de solo como instrumento de planejamento ambiental.

Buscando também o objetivo de monitoramento e planejamento ambiental, Carrega (2006) elaborou a delimitação de unidades ambientais na bacia do Rio Capivara – SP, tendo como metodologia o geoprocessamento em suas etapas de desenvolvimento, mostrando a fundamental importância dessa ferramenta para esta categoria de análise.

O objetivo principal do Geoprocessamento é fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

3.3. Sensoriamento Remoto

De acordo com Carneiro (1981), para que o planejamento ambiental possa dispor de precisão a respeito da rede de drenagem, vegetação, usos da terra entre outros elementos são utilizadas em diversos estudos com sub-bacias técnicas de sensoriamento remoto.

De várias maneiras tem sido definido o sensoriamento remoto, porém todas vão ao encontro a um mesmo objetivo comum. Moreira (2001) resumiu como um conjunto de atividades utilizado para a obtenção de informações a respeito dos recursos naturais, renováveis e não renováveis, através da utilização de dispositivos sensores colocados em aviões, satélites ou até mesmo na superfície.

O Sensoriamento Remoto também é geralmente definido como um conjunto de informações a respeito de objetos distantes, sem o contato físico com os mesmos (KONECNY e LEHMAN, 1984).

Mather (1987) afirmou que imagens de satélite, assim como fotografias aéreas são, portanto, dados de sensoriamento remoto. As informações são obtidas através da radiação refletida ou emitida por sua superfície, ao longo do espectro eletromagnético, através de sensores de campo, instalados em aeronaves ou satélites.

O sensoriamento remoto tem adquirido destaque, pois, segundo Dainese (2001), além de ser uma ferramenta útil no monitoramento de bacias hidrográficas permite localizar os focos dos problemas, de maneira não onerosa e que gera rapidamente um banco de dados dinâmico. Por essa razão a mesma autora afirma que o interesse dos usuários pelos dados orbitais tem ganhado dimensão devido à disponibilidade de informações e a facilidade de realizar o levantamento de campo que diminui dúvidas de interpretação.

Nesse sentido, Novo (1992) considerou como objetivo do sensoriamento remoto a expansão da percepção sensorial humana, seja pela visão panorâmica proporcionada pela aquisição de informações aéreas ou espaciais, seja pelas possibilidades de se obter informações inacessíveis à visão.

Considera-se também que a quantidade de sistemas de sensoriamento remoto que podem interagir com os Sistemas de Informações Geográficas, fornecendo-lhes inúmeros dados, vem aumentando significativamente nos últimos anos, pois tecnologias tais como o rotineiro uso dos Sistemas de Posicionamento Global (GPS) e sistemas de satélites multi-sensores, bem como o desenvolvimento da fotogrametria digital, produzem geodados com resoluções com resoluções espaciais, espectrais e temporais cada vez maiores (EHLERS et al., 2007).

Nesta linha de raciocínio, discutindo os conceitos de resolução, Moreira (2001) apresentou as seguintes definições:

- **Resolução Espacial:** Refere-se ao campo de visada de determinado sensor imageador (IFOV – Instantaneous Field of View). No solo, essa resolução pode ser definida como sendo a menor área do terreno

em que um sistema sensor é capaz de individualizar. Nesse sentido, o valor radiométrico do IFOV é a média dos valores das radiâncias dos diferentes objetos que ocorrem dentro da área do terreno, a qual depende da resolução de cada sensor.

- **Resolução Temporal:** É definida como função das características da plataforma na qual o sensor está colocado. No caso de sistemas sensores orbitais a resolução temporal indica o intervalo de tempo que o satélite leva para voltar a recobrir a área de interesse, dependendo da largura da faixa imageada no solo.
- **Resolução Espectral:** Leva em consideração o poder de resolução que os sensores imageadores têm para discriminar diferentes alvos sobre a superfície terrestre. Também pode ser definido como a melhor ou a pior caracterização dos alvos em função da largura da banda espectral em que o sensor opera. É importante ainda lembrar que o termo resolução espectral é, muitas vezes, utilizado erroneamente. É comum, por exemplo, verificar afirmações definindo que um sensor que opera em menos bandas espectrais do que outro possui menor resolução espectral.
- **Resolução Radiométrica:** Esta vem a ser a capacidade que um sensor possui de discriminar alvos em função de pequenas diferenças de radiação refletida e ou emitida. Por outro lado a radiação ao incidir no detetor é transformada em sinal elétrico, é ainda ampliada e retransmitida para um sistema de recepção. Desta forma pode-se afirmar também que a resolução radiométrica está associada à

capacidade do sensor em discriminar sinais elétricos com pequenas diferenças de intensidade.

Ponzonni et al. (2001) destacou que a resolução espacial de imagens orbitais é um dos principais fatores na definição das feições a serem mapeadas, pois interfere tanto na determinação da área mínima a ser mapeada de uma determinada classe, quanto na sua identificação.

3.4. Sistemas de Informações Geográficas

O Sistema de Informações Geográficas ou SIG pode ser definido como um banco de dados indexados espacialmente sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais (SMITH, 1987).

De acordo com Casanova et al. (2005), a principal diferença entre um SIG para um sistema de informação ou de banco de dados convencional é a sua capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos. Esses referidos autores utilizaram ainda o termo Sistemas de Informações Geográficas aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos.

O SIG pode também ser considerado uma ferramenta gerencial capaz de administrar, organizar e processar grandes volumes de informações geográficas, promovendo, assim, fundamentos para as soluções de problemas que degradam o meio ambiente (SIEBERT e GRANEMANN, 1994)

Semelhante explicação para este termo também foi dada por Câmara e Medeiros (1998) os quais se referiram aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como sendo aqueles sistemas de entrada de dados e saídas de informações efetuando para isto o tratamento computacional de dados geográficos. Então armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer.

Ehlers (2007) afirmou ainda que a integração existente no Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite o armazenamento e gerenciamento eficiente dos dados como parte do conjunto total das geoinformações disponíveis e registrados.

Outra vantagem significativa dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG vem a ser integração de dados coletados em diferentes instantes, escalas e utilizando de diferentes métodos de aquisição, o que viabiliza a integração dos mais variados tipos de dados e coletas das mais diferentes formas (MONICO, 2000).

Martorano et al. (1998) apresentaram uma proposta de zoneamento ecológico para o município de Ribeirão Preto – SP, visando uma melhor potencialidade de uso das terras, tendo como base de dados; solo, relevo, clima e vegetação, tendo para isso em mãos um sistema de informações geográficas como instrumento e auxílio nas tomadas de decisão.

Para fins de monitoramento ambiental Giboshi et al. (2005), desenvolveram um sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo das terras considerando para isto o conceito de capacidade de uso das terras como saída de informações num sistema de informações geográficas. O local de estudo escolhido para o teste do sistema foi o município de Santo Antonio do Jardim – SP.

No mesmo sentido, Barbosa et al. (2008) elaboraram uma pesquisa onde foram ilustradas para fins de planejamento ambiental, as áreas de conflito em APP e uso do solo, na sub-bacia do Ribeirão Duas Águas no município de Botucatu – SP.

Utilizando-se do método da Máxima Verossimilhança para mapeamento das feições de uso e ocupação na bacia experimental do Rio Pardo –SP, Sartori et al. (2009) enfatizaram no seu trabalho a viabilidade de se desenvolver o planejamento ambiental a partir da correta utilização dos Sistemas de Informações Geográficas.

Um esquema explicativo ilustra o conceito de Sistemas de Informações Geográficas o qual pode ser visualizado pela Figura 1 (ASSAD et al., 1998).

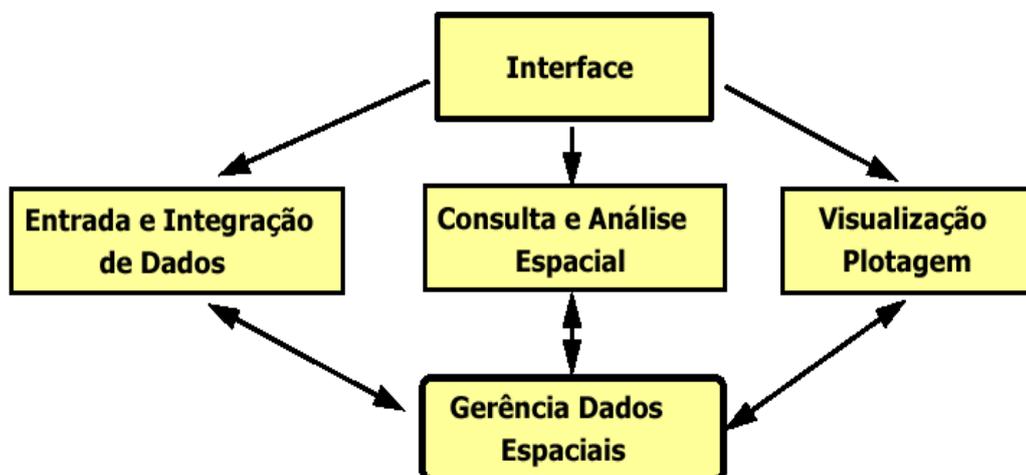


Figura 1. Estrutura de funcionamento de um sistema de informações geográficas. Fonte: ASSAD et al. (1998).

Os bancos de dados em SIG levam em consideração a modelagem de dados, a qual passa pelos seguintes estágios: identificação dos dados relevantes, coleta de dados sobre os fenômenos relevantes, correção dos erros identificados durante a coleta de dados, onde posteriormente tem-se a espacialização e armazenamento dos dados (MEDEIROS e PIRES, 1998).

Segundo Goodchild et al. (1992), elaborar um modelo de dados geográficos é uma tarefa complexa pois envolve a representação discreta de uma realidade que é dinâmica, contínua e espacial. Nesse sentido a modelagem de dados no nível mais alto é vista como uma função extremamente relevante na determinação do uso de um SIG.

Visando a caracterização hidrológica da sub bacia do Córrego Santa Isabel – ES, Santos et al. (2004) utilizaram-se de um Sistema de Informações Geográficas por meio de análise morfométrica e modelagem hidrológica gerando mapas de declividade, hipsometria, classificação de cursos de água e exposição do terreno comprovando a eficiência do SIG para manipulação de dados ambientais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição da área

A sub-bacia do Rio das Pedras, (Figura 2.) localiza-se no Distrito de Lobo, município de Itatinga, interior (centro – sul) do Estado de São Paulo, compreendendo uma área de 5156 hectares e concentra-se entre as coordenadas: 732000 metros, 740000 metros (leste) e 7440000 metros, 7460000metros (sul); (Coordenadas UTM – Universal Transversa de Mercator). As altitudes médias variam entre 720 e 840 metros, em relação ao nível do mar, segundo Carta do IBGE 1:50.000, de 1971, adaptada pela CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) do município de Botucatu.

Em relação ao uso e ocupação verificou-se a presença de médias e pequenas propriedades, sendo que no caso da área em questão predominam de uma forma geral as pequenas propriedades, nesses casos a maior fonte de renda de grande parte dos produtores é a pecuária leiteira. Observou-se, também, a tendência cada vez mais exponencial para perfis de produtores que arrendam parte das suas terras, no caso para cultivo de cana-de-açúcar, eucalipto e, mais recentemente, para citricultura.

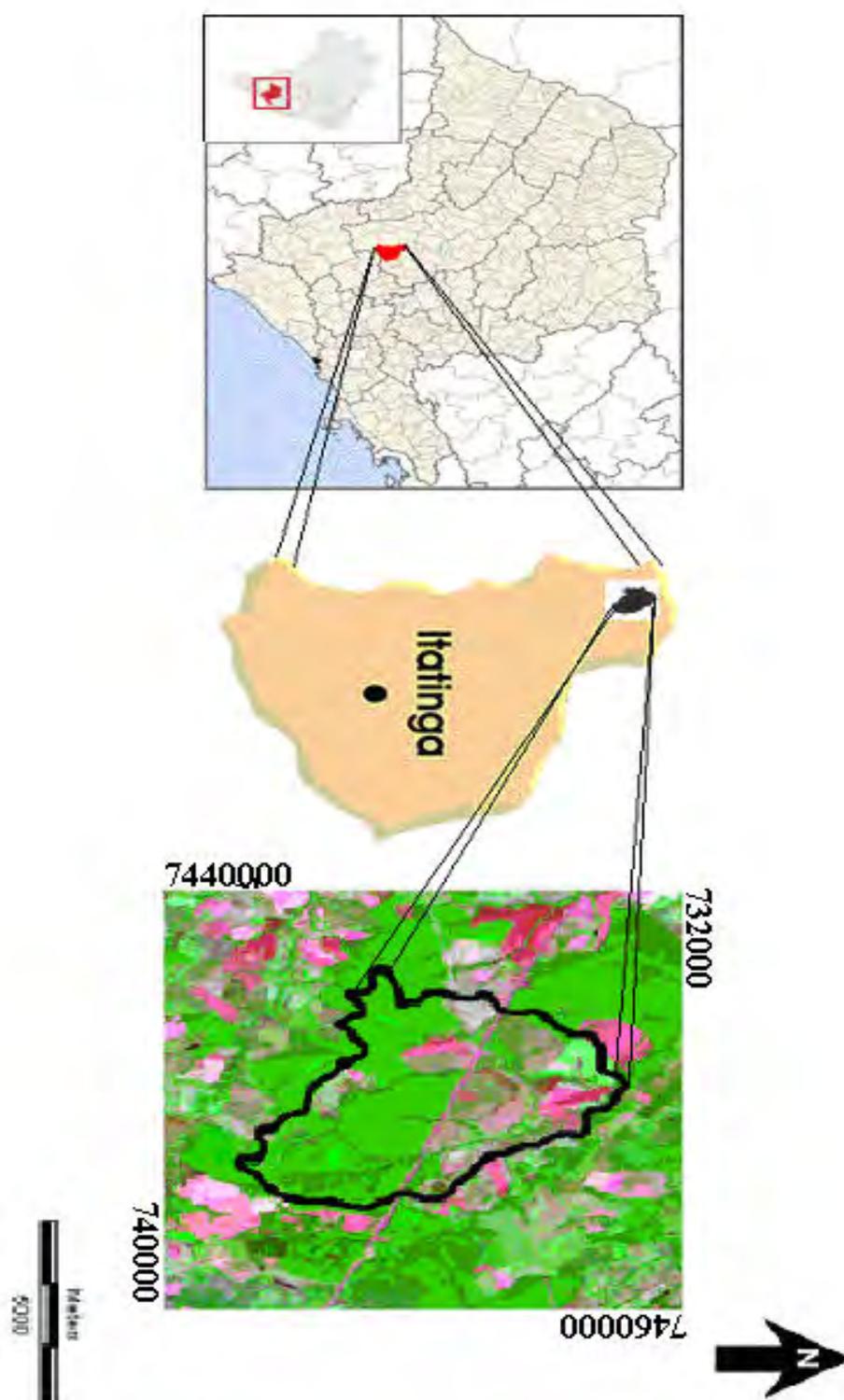


Figura 2. Localização da bacia do Rio das Pedras, Itatinga – SP.

4.1.1. Clima

O clima do município de Itatinga-SP é classificado como mesotérmico, com estação mais seca no inverno e identificada como Cwa, segundo a classificação de Koppen, com temperaturas médias anuais em torno de 20°C e índice pluviométrico entre 1.100 e 1.700 milímetros anuais, podendo atingir valores superiores a 1800 milímetros anuais, ocorrendo uma precipitação média no mês mais chuvoso e mais seco, respectivamente, de 223,4 milímetros e 37,8 milímetros (IPT, 1992).

4.1.2. Vegetação

De acordo com IPT (1992), a vegetação natural da área em estudo possui interface com o início do Cerrado. Estas formações florestais são classificadas como Cerrado Tropical Subcaducifólio, sendo que atualmente o que existem são apenas resquícios ou fragmentos, os quais ocorrem em pequenos maciços nas encostas íngremes de morros ou em galerias ou vales margeando alguns cursos de água.

A vegetação do município de Itatinga, de uma maneira mais ampla, é classificada como Floresta Estacional Semidecidual, ecossistema pertencente predominantemente ao bioma Mata Atlântica, caracterizado pela dupla estacionalidade climática, apresentando verões quentes e úmidos seguidos e invernos secos e frios.

4.1.3. Geologia

Do ponto de vista geológico, o município de Itatinga situa-se, de acordo dos estudos do IPT (1981), na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, unidade geotectônica morfoestrutural estabelecida sobre a Plataforma Sul-Americana. Dentre as principais unidades litoestratigráficas da Bacia do Paraná que afloram no município destaca-se principalmente o Grupo Bauru, Formação Marília e Grupo São Bento – Formação Serra Geral (em zonas de intertrapes com a Formação Botucatu) notando-se a presença de afloramentos basálticos

testemunhando manchas deste tipo de derramamento formando rochas ígneas extrusivas, em locais como a Cachoeira do Lobo no Rio das Pedras como é ilustrado pela Figura 3.



Figura 3. Afloramentos basálticos testemunhado pela Cachoeira do Lobo

4.1.3.1. Formação Serra Geral

São derrames basálticos toleíticos formados por rochas de cor cinza escura e negra e afaníticas entre os quais intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu, geralmente mostrando estruturas tipicamente dunares e outras manifestando natureza hidroclásticas. São ainda associados com corpos intrusivos de mesma composição, constituindo, sobretudo diques e sills. Esta intercalação no caso torna difícil uma delimitação em termos regionais (IPT, 1981).

De acordo com ainda com a mesma fonte esses derrames, no Estado de São Paulo, afloram na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e em morros testemunhos

isolados pela erosão. A formação também pode aflorar nos planaltos que bordeiam as cuestas e em locais onde os cursos de água desgastaram as formações areníticas superiores.

Foram comprovadas presença de conteúdos fóssil sendo no caso o registro de crustáceos, pistas de vermes e pegadas de vertebrados em faixas infratrapianas pertencentes à Formação Serra Geral, porém intercaladas com a Formação Botucatu em Itatinga – SP (FULFARO et al. 1980).

A Formação Serra Geral é recoberta em discordância angular, geralmente muito disfarçada, pelas várias formações que constitui o Grupo Bauru, ou depósitos cenozóicos. (MARIANO e BARNER, 1976; SOARES et al. 1979). Nesse sentido a superfície basal do Grupo Bauru, desenvolveu-se à custa da erosão de espessura não conhecida, possivelmente considerável da Serra Geral, após ter sido deformada por falhas e adernamentos.

Conclui-se que a uniformidade dos derrames, a vasta extensão que cobrem a associação com diques contemporâneos, a preservação local de morfologia das dunas e a raridade de produtos piroclásticos indicam que os basaltos da formação Serra Geral se originaram do extravasamento rápido de lava muito fluída por geoclases e menores falhas (vulcanismo de fissura). Os produtos de erosão dos basaltos não são conhecidos no interior da formação, parecendo indicar não ter havido hiatos significativos durante o processo vulcânico. A persistência das condições desérticas durante o vulcanismo é comprovada pela existência de intercalações eólicas. (IPT, 1981).

4.1.3.2. Arenitos da Formação Marília

São definidos como arenitos do Grupo Bauru, Formação Marília localizados na porção centro-sul do Estado de São Paulo, entre os médios vales dos rios Tietê e Paranapanema tendo ocorrência relativamente restrita em relação aos outros arenitos do Grupo Bauru possuindo um intricado recorte zonas de contato resultante da erosão da drenagem da linha principal.

Nas regiões de Marília e Echaporã (SP) sustentam escarpas características com até mais de uma centena de metros, encimadas por uma superfície aplainada denominada Planalto de Marília sendo que esta se depositou em um embaciamento localizado, desenvolvido ao

término da deposição Bauru, em situação parcialmente marginal, repousando geralmente sobre a Formação Adamantina e mais para leste sobre os basaltos da Formação Serra Geral.

Soares et al. (1980) definiu a Formação Marília com as seguintes características:

- *uma unidade composta por arenitos de grosseiros a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, rico em feldspatos, minerais pesados e minerais instáveis;*
- *ocorre em bancos com espessura média entre um e dois metros, maciços ou com acamamento incipiente, subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados, são encontrados raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários;*
- *são característicos da unidade os nódulos carbonáticos, que apresentam-se dispersos pelos sedimentos ou concentrados em níveis ou zonas. Cimento carbonático também é muito frequente;*

Outra característica importante apontada pelo referido autor vem a ser a diferença entre o Marília que sustenta o espigão norte (Garça, Marília) e o espigão sul (Echaporã) sendo que a textura dos sedimentos é, no geral, mais fina no espigão norte, onde a passagem para a Formação Adamantina sotoposta se dá através de interdigitações e a textura grossa notada na passagem do espigão sul onde a passagem para a Formação Adamantina se dá de maneira mais brusca.

Supõe-se também, uma discordância erosiva entre a Formação Serra Geral e Formação Marília, nas áreas mais a leste mapeadas sendo apontado por Soares et al. (1980) sobre estruturas do Grupo pré Bauru. Neste caso, o contato pode ser uma discordância angular como, por exemplo, a estrutura de Piratininga – SP onde a Formação Marília ocorre diretamente sobre unidades infrabasálticas.

Por último, de acordo com Suguio et al. (1975), a sedimentação da Formação Marília desenvolveu-se em embaciamento restrito, em regimes torrenciais característicos de leques aluviais e com a deposição de pavimentos detríticos, durante a instalação progressiva do clima semi-árido, o qual propiciou a cimentação dos detritos por carbonatos. Soares et al (1980) sugeriram um incremento na taxa de soerguimento das áreas marginais, durante a deposição da formação Marília, realizada cada vez mais próxima das cabeceiras dos leques aluviais, como indica a granulação crescente em direção ao topo.

4.1.4. Geomorfologia

O relevo local, pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná, localiza-se no Planalto Ocidental Paulista e é regionalmente denominado como Planalto de Itatinga. No mesmo Planalto, por sua vez, localiza-se a área em estudo, ou seja, a sub-bacia do Rio das Pedras. Como característica principal é composta em grande parte por colinas suavemente onduladas, com a presença de morros com topos aplainados e, conseqüentemente, declividades com médios e baixos níveis.

Esse tipo de relevo associado diretamente aos embasamentos rochosos locais contextualiza-se num período atual de dissecação/verticalização do manto de regolito e conseqüente processo de pedogênese (clima tropical). Isso após um período de glaciação anterior onde se tinha na região um clima semiárido e processos de horizontalização (pediplanação) do relevo com grande presença de erosão eólica.

Três unidades de relevo são encontradas no município de Itatinga, segundo mapa do IPT (1997). A primeira a oeste com divisas com o município de Avaré – SP é o Planalto Centro Ocidental, a segunda ocupa a região mais central leste e norte do município compreendendo inclusive a área de estudo vem a ser o Planalto Residual de Botucatu e, por último, compreendendo a região de montante da área de estudo e regiões mais ao sul do município, vem a ser a Depressão do Paranapanema.

4.1.4.1. Planalto centro-ocidental

Segundo o IPT (1997), essa unidade morfoescultural ocupa a maior parte da morfoestrutura denominada Bacia sedimentar do Paraná, limitando-se com os estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná e também a leste com a Depressão Periférica Paulista.

De acordo com a referida fonte nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente em colinas amplas e baixas com topos convexos e topos aplanados e tabulares com entalhamentos nos vales inferiores a 20 metros. As dimensões interfluviais médias predominantes estão entre 1750 metros e 3750 metros e as altimetrias variam entre 400 e 700 metros com declividades médias variando entre 2% e 10%. Além disso, por apresentar formas de dissecação baixa, vales pouco entalhados com densidade de drenagem baixa, esta unidade apresenta um nível de fragilidade potencial baixo, nos setores aplanados nos topos nas colinas, entretanto face às características texturais dos solos (Latosolos Vermelho-Amarelo em maior parte e Argissolos Vermelho-Amarelo nas vertentes mais inclinadas), os setores de vertentes pouco mais inclinados são extremamente susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando se desenvolvem escoamentos concentrados (IPT, 1997).

Há de se ressaltar ainda a condição que o relevo apresenta (plano e suave plano) para a implantação de monoculturas mecanizáveis como é o caso da cana de açúcar, o eucalipto e a citricultura, presentes inclusive na área de estudo com presença cada vez maior.

4.1.4.2. Planalto residual de Botucatu

Localiza-se na parte central do Estado de São Paulo, entre o Planalto Central Ocidental e a Depressão Periférica Paulista. Na área de estudo está compreendida em porções do reverso da cuesta mais precisamente na parte sul do interflúvio Tietê-Parapanema. Nessa unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui basicamente com colinas com topos amplos convexos e tabulares. Apresenta entalhamentos de 20 a 40 metros e dimensão interfluvial variando de 250 metros à 1750 metros. Predominam ainda

nessa região altimetrias entre 600 e 900 metros e as vertentes apresentam basicamente declividades entre 10 à 20 % (IPT, 1997).

De acordo ainda com a mesma fonte, litologicamente esta área é constituída por arenitos e lâminas de argilito e siltitos, onde se desenvolvem preferencialmente os solos do tipo Latossolos Vermelhos. É uma área dispersora de drenagem por constituir terrenos elevados de borda da bacia do Paraná.

Finalmente tendo formas de dissecação média com vales entalhados, caracteriza-se por uma fragilidade potencial média o que torna a área susceptível à atividades erosivas, sobretudo nas partes com maior inclinação.

4.1.4.3. Depressão do Paranapanema

Nesta unidade de relevo predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente por colinas de topos convexos e tabulares. Apresenta vales com entalhamentos que variam de menos de 20 metros a 80 metros e dimensões interfluviais de menos de 250 metros a 1750 metros. As altimetrias predominantes estão entre 600 e 700 metros e as declividades das vertentes entre 10 e 20%.

Em relação à litologia, esta é formada basicamente por arenitos em especial os eólicos e, nesse sentido, a predominância das classes de solos são os Neossolos Quartzarêncios e também Latossolos Vermelho-Amarelo (IPT, 1997).

Considerando a dissecação do relevo, esta é considerada média com vales entalhados e densidade média a alta com densidades de drenagem de média a alta, o que aliado a constituição litológica implica em um nível de fragilidade potencial médio tornando a área fortemente susceptível a intensos processos erosivos nas regiões mais dissecadas, ocorrendo os solos do tipo Neossolos Quartzarêncios desenvolvidos sobre os arenitos friáveis das Formações Pirambóia e Botucatu.

Quanto à drenagem os canais são tributários do rio Paranapanema e apresentam em sua maioria padrões paralelos. De acordo com Almeida (1964), a drenagem principal é ressequente, com adaptações locais às direções de diaclases orientadas a NE e NW, direções que também se manifestam no traçado dos menores cursos de água.

Nesse sentido, os principais rios que cortam a sub-bacia são: o córrego Ponte Preta (porção oeste da sub-bacia), o córrego do Lobo (porção leste da sub-bacia), ambos vertendo para o córrego principal que é o Rio das Pedras (porção norte), importante tributário por sua vez do Rio Pardo que é o principal afluente do Rio Paranapanema. O mapa com a área e os referidos rios é ilustrado na Figura 4.

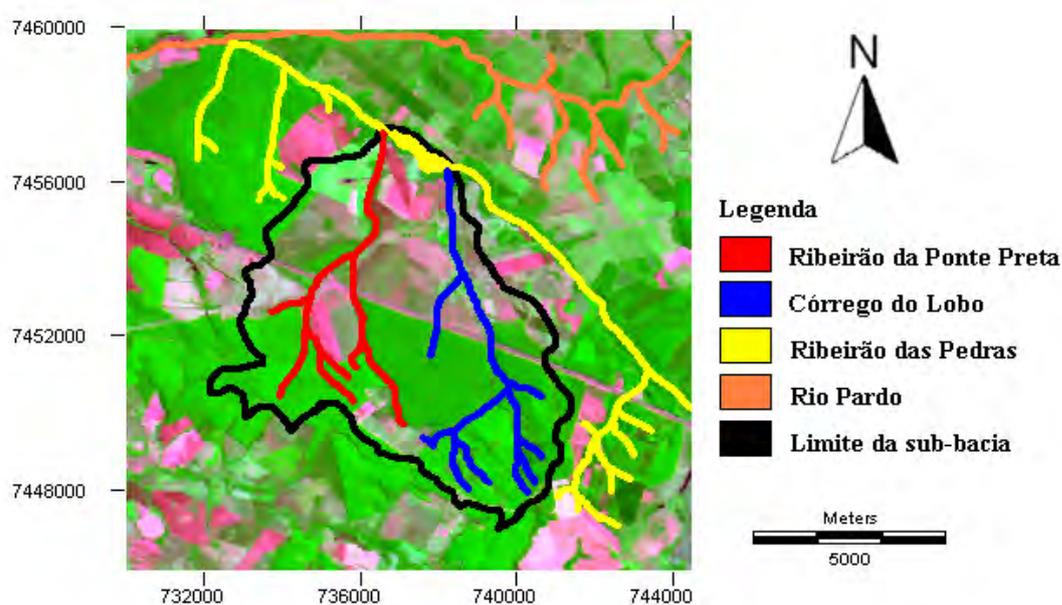


Figura 4. Principais córregos da bacia do Rio das Pedras (vermelho e azul).

4.2. Material

De acordo com Sano et al. (1998), a fase de levantamento e de organização dos dados sempre é necessária e deve preceder a estruturação de dados propriamente dita no SIG. Nesse sentido, quando as informações ambientais não estão disponíveis, podem ser levantadas através da interpretação de imagens de satélite ou fotos aéreas com suporte de cartas planialtimétricas e verificação de campo.

4.2.1. Questionário socioeconômico e ambiental

4.2.1.1. 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”, entre outros, serão retirados do questionário para que variáveis mais adequadas e contextualizados com a realidade local respondam melhor a pesquisa realizada.

O diagnóstico ambiental foi elaborado a partir de um questionário feito junto aos produtores rurais da sub-bacia do Rio das Pedras, no qual se buscou a identificação dos principais pontos de poluição na sub-bacia estudada.

4.2.2. Diagnóstico físico – conservacionista

4.2.2.1. Bases cartográficas

Foram considerados os Mapas Bases da CATI – Coordenadoria de Assistências Técnica Integral, município de Botucatu – SP. Código do Mapa: 08.268.02, Folha: 02/06. Esses mapas possuem informações com base nas Cartas do IBGE 1971 e IGC 1976, e foram ajustados para a escala: 1:25.000, sendo que os mais utilizados foram os de curvas de nível e drenagem.

4.2.2.2. Programas utilizados (vetorização e mapeamento)

Os mapas foram escaneados em formato TIFF em scanner de mesa na Prefeitura municipal de Botucatu, mais especificamente na Secretaria de Planejamento.

Para a delimitação e digitalização das curvas de nível, limite da sub-bacia, rede de drenagem, elaboração das Áreas de Proteção Permanente (APPs) e também para o georreferenciamento da área estudada, utilizou-se do programa de vetorização, onde a partir das bases de dados definidas, foram elaborados os arquivos vetoriais para que, posteriormente, sejam exportados para o SIG – Sistemas de Informações Geográficas.

O SIG utilizado para o trabalho foi o IDRISI Andes (EASTMAN, 2006) para a transformação dos arquivos vetoriais em arquivos de formato “raster” e obtido o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDT) e, respectivamente, elaborou-se os mapas temáticos para o estudo da área.

4.2.2.3. Imagens de satélite

Foram utilizadas imagens orbitais CBERS 2B (China Brazil Earth Resources System). A aquisição e composição das imagens seguem os seguintes passos: imagem CBERS 2B, sensor CCD, quadrante um, cena 126, dia da passagem: 10/03/2007 órbita: 156, revolução 4525, nadir: 0° orientação das imagens: 8.50435, azimute sol 335703, elevação do sol 411239. A aquisição foi realizada pelo site do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) com a obtenção gratuita das imagens.

Com as referidas imagens de satélite foram elaborados diversos mapas temáticos referentes ao diagnóstico físico-conservacionista, a partir do tratamento e processamento das referidas imagens. Ao mesmo tempo, os arquivos foram convertidos a partir dos formatos vetoriais em raster através do processamento híbrido com a interpolação entre as imagens tratadas e os respectivos arquivos raster.

4.2.2.4. Fotografias aéreas

Para fins de planejamento das ações a se realizar na sub-bacia estudada, sobretudo nas escolhas dos pontos de coleta para o levantamento e confecção do mapa de solos, obteve-se junto ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas,

FCA/UNESP Botucatu, seis fotografias aéreas (Base Fotogrametria S/A), escala de 1:30.000 as quais compõe a sub-bacia do Rio das Pedras. Foram utilizadas as seguintes fotografias aéreas: B-917 - faixa 020; 7989, 7990 e 7991 e faixa 021; 2385;2385; 2386; 2387.

4.3. Métodos

4.3.1. Entrevistas

O questionário socioeconômico e ambiental realizados sob forma de entrevista nesta dissertação seguiu 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.

Residem no local de estudo em questão 13 produtores rurais que praticam agricultura familiar, tendo como principal fonte de renda a pecuária leiteira, alguns arrendamentos, turismo rural (um caso) 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, da seguinte maneira: 5 – excelente; 4 – bom; 3 – regular, 2 – ruim, 1 – péssimo.

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 serão descritas algumas variáveis do questionário socioeconômico e ambiental, utilizadas para a pesquisa desenvolvida na qual foram entrevistados 09 produtores rurais que aceitaram participar da pesquisa num total de 13 do espaço em questão estudado:

4.3.1.1. Questionário socioeconômico

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, erva mate, polenta, 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.

4.3.1.2. Questionário ambiental

Variável:

Fontes de Poluição na sub-bacia

- 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, mau cheiro.

4.3.1.3. 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:

$$y = ax + b \quad (1)$$

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

4.3.2 Diagnóstico físico conservacionista

Este teve as seguintes etapas:

- a) divisão da bacia do Rio das Pedras em duas sub-bacias: Córrego do Lobo e Ribeirão Ponte Preta, a fim de que sejam analisadas individualmente de acordo com os parâmetros a serem analisados para o diagnóstico físico conservacionista;
- b) mapeamento de uso do solo para cada sub-bacia seguindo o método de elaboração dos arquivos vetoriais, processamento de imagens orbitais no SIG; Elaboração do mapa de declividade, mapa de solos a partir do método de levantamento de solos proposto por Lemos e Santos (1996); confecção dos mapas de declividade tomando como base o método de elaboração do MDT (Modelo Digital de Elevação) no SIG, mapeamento das classes de capacidade de uso do solo e determinação das áreas de conflito de uso do solo a partir de parâmetros em NDVI;
- c) para fins de verificação da propensão a eventos de enchentes na sub-bacia verificou-se alguns cálculos referentes aos parâmetros morfométricos da sub-bacia do Córrego do Lobo e do Ribeirão Ponte Preta considerando as seguintes variáveis seguintes hidrológicas: área

total da sub-bacia, índice de forma, comprimento e densidade da rede de drenagem.

4.3.2.1 Mapa de uso do solo

O mapeamento de uso do solo com o respectivo processamento de imagens orbitais CBERS 2B CCD, da região de Botucatu foi elaborado para este a partir do SIG Idrisi Andes from Clark Labs. O método de classificação supervisionada MAXVER (Máxima Verossimilhança) foi utilizado para a confecção do mapa temático e a quantificação de cada unidade de uso mapeada onde, segundo Pereira (1995), o algoritmo utilizado consiste num princípio estatístico paramétrico, na qual são consideradas as classes envolvidas e uma função de densidade de probabilidade Gaussiana.

Ainda, considerando a classificação supervisionada, vale lembrar que sendo esta uma das maneiras de determinação de uso do solo, vem a ser uma associação de pontos de uma imagem a uma classe de grupo, ou ainda o processo de reconhecimento de classes ou grupos cujos membros exibem características semelhantes feitas em uma classificação rígida (ROSA, 2003).

Foi utilizado também com uma finalidade qualitativa, o método NDVI (Normalized Difference Vegetation Index ou Índice de Vegetação) proposto a partir dos estudos de Tucker (1979) para o mesmo fim, ou seja, o mapeamento de uso e ocupação mas com um diferencial, que vem a ser a qualidade do mapeamento para monitoramento ambiental.

Considera-se, segundo Lourenço e Landim (2004), o NDVI sendo o resultado da composição de bandas espectrais nas faixas do vermelho (banda 4) e infravermelho próximo (banda 3). Segundo ainda os mesmos autores, na faixa do vermelho a clorofila absorve a energia solar ocasionando uma baixa reflectância, enquanto na faixa do infravermelho próximo, tanto a morfologia interna das folhas quanto a estrutura da vegetação ocasionam uma alta reflectância da energia solar incidente.

Baseado nessas considerações, procurou-se separar as respectivas classes de uso do solo segundo o próprio intervalo de bandas com o objetivo de observar as faixas com tons

mais próximos aos amarelados (próximos a 0 μm) revelando áreas de risco ambiental (no caso processos erosivos) com presença de solo exposto e ou pastagens degradadas.

4.3.2.2 Elaboração dos arquivos vetoriais.

Para a confecção dos mapas com os mais diversos temas enunciados, utilizou-se as Cartas do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, adaptadas pela CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral, município de Botucatu – SP. Para vetorização dos mapas usou-se do programa de vetorização, e para a elaboração do MDT (Modelo digital de Informação), os dados vetoriais obtidos até aí, foram importados através do SIG Idrisi Andes da Clark Labs e convertidos dos arquivos vetoriais em raster e então se elaborou o modelo digital de elevação do terreno – MDT.

4.3.2.3. Levantamento de Solos

Para a confecção do mapa de solos, sendo esta uma das variáveis que compõe o mapa de capacidade de uso do solo, que por sua vez é parte integrante do diagnóstico físico – conservacionista, foram consideradas os seguintes procedimentos para a execução desta etapa:

- a) escolha nas fotografias aéreas dos pontos de coletas (perfis) mais indicados para posterior análise, sendo escolhido para estudo um total de 12 perfis e para cada ponto a coleta de 4 amostras em profundidades diferentes, ou seja, 48 amostras;
- b) uso do enxadão para limpeza da área de amostragem e trado de rosca para retirada das amostras nos referidos pontos de coletas em quatro profundidades: 0 - 20 centímetros, 20 - 40 centímetros, 40 - 60 centímetros e 60 - 80 centímetros. (Para isso considerou-se

mapas anteriormente elaborados de solos para escolha das profundidades);

- c) análise química em laboratório para levantamento das variáveis químicas de cada amostra como: pH, V%, CTC (Capacidade de Troca Catiônica), teor de alumínio entre outros.
- d) análise granulométrica não fracionada para a verificação da textura do solo onde se observa o teor das três frações argila, areia e silte. Análise esta também muito importante para verificação de quais regiões da área de estudo apresentam-se mais propensas aos fenômenos erosivos.

A Figura 5 ilustra os pontos de coleta escolhidos para este trabalho na área de estudo:

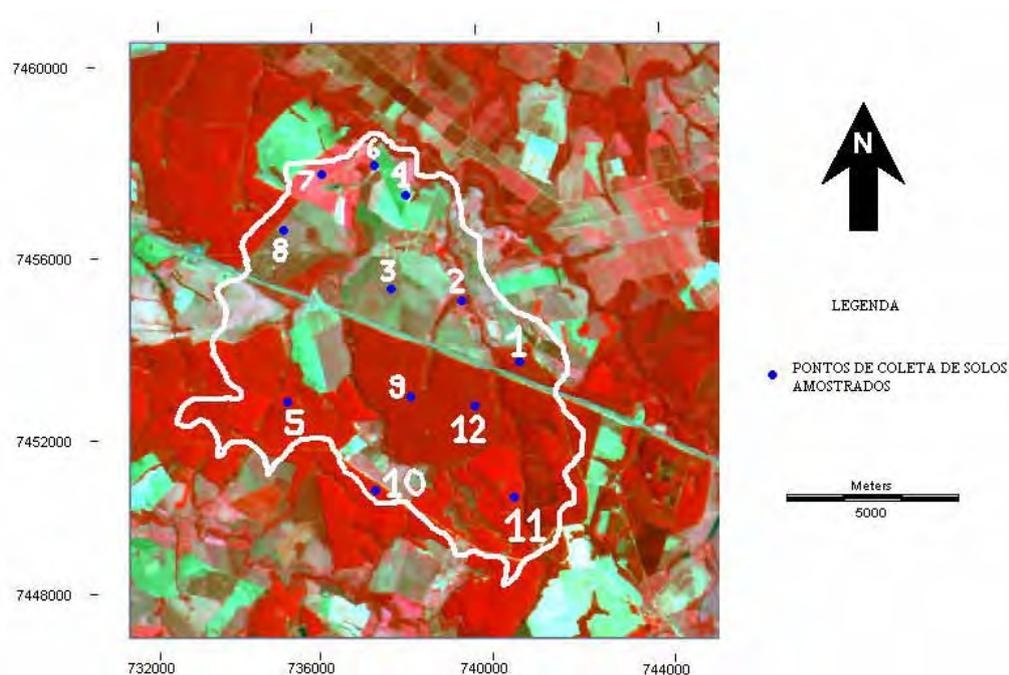


Figura 5. Pontos de Coleta com os perfis amostrados.

4.3.2.2.1. Elaboração do limite da Sub-bacia

No mapa de limite da sub-bacia do Rio das Pedras, Itatinga – SP foi elaborado o seu formato vetorial. Para isso algumas etapas importantes seguiram-se:

- a) digitalização da Carta 1:30.000 da CATI em formato tiff;
- b) a etapa vetorial seguiu as seguintes etapas:
 - anexação do arquivo tiff, (carta digitalizada);
 - retificação da escala na carta onde se transformam as matrizes x e y do tiff (tela) em x e y, georreferência em coordenadas UTM – Unidade Transversa de Mercator (real);
 - criação do layer (camada) “limite” e posteriormente inicia-se o processo de vetorização do referido limite da sub-bacia traçando-se os seus divisores de águas e colocando como cota planialtimétrica o valor 1 para ser posteriormente aceito pelo SIG.
 - salva-se o arquivo em formato DWG e faz-se o mesmo procedimento salvando o arquivo em extensão DXF (extensão aceita para importação por grande quantidade de SIGs existentes inclusive o Idrisi Andes no qual se baseia a pesquisa em questão).

4.3.2.2.2. Rede de Drenagem

Num primeiro momento, aproveitou-se o arquivo TIFF anteriormente gerado e suas respectivas etapas de retificação de escala e georreferenciamento. No momento de criação do layer (camada) de drenagem substitui-se o layer anterior criado (no caso anterior limite) pelo qual se irá trabalhar, ou seja, “drenagem”. Após esse procedimento, inicia-se a

respectiva vetorização da rede de drenagem traçando-se desde as nascentes até os córregos principais e finaliza-se com os mesmos mecanismos de salvar os arquivos em formatos DWG e DXF respectivamente.

4.3.2.2.3. Área Total da Sub-bacia

Com o auxílio do SIG, a partir dos arquivos vetoriais do limite devidamente transformados em formatos matriciais (linhas e colunas), foi calculada a área total da sub-bacia do Rio das Pedras com base no arquivo “Limite” em formato RASTER.

4.3.2.2.4. Áreas de Proteção Permanentes

Para concepção do mapa das áreas de proteção permanente – APPs, segue-se os mesmos procedimentos descritos anteriormente, porém tomou-se como base de construção o layer de drenagem. Após essa base foram dimensionadas as áreas de proteção permanente para córregos de pequeno porte em sub-bacias que é de 30 metros.

Foram delimitadas as APPs nas nascentes dos córregos em estudo, conforme o referido Código Florestal Brasileiro (Lei número 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela lei 7.803 de 8 de agosto de 1993). Neste caso, toma-se o ponto inicial da nascente e aplicou-se o valor de 50 metros que é a distância padrão para este tipo de área de proteção.

4.3.3. Mapa de Conflito em APP

O mapa de conflito de uso em áreas de proteção permanente foi elaborado a partir do cruzamento do mapa de uso do solo (método MAXVER), com o mapa de Área de Proteção Permanente no SIG, arquivo raster, obtido a partir do vetor APP. Posteriormente foi quantificada a área de conflito com o uso em questão.

4.3.4. Mapa de Solos

Após levantamento dos pontos nas fotografias aéreas e coleta em campo com as profundidades específicas feita por tradagem, as amostras foram submetidas a análises físicas (para verificação das variáveis texturais) e químicas (a fim de se analisar parâmetros como CTC, V%, teor de enxofre entre outros) para nomeação das diferentes classes de solos.

Os mapas de solos foram elaborados em escala de 1:75000 a partir das coletas de solos em pontos determinados em quatro profundidades específicas: 0 - 20 centímetros, 20 - 40 centímetros, 40 - 60 centímetros e 60 - 80 centímetros. Foram efetuadas análises físicas considerando-se as análises granulométricas pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997) e análises químicas que consideram variáveis como CTC, V%, pH, K, Al entre outros minerais que fazem inferência a fertilidade do solo (RAIJ et al., 1996).

4.3.5. Mapa de declividade

Como parte do conjunto de análises feitas para o diagnóstico físico conservacionista foram elaborados os mapas com as classes de declividade do solo tomando-se os seguintes intervalos de análise de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Intervalo de classes de declive para conservação dos solos (FRANÇA, 1963)

Intervalo (%)	Relevo	Cores
0 a 3%	Plano	Verde Claro
3 a 6%	Suave ondulado	Amarelo
6 a 12%	Ondulado	Vermelho
12 a 20%	Forte ondulado	Azul
20 a 40%	Montanhoso	Verde Escuro
> 40 %	Escarpado	Roxo

Fonte: Lepsh, et al. (1991).

4.3.6. Capacidade de Uso do Solo

O mapa de capacidade de uso foi obtido através do cruzamento do mapa de solos e de declividade no SIG Idrisi Andes no comando *overlay* para os referidos cruzamentos. Para a elaboração do mapa foi utilizada a tabela de julgamento das classes de capacidade de uso a partir dos estudos de Zimback e Rodrigues (1993). Na Tabela 2. é ilustrada as classes de julgamento:

Tabela 2. Classes de julgamento para capacidade de uso do solo (Zimback e Rodrigues, 1993).

Limitação	Critérios	CLASSES DE CAPACIDADE DE USO							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.fertilidade Aparente	Muito alta	X							
	Alta	X							
	Média		X						
	Baixa			X					
	Muito baixa						X		
2.profundidade Efetiva	>200cm	X							
	100-200cm		X						
	50-100cm								
	25-50cm				X				
	<25cm					X			
3.permeabilidade e drenagem	Excessiva		X						
	Boa	X							
	Moderada		X						
	Pobre			X					
	Muito pobre					X			
4.deflúvio	Muito rápido				X				
	Rápido			X					
	Moderado								
	Lento		X						
	Muito Lento	X							
5.pedregosidade	Sem pedras	X							
	>1%		X						

	1-10%			X					
	10-30%				X				
	30-50%						X		
	>50%							X	
6.risco de inundação	Sem risco	X							
	Ocasional			X					
	Frequente					X			
	Muito Frequente								X
7.declividade	0-3%	X							
	3-6%		X						
	6-12%			X					
	12-20%				X				
	20-40%						X		
	>40%							X	
8.erosão laminar	Não aparente	X							
	Ligeira		X						
	Moderada			X					
	Severa						X		
	Muito Severa							X	
	Extrem. Severa								X
9.erosão em sulcos superficiais	Não aparente	X							
	Ocasionais		X						
	Freqüentes			X					
	Muito frequente				X				
10.erosão em sulcos rasos	Não aparente	X							
	Ocasionais			X					
	Freqüentes				X				
	Muito frequente						X		
11.erosão em sulcos profundos	Não aparente	X							
	Ocasionais				X				
	Freqüentes						X		
	Muito frequente							X	
12.voçorocas	Não aparente	X							
	Ocasionais						X		

	Frequentes							X	
	Muito frequente								X

4.3.7. Informações Referentes ao Conflito de Uso do Solo

A última etapa de elaboração para o diagnóstico físico-conservacionista foi a avaliação das áreas conflituosas em relação ao uso do solo. Para isto tomou-se como base os seguintes parâmetros:

- a) as classes de uso do solo com seus níveis de índice de vegetação - NDVI que não estão de acordo com as classes de capacidade de uso (alta reflectância) onde no caso foram identificadas e quantificadas a fim de compor parte do índice de deterioração físico-conservacionista;
- b) a comparação das áreas de preservação permanente APP em relação aos conflitos de uso do solo como base para proteção dos recursos hídricos de acordo com o Código Florestal Brasileiro onde também houve a identificação e quantificação das áreas em desacordo;
- c) Soma das áreas de conflito de solo em NDVI nas sub-bacias e das áreas de conflito em APP para obtenção da porcentagem da área de conflito e conseqüentemente do diagnóstico físico conservacionista;

A partir desses dados foi possível então avaliado o grau de degradação da sub-bacia do Rio das Pedras levando em consideração o diagnóstico físico-conservacionista. Agrega-se aqui, então, a última variável de análise do estudo das degradações ambientais da sub-bacia rio das Pedras, com o questionário socioeconômico e ambiental.

Sem dúvida este último método de análise, em associação com os demais utilizados, irá contribuir como uma importante ferramenta nas tomadas de decisões tanto por

parte dos órgãos competentes quanto para os produtores rurais da área estudada de uma maneira geral.

Nesse sentido foi elaborando um verdadeiro banco de dados padronizado e atualizado, com respaldo na legislação vigente, citando-se como exemplo as áreas de proteção permanente e áreas de nascente, de acordo com o Código Florestal Brasileiro.

4.3.8. Análise ambiental a partir de parâmetros morfométricos

Para fins de análise da propensão que a área de estudo tem aos impactos ambientais, mais especificamente se tratando de fenômenos de enchentes buscou-se a verificação dessas variáveis a partir de informações referentes a hidrologia e morfometria.

Nesse sentido os principais itens observados foram: declividade, índice de forma, comprimento e densidade da rede de drenagem.

4.3.8.1. Declividade

Repetem-se todas as etapas citadas anteriormente com a diferença da elaboração do layer de declividade e respectivamente o traçado das curvas de nível propriamente ditas, tomando-se como base sempre o limite como referência de traçado. Nesse caso é interessante lembrar que é recomendável que se tracem essas linhas um pouco a mais em relação ao limite evitando-se o chamado efeito de borda ao se trabalhar posteriormente no SIG.

Leva-se em consideração a seguinte expressão:

$$H = \frac{DL}{A} \quad (2)$$

➤ H = Declividade média da microbacia (multiplicado por 100, pois é em porcentagem); D = Eqüidistância vertical das curvas de nível (km); L = Comprimento total das curvas de nível da microbacia (km); A = Área da microbacia (km²).

4.3.8.2. Índice de Forma da Sub-bacia

O Índice de forma da Sub-bacia foi elaborado pelo SIG. Nesse caso o programa trabalhou uma forma geométrica a partir do córrego principal da sub-bacia tendo como base a seguinte fórmula para esse referido cálculo:

$$If = 1 - \frac{(A \cap L)}{A} \quad (3)$$

➤ If = Índice de forma (adimensional); A = Área da sub-bacia (ha); L = Área da figura geométrica envolvente, com forma mais próxima possível do formato da microbacia (ha); $A \cap L$ = Área de intersecção entre L e A (ha).

4.3.8.3. Comprimento e Densidade da Rede de Drenagem

Inicialmente o comprimento da rede de drenagem foi calculado no SIG partir do arquivo “*drenagem*” em formato DXF.

A densidade da rede de drenagem foi elaborada a partir da seguinte expressão:

$$Dd = \frac{Cr}{A} \quad (4)$$

Onde:

- Dd = Densidade de drenagem (km/h²);
- Cr = Comprimento da rede de drenagem (km);
- A = Área da microbacia (Km²).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Diagnóstico socioeconômico

5.1.1. Variável demográfica

Foi aplicado o questionário socioeconômico em nove 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 77,5 % dos produtores rurais entrevistados apresentaram média de idade entre 46 e 65 anos de idade, considerada alta de acordo com a metodologia proposta para o diagnóstico socioeconômico realizado. Ainda nesse sentido observou-se que dois produtores apresentaram respectivamente média idade, ou 36 a 45 anos e idade muito alta, maior que 65 anos.

Em relação ao grau de instrução educacional dos produtores rurais que participaram da pesquisa, 44,5 % apresentaram índice considerado baixo de escolaridade, de 1ª à 4ª série do ensino fundamental e 33,2 % apresentaram índice “médio baixo”, que estudaram da 5ª a 8ª série do ensino fundamental. Apenas dois produtores rurais, apresentaram o ensino médio completo.

Quanto ao local de nascimento do produtor, 55,5 % nasceram no Distrito de Lobo e 44,5 % nasceram na cidade mais próxima, no próprio município de Itatinga que engloba toda a região estudada.

Em termos de residência do produtor rural, 55,5 % residem em zona rural distantes do Distrito de Lobo sendo o restante tendo residência no referido Distrito. Apenas um produtor reside na cidade de Itatinga.

No quesito número de famílias por propriedade apenas 1 produtor rural diz ter em sua propriedade 4 famílias. Tendo então, respectivamente, todos outros produtores rurais, apenas 1 família residindo em suas propriedades.

Relatando a média de idade do núcleo familiar, 22 % apresentaram média de idade entre 36 e 45 anos, 44,5 % apresentaram média de idade considerada baixa, ou seja, entre 16 e 35 anos e 33,2 % apresentaram média de idade no núcleo familiar em torno de 46 e 65 anos de idade sendo este considerado, conforme citado anteriormente, como “alta”. Deve se levar em conta que a maior média apresentada, ou seja, 44,5 % (baixa idade) 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.

Entretanto, as pessoas com essa faixa etária não mostram interesse, na maioria dos casos pesquisados, em continuar com o trabalho no campo, ou seja, a grande maioria dos filhos dos produtores rural prefere, ao terminarem seus estudos, trabalhar e morar na cidade. Dizem ainda “não ter identidade com a vida no campo”. Esse fato mostrou sem dúvida mais um desafio para os produtores rurais em dar a continuidade das suas atividades no campo.

Ainda nessa linha de pensamento, tratando-se do total atual de pessoas no núcleo familiar 33,2 % do total entrevistado revelaram um percentual médio de pessoas no seu núcleo familiar, ou seja, 4 pessoas. Considerou-se ainda que 22 % das famílias entrevistadas relataram ter um índice de 3 familiares residentes, 4 produtores rurais no restante, relatam ter respectivamente 6, 5, 2 e 1 pessoas residentes em suas casas. Notou-se nesta variável de análise que dos percentuais predominantes, ou seja, 33,2 % e 22 % (ou 55,2 %) respectivamente, a característica do núcleo familiar não é mais semelhante ao percentual de muitos anos atrás no âmbito rural, onde as famílias eram consideradas numerosas. Nesse sentido, pode-se afirmar que a característica desta variável na área de estudo é a da chamada

“família nuclear”, entre 3 e 4 pessoas na família, a presença do pai, mãe e um ou dois filhos, no máximo.

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

Do local de nascimento dos residentes da área de estudo, 66,5 % do total afirmam ser a cidade de Itatinga - SP (cidade mais próxima). O restante nasceu no próprio Distrito, e nesse sentido, como esta localidade não possui hospital, conclui-se que o restante pesquisado nasceu nas suas próprias casas, 33,5 %.

5.1.2. Variável habitacional

Analisando-se o tipo de habitação dos produtores rurais envolvidos na pesquisa, 66,5 % do total possuem casa de alvenaria em bom estado de conservação o restante dos pesquisados apresenta residências, também de alvenaria, em mau estado de 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 77,5 % dos pesquisados possuem casas com 4 a 6 cômodos. Tendo, respectivamente, o restante desse total de habitações com 3 cômodos ou menos. Em relação ao número médio de pessoas por quarto, o mesmo percentual acima apresentou uma média de duas pessoas por quarto, sendo que o restante, ou seja, 2 produtores, apresentaram respectivamente 6 pessoas por quarto e 1 pessoa por quarto.

O tipo de fogão apresentado por 77,5 % dos entrevistados é o fogão a gás. Esse dado mostrou não um aumento do poder aquisitivo por parte do produtor rural, mas sim a facilidade de realizar compras de produtos da chamada “linha branca”, onde relataram poder dividir o valor das prestações em várias vezes, não se importando com os juros embutidos na compra, onde acabam por vezes comprando até duas vezes o mesmo produto em razão dos altos juros embutidos. A única preocupação por parte dos produtores é se a parcela da compra

cabe ou não no orçamento familiar, sendo essa uma grande realidade verificada inclusive por grande parte das famílias brasileiras hoje.

Em relação à água consumida na propriedade todos os proprietários e suas famílias consomem água potável, sendo de poço artesiano, (filtro ou encanada). Quanto a rede de esgoto, 33,2 % apenas possuem rede de esgoto, 66,8 % possuem fossa negra. Esse dado traz à tona a grande preocupação se essas fossas estão construídas de maneira correta na qual não comprometem o lençol freático e, por conseqüência, a grande parte do abastecimento de água das propriedades.

Quanto à eliminação de resíduos sólidos, 66,8 % dos produtores pesquisados participam do programa “coleta coletiva” onde o caminhão coleta os sacos de lixo na porteira das propriedades. Os outros produtores que não estão neste percentual 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 Itatinga no Distrito de Lobo.

Levando-se em consideração a eliminação de embalagens de agrotóxicos, 77,8 % dos produtores devolvem as embalagens de agrotóxicos aos locais de venda. Os outros produtores relatam que queimam, reutilizam ou mesmo deixam em qualquer lugar as embalagens, contrariando no caso as normas sanitárias.

O tipo de piso das casas é de 66,8 % de cerâmica. Sendo o restante desse total de cimento. Nenhuma casa, por exemplo, apresenta piso de terra batida. Quanto ao tipo de telhado e de parede 100 % são de telha e apresentam paredes em bom estado de conservação. Em relação à eletricidade apenas um produtor rural apresenta tipo de eletricidade monofásica, sendo o restante apresentando a do tipo trifásica.

5.1.3. Variável Alimentação

Quanto ao consumo de alimentos por parte dos entrevistados alguns itens básicos para alimentação diária foram relacionados em dias da semana na Tabela 3.

Tabela 3. Consumo dos principais gêneros alimentícios em dias da semana.

Diagnóstico Socioeconômico															
Tabulação de dados															
Variável: Alimentação															
Família	L	C	F	L	V	B	O	M	A	F	P	A	C	P	M
	E	A	R	E	E	A	V	A	R	E	E	V	A	Ã	A
	I	R	U	G	R	T	O	S	R	I	I	E	F	Ã	N
	T	N	T	U	D	A		S	O	J	X	S	É	O	D
	E	E	A	M	U	T		A	Z	Ã	E				I
			S	E	R	A			O						O
			S	S	A										C
															A
01	7	2	3	7	2	1	0	6	7	7	1	0	7	3	7
02	7	2	1	2	3	5	1	1	7	7	1	1	7	7	7
03	7	2	2	1	1	3	1	4	7	7	6	1	7	7	7
04	7	7	7	5	5	2	0	6	7	7	0	3	7	3	7
05	7	5	4	2	1	1	0	3	7	7	2	2	7	7	7
06	7	6	4	2	3	1	0	5	7	7	2	4	7	2	7
07	7	5	7	4	4	4	0	5	7	7	0	3	7	2	7
08	7	4	7	7	7	4	1	6	5	5	1	1	7	7	7
09	7	1	1	1	3	4	1	7	7	5	1	2	7	7	7

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

Em relação à participação por parte do produtor rural em organizações ou associações rurais todos os entrevistados para essa pesquisa são sócios da Associação dos Produtores Rurais da Microbacia do Rio das Pedras (AMIRP).

Quanto à salubridade rural, mais especificamente falando de casos de infestações de pragas, 66,5 % dos entrevistados relataram que nunca tiveram problemas com esse tipo de situação. Os outros produtores rurais no caso relataram ter problemas ocasionais com infestações de formigas, nematóides e cigarrinha nas suas plantações. Alguns produtores ainda declararam uma correlação entre a vinda da plantação de citricultura na outra margem do Rio das Pedras e o aumento da incidência da mosca do chifre que prejudica a saúde dos bovinos. Outros produtores disseram também que com a diminuição da vegetação nativa do local para

pastagem e arrendamento para culturas nos últimos anos fez crescer a incidência do número de ataques de morcegos aos animais no período da noite.

Quanto ao quesito salubridade para o homem 90 % dos entrevistados relataram não ter problemas com moléstias vindas da mata com para com as pessoas das casas. Em relação às pragas domésticas, o mesmo percentual citado acima de produtores diz fazer combate a ratos, moscas, pulgas e pernilongos utilizando em todos os casos inseticidas domésticos.

5.1.5. Fator econômico

Os problemas da baixa produtividade são relatados por 66,5 % dos entrevistados, o restante diz obter valores de média produtividade, porém se tivessem mais apoio e instrução dos órgãos de assistência técnica esses valores poderiam ser mais significativos.

Tratando-se da conservação natural das propriedades rurais envolvidas na pesquisa, ou seja, com estado de conservação em torno de 25 % ou mais da vegetação natural, relacionado com o chamado zoneamento ambiental de acordo com o artigo terceiro a partir do inciso quinto do Código Florestal Brasileiro de 1965, aproximadamente 90 % dos produtores envolvidos na pesquisa disseram ter menos de 25 % de vegetação natural conservadas em suas propriedades. Em relação às pastagens plantadas, também, 90 % dos proprietários rurais relataram que estas se encontram em bom estado de conservação.

Em relação aos animais de trabalho aproximadamente 90 % dos produtores entrevistados possuem cavalos como animais de trabalho e transporte. Quanto aos animais de produção, 77,5 % possuem rebanhos bovinos, seja para pecuária de corte ou leite. Ainda 55 % têm aves para comercialização e 66,5 % possuem porcos tanto para consumo próprio como para produção.

Analisando-se o perfil do produtor rural em relação à variável: “a quem ele vende a produção agrícola, pecuária e florestal” chegou-se aos seguintes resultados: 44,5 % dos produtores rurais vendem sua produção diretamente para cooperativas e 22 % vendem para agroindústrias. O restante do total vende para intermediários, armazéns ou mesmo não comercializam.

Quanto à fonte de crédito agrícola 55,5 % dos produtores disseram não ter acesso a esses mecanismos de financiamento. Esta é, sem dúvida, uma questão na qual os produtores se queixaram bastante, pois, segundo eles, esse tipo de auxílio poderia alavancar sobremaneira a dinâmica da escala de produção agrícola. O mesmo percentual citado acima diz obter outras fontes de rendas além da propriedade.

Em relação à renda que gera a propriedade 66,5 % dos produtores disseram retirar em média um salário mínimo com a produtividade, a qual já foi citada em outro momento como sendo baixa segundo os próprios produtores rurais. O percentual de 33,5 % diz conseguir retirar em média de 1 a 2 salários mínimos como renda da terra.

5.1.6. Fator tecnológico

Analisando-se o perfil de área das propriedades em hectares dos produtores rurais envolvidos na presente pesquisa, 66,5 % das mesmas são consideradas, de acordo com a metodologia adotada, como “pequenas propriedades com 21 a 50 ha com aproveitamento de 50% ou mais”. O restante desse total é constituído por “propriedades médias com 51 a 100 ha com aproveitamento de 50 % ou mais”. É relatado que mesmo as propriedades médias apresentam problemas principalmente na consignação de crédito agrícola e como resultado disso a tendência é que esses proprietários acabem por arrendar essas terras como mecanismos de conter os gastos de parte de suas propriedades que não são poucos.

Em relação ao tipo de posse todos declararam ser proprietários com escrituras de suas terras, as quais estão em muitos casos em posse da família por várias gerações ou, como já relatado, muitos produtores nasceram nas próprias sedes das propriedades.

Quanto ao uso de biocidas na lavoura, 33,2 % afirmaram usá-los ocasionalmente. 55,5 % relatam não fazer uso deste produto e apenas um produtor rural afirmou usa-lo regularmente. O principal biocida usado, conforme relato dos produtores no caso é o “Round-up” chamado comumente de “mata mato”.

Sobre a prática de adubação e/ou calagem praticadas pelos produtores rurais, 22 % relataram não fazer uso, 55,5 % disseram fazê-lo ocasionalmente e o restante 22 % afirmaram fazer uso desse tipo de prática regularmente. O alto custo do calcário, muito utilizado em

grande parte para esta prática é 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 é a tração mecânica utilizada por 66,5 %. Os outros 22% dizem utilizar tração animal para esse tipo de operação e apenas um produtor rural diz fazer uso de tração manual para o preparo do solo em sua propriedade.

Quanto ao tipo de uso do solo ou como preparam o mesmo para plantio ou mesmo para conservação, 55,5 % dos entrevistados dizem fazer o plantio morro abaixo (ou a favor do declive). O restante desse total diz fazer o plantio em curvas de nível.

Esse dado revela um fato preocupante que é o tipo de uso do solo principalmente usado morro abaixo neste estudo de caso. Inúmeras pesquisas científicas revelam ser esse tipo de uso extremamente prejudicial para seu estado de conservação, seja pelos perigos de desestruturação do solo e por consequência a verificação de processos erosivos, seja pela perda da fertilidade do solo pelo arraste dos minerais ocasionados pelo grande volume de enxurradas presente nos períodos de grande pluviosidade.

Ao questionar os produtores quanto à realização de alguma prática de conservação do solo, realizam alguma obra de conservação do solo 66,5 % dos produtores relacionados. O restante desse total, ou seja, 33,5 % diz não fazer nenhum 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, existe uma verdadeira dificuldade para se conseguir o aluguel dos tratores por parte dos organismos responsáveis pelo apoio técnico. Ainda 66,5 % dos produtores diz conhecer programas de conservação do solo e levando-se em conta essa mesma porcentagem estes procuram seguir alguma orientação dos programas de conservação de solo no caso da Casa da Agricultura do município de Botucatu e da CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do mesmo município citado.

Quanto ao conhecimento de obras de contenção, 66,5 % dos mesmos afirmam saber executar essas práticas conservacionistas enquanto 33,5 % relatam saberem realizar algumas obras apenas.

Em relação à prática de irrigação em suas propriedades, 77,5 % dos produtores rurais dizem não fazer uso deste tipo de prática. Quanto à assistência técnica de órgãos públicos 55,5 % dizem nunca terem recebido qualquer tipo de assistência técnica. O percentual restante diz receber ocasionalmente algum tipo de auxílio nas propriedades.

Sobre a posse de maquinário agrícola, 55,5 % dizem não possuir nenhum tipo de maquinário agrícola em suas propriedades. 33,5 % afirmam ter algum tipo de maquinário. Apenas um produtor rural diz ter os implementos necessários para as atividades do campo.

Tratando-se da industrialização de produtos agrícolas, pecuários e de silviculturas (madeira) apenas 55,5 % dizem fazer comercialização de seus produtos sendo no caso o leite o mais comercializado conforme relato dos produtores rurais. E finalmente, quanto a confecção de artesanatos como renda alternativa, apenas 22% dos produtores dizem realizar esse tipo de atividade, sendo o principal produto o bordado em toalhas de cama mesa e banho realizado principalmente pelas esposas dos produtores rurais e chaveiros.

5.1.7. Resultado da deterioração socioeconômica da sub-bacia do Rio das Pedras

O resultado desta deterioração é dado conforme o método da equação linear, segundo a metodologia adotada para este estudo considerando variações mínimas e máximas dentro da seguinte expressão:

$$Ax + b = y \quad (5)$$

Considerou-se ainda para as análises os resultados dos valores mínimos médios e máximos a partir das unidades críticas de deterioração (social, econômica e tecnológica) a partir das seguintes variáveis (Tabela 4):

Tabela 4. Valores encontrados para cálculo do diagnóstico socioeconômico

	média	min	max.
a) Total Fator Social (até 5.3)			
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIOÇÃO SOCIAL	94	46	116
b) Total Fator Econômico (6.2 à 9.7)			
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO ECONÔMICA	33	29	51
c) Total do Fator tecnológico (10.2 a 11.3)			
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO TECNOLÓGICA	25	19	37
Total do Diagnóstico Socioeconômico (a + b + c)	152	94	204

y = grau de deterioração social;

x = valor significativo dos códigos.

O valor de y varia de 0 (zero) a 100 (cem), o que representa variação do grau de deterioração social entre 0 e 100 %.

Logo:

$$y = ax + b$$

Então:

$$ax + b = 0$$

$$x = \text{valor mínimo (94)}$$

$$ax' + b = 100$$

$$x' = \text{valor máximo (204)}$$

$$ax + b = 0$$

$$94a + b = 0$$

$$ax' + b = 100$$

$$204a + b = 100$$

então:

$$94a + b = 0$$

$$204a + b = 100$$

$$204a + b = 100$$

$$-94a - b = 0$$

$$110a = 100$$

$$a = 0,9$$

$$94a + b = 0$$

$$94 \times 0,9 + b = 0$$

$$84,6 + b = 0$$

$$b = -84,6$$

$$\mathbf{Ax + b = y}$$

$$0,9X + (-84,6) = y$$

$$y = 0,9X - 84,6$$

Resulta em:

$$a = 0,9$$

$$b = -84,6$$

Com o valor encontrado:

$$y = 0,9 \times 152 - 84,6$$

$$y = 52,2$$

Porcentagem de deterioração socioeconômica: **52,2 %**

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 20 %. No caso 52,2 % 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 conforme já citado, aos programas de conservação do solo.

Há dois anos foi realizado na sub-bacia do Rio das Pedras, o programa estadual de microbacias hidrográficas pela CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral) e Casa da Agricultura do município de Itatinga-Sp. Porém este programa na ocasião foi muito criticado por parte dos produtores rurais em geral representados pela Associação de Produtores

Rurais da Microbacia do Rio das Pedras (AMIRP) pelas ações muito superficiais em relação ao que prometia o programa na época.

Ações positivas foram verificadas na mesma época em outras sub-bacias como no caso da bacia do Rio Pardo no município de Pardinho – SP, tomadas inclusive na época como modelo. Verificou-se nessa ocasião, ilustrada no caso no II Simpósio Internacional de Manejo de Microbacias realizado em outubro de 2007, o grande êxito da recuperação desse importante manancial de recursos hídricos principalmente pelo comprometimento e interação de toda a equipe em caráter multidisciplinar desde técnicos de campo, profissionais em laboratório e escritório até o próprio produtor rural.

No mesmo sentido este fato ocorreu de maneira bastante deficiente e contraditória na sub-bacia do Rio das Pedras onde não se percebeu o mesmo comprometimento e seriedade por parte dos profissionais competentes para as ações, na ocasião de execução dos programas para esta sub-bacia.

Um problema comum verificado, por exemplo, era a distribuição equivocada de mudas de espécies nativas para os produtores rurais em época imprópria (período de estiagem) para o desenvolvimento natural mais rápido para as mudas. O resultado foi que os produtores acabavam por guardar as mudas em seus quintais para irrigá-los, pois se plantasse com certeza não sobreviveriam.

Outro problema foi que nunca houve uma preocupação no decorrer do programa para ações educativas para conscientização e prevenção de cuidados para com o solo. Os produtores relatam que eram raras ou quase inexistentes as visitas técnicas para conhecimento da realidade e dos problemas dos produtores rurais.

Na ocasião deste presente projeto, como ações de extensão, foram promovidos ciclos de palestras interagindo professores, estudantes da FMVZ/UNESP e os próprios produtores rurais da sub-bacia do Rio das Pedras, tratando do tema “Rotação de Pastagens como mecanismo de produtividade em pequenas propriedades rurais” a metodologia foi proposta de maneira factível e teve inclusive uma boa aceitação e difusão entre os outros produtores rurais que não participaram das palestras.

5.2. Resultado do diagnóstico 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: 44,5 % dos produtores rurais dizem fazer estocagem de defensivos agrícolas. Nesse sentido 22 % dos produtores dizem ter depósitos de embalagens de agrotóxicos, ou seja, não devolvem para os devidos locais de compra como é o indicado. E apenas um produtor rural afirma ter em sua propriedade um local onde ele mesmo lava as embalagens de agrotóxicos.
- Presença de lixeiras ou locais onde os produtores destinam seus resíduos sólidos: 33,2 % dos produtores não participam, conforme já foi mencionado, da “coleta coletiva” sendo assim a sub-bacia do Rio das Pedras possui também esse tipo de foco de poluição ambiental.
- Presença de pocilgas: 90 % dos produtores relatam problemas com pocilgas principalmente em decorrência da má conservação das estradas no Distrito de Lobo. É relatada inclusive uma correlação entre a formação de pocilgas e o aumento do número de pernilongos nas propriedades principalmente na época mais chuvosas. A Associação dos Produtores da Microbacias do Rio das Pedras – AMIRP, afirmam ter conseguido da prefeitura de Itatinga – SP, ações positivas quanto à resolução desses problemas os quais já estão sendo resolvidos com a retificação das estradas.
- Exploração de madeira nativa: esta é verificada em 33,5 % dos relatos dos entrevistados nesta pesquisa. Quanto aos esgotos não canalizados nas propriedades é possível verificar em 66,5 % dos produtores essas

ocorrências com a presença de fossa negra. De um lado é preocupante a forma como foram implementadas essas fossas negras, no caso se se respeitou ou não o nível do lençol freático. Por outro não se verifica na sub-bacia do Rio das Pedras esgoto à céu aberto sendo esta uma grave fonte de poluição ambiental e propagadora de inúmeras doenças.

- Práticas de queimadas nas propriedades: estas são verificadas em 55,5 % das entrevistas. Considerando também a aplicação de Agrotóxicos por parte dos produtores 44,5 % afirmam, conforme já verificado no questionário socioeconômico, utilizar dessa prática sendo também considerado um foco de poluição ambiental com propensão a danos de contaminação do solo e insalubridade ao produtor rural se utilizado sem os devidos cuidados.
- Presença de mau cheiro: 55,5 % dos produtores rurais entrevistados relataram a presença de mau cheiro, principalmente pela presença de carvoarias de produtores rurais na sub-bacia, porém que não quiseram participar da pesquisa. Outro problema de mau cheiro é verificado com o excesso de chuvas que faz em transbordar em algumas vezes as fossas negras.

A seguir é ilustrada a tabulação de dados (Tabela 5) para o cálculo da deterioração ambiental da sub-bacia do Rio das Pedras.

Tabela 5. Valores para o cálculo da deterioração ambiental.

	Sub-bacia (média)	mínimos	máximos
Total Fator Ambiental	18	13	26

Considerando a mesma metodologia para execução da etapa anterior, realizou-se o cálculo da deterioração ambiental considerando os seguintes parâmetros:

$$\mathbf{Ax + b = y} \quad (6)$$

Onde: y = grau de deterioração social
 x = valor significativo dos códigos

O valor de y varia de 0 (zero) a 100 (cem), o que representa variação do grau de deterioração social entre 0 e 100 %.

Logo:

$$y = ax + b$$

Logo:

$$ax + b = 0$$

$$x = \text{valor mínimo (13)}$$

$$ax' + b = 100$$

$$x' = \text{valor máximo (26)}$$

Então

$$13a + b = 0$$

$$26a + b = 100$$

$$13a = 100$$

$$a = 7,7$$

$$13a + b = 0$$

$$13 \times 7,7 + b = 0$$

$$100,1 + b = 0$$

$$b = -100,1$$

$$\mathbf{Ax + b = y}$$

$$7,7 X + (-100,1) = y$$

$$7,7 \times 18 - 100,1 = y$$

$$y = 7,7 \times 18 - 100,1$$

$$y = 138,6 - 100,1$$

$$\mathbf{y = 38,6}$$

Resultado percentual da deterioração ambiental: **38,6 %**

Assim, como na variável anterior, o índice de deterioração ambiental tem como parâmetro de tolerância um valor de 20 %. No caso é verificado um índice de 38,6 % onde chama-se a atenção os impactos ambientais que estejam ocorrendo na área de estudo.

Lembrando que estes pontos de deterioração ambiental são relacionados apenas entre os produtores que participaram da presente pesquisa. Outros pontos podem ser verificados na sub-bacia como, por exemplo, a presença de carvoarias, solos expostos com ravinas, pastagens abandonadas, pontos com córregos assoreados entre outras fontes de poluição. Porém, por si só, esse índice de 38,6 % 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.

5.3. Diagnóstico físico-conservacionista

A última etapa para o completo diagnóstico vem a ser a elaboração da deterioração físico-conservacionista. Esta etapa será uma síntese entre os valores dos conflitos de uso a partir dos valores de capacidade de uso do solo e de discussões em várias perspectivas de análise.

Para esta análise procurou-se dividir a sub-bacia do Rio das Pedras em duas outras sub-bacias a fim de que os resultados apresentem-se de forma individualizada procurando entender realidades distintas que se complementam no âmbito da análise físico-conservacionista.

5.3.1. Uso do solo, áreas de proteção permanente e conflitos em APP's.

5.3.1.1. Sub-bacia do Córrego do Lobo

Com o auxílio das cartas do IBGE 1:50.000 adaptadas pela Cati na escala de 1:25.000 foi possível o traçado da área geral de estudo, a sub-bacia do Rio das Pedras e por

sua vez sua subdivisão, no caso referindo-se à sub-bacia do Córrego do Lobo para as análises de uso e ocupação se utilizando das ferramentas do geoprocessamento.

A sub-bacia do Córrego do Lobo ocupa uma área de 2603 hectares, compreendida entre as coordenadas 735000 metros a 745000 metros X e 7445000 metros a 7460000 metros Y. O mapa devidamente georreferenciado com o limite e a rede de drenagem da sub-bacia em estudo é ilustrado na figura 6.

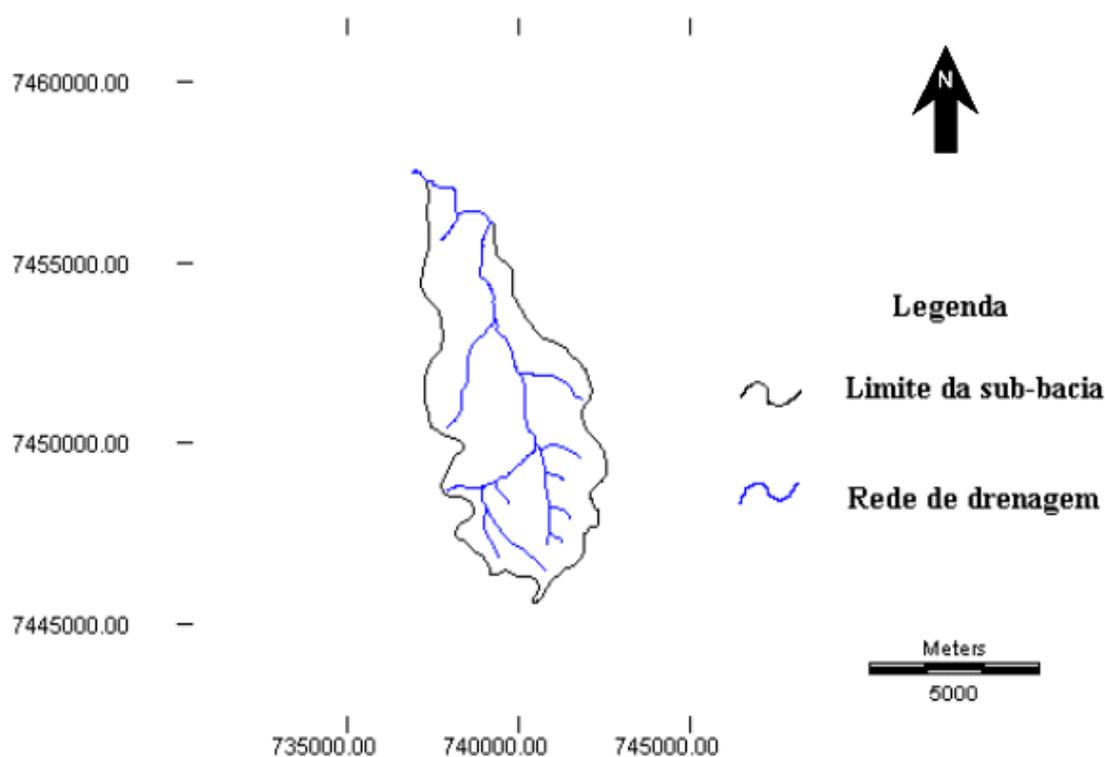


Figura 6. Mapa da sub-bacia do Córrego do Lobo com seus limites e rede de drenagem.

A partir do traçado em formato vetor do arquivo limite e posteriormente a transformação do referido arquivo em formato raster foi possível o cálculo da área total da sub-bacia de 2603 hectares.

Foi elaborado o mapa de uso e ocupação utilizando o processamento de imagens orbitais pelo método da classificação supervisionada ou também chamado de método da Máxima Verossimilhança – MAXVER no SIG-Idrisi na composição 3,4 e 5. O referido mapa é ilustrado na Figura 7.

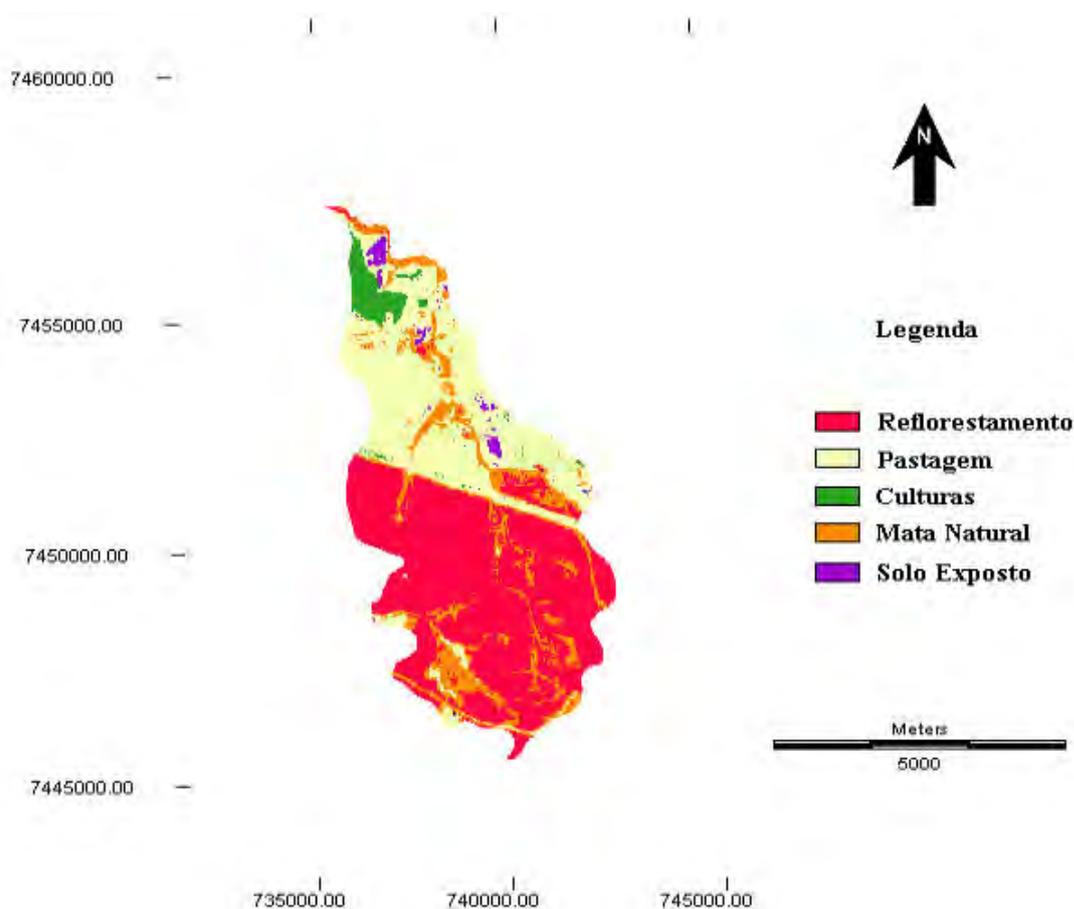


Figura 7. Mapa de uso e ocupação da sub-bacia do Córrego do Lobo (Maxver).

Notou-se, já num primeiro momento, uma subdivisão entre a área onde se pratica a agricultura comercial (ou agronegócio) com grandes talhões com a presença da monocultura de eucalipto (área inferior ou em vermelho) intercalada com classes de mata nativa, sobretudo em áreas de preservação permanente em maiores e menores proporções, ao norte, a área na sub-bacia onde se pratica em grande parte agricultura familiar, com presença de pastagem intercalada com classes de solo exposto e algumas culturas, como a cana de açúcar em áreas arrendadas por exemplo.

Além da interface visual gerada pelo mapa em questão, foi possível também a quantificação para cada classe de uso individualmente. Na Tabela 6 é possível visualizar esses respectivos valores em hectares.

Tabela 6. Valores quantitativos de uso e ocupação na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de uso da sub-bacia	Valores em hectares
Reflorestamento	1269,0594
Pastagem	829,0635
Culturas	83,4993
Mata natural	386,7122
Solo Exposto	34,7643

Também foi possível, quantitativamente, analisar as classes de uso em hectares sendo 48,7 % de reflorestamento, 31,8 % com a classe pastagens, a classe de culturas é representada por 3,21 % enquanto a classe de mata natural possui 14,8 % de área em relação ao total. Finalmente, a classe de solo exposto a qual requer maior atenção em relação aos impactos ambientais é representada por 1,33 % da área.

Embora num primeiro momento o último dado revelado pareça mínimo, é importante ressaltar que são 34,7 hectares de solo desprotegido que podem, se continuarem sem os devidos cuidados, multiplicar os índices de impactos ambientais, principalmente, a erosão, assoreamento dos córregos e perda gradativa dos nutrientes do solo em termos de fertilidade.

Visando uma análise qualitativa para fins de monitoramento ambiental, foi possível também a elaboração de um mapa com parâmetros de Índice de Vegetação chamado de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) partindo do princípio de análise com processamento digital de imagens orbitais (Figura 8).

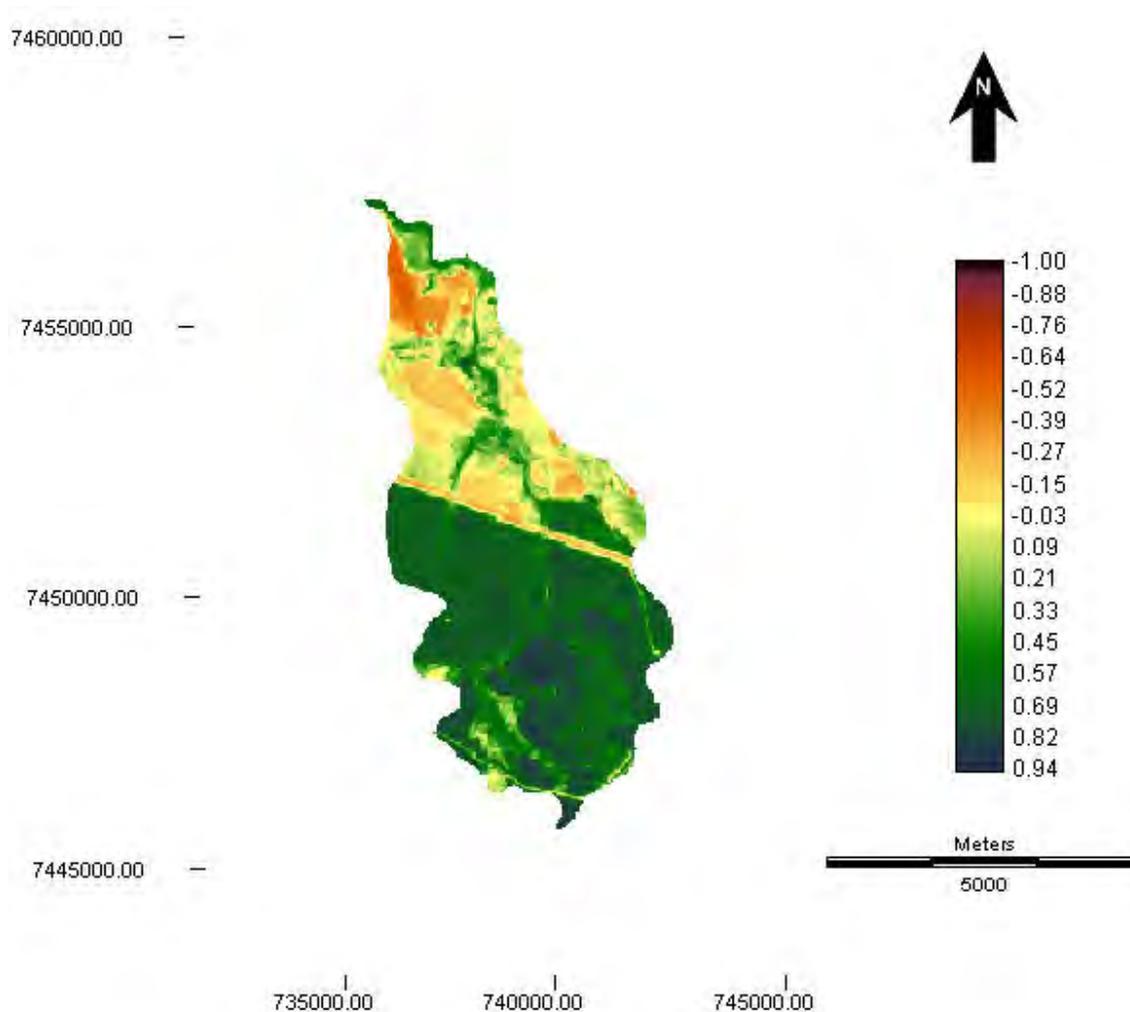


Figura 8. Intervalos de reflectância para o NDVI da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Notou-se, com esse mapa, que foi possível a visualização das áreas com maior propensão aos processos erosivos, representadas pelas tonalidades em amarelo. Em última análise significam áreas com alto valor de reflectância, ou seja, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, no caso essa área é representada majoritariamente pela classe pastagem, no caso com significativo grau de deterioração.

As áreas representadas pela classe de eucalipto apresentam-se com aparente estágio de conservação, com baixos valores de reflectância, ilustrando no caso uma vegetação vigorosa com altos valores de energia entre as partículas foto sinteticamente ativas.

Entretanto, verificou-se uma intercalação entre a classe citada e áreas com ausência de vegetação, as quais podem ser vistas nas regiões de montante da rede de drenagem mais ao sul da sub-bacia, ou seja, nos locais onde mais se deve ter atenção quanto aos impactos ambientais que são justamente as áreas de nascente da sub-bacia em estudo. A Figura 9 exemplifica esta situação:

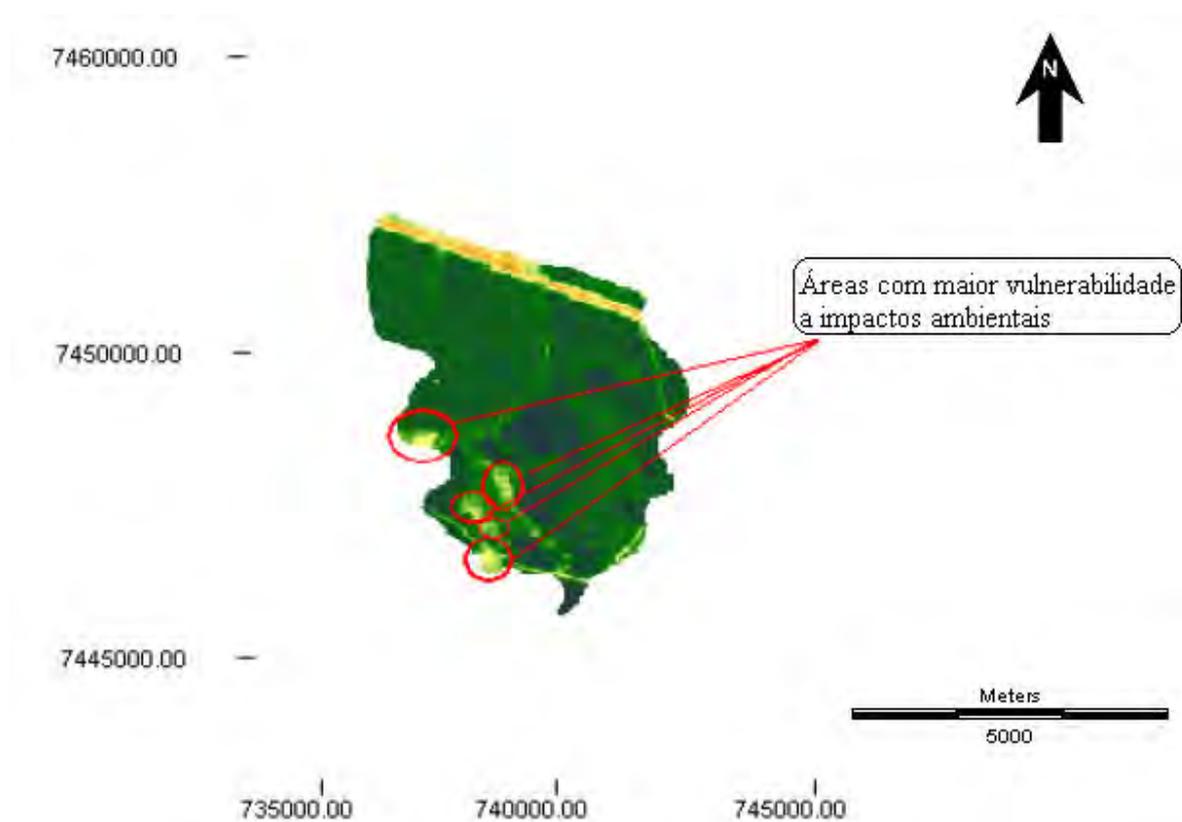


Figura 9. Áreas com baixa vegetação nas nascentes da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Levando em consideração esta perspectiva de análise, foi possível estabelecer outras classes de uso do solo semelhantes ou análogas ao método da Máxima Verossimilhança – Maxver. Um exemplo pode ser mostrado pelas classes em tons alaranjados como sendo no caso a classe correspondente a cultura. Lembrando que gradualmente as tonalidades de laranja que vão se aproximando do amarelo indicam classes, no caso de culturas, com valores de alta reflectância com menos partículas foto sinteticamente ativas logo com baixos valores de

energia vital ou então índices de vegetação pouco significativos e a presença de valores negativos para essas tonalidades, por ser uma associação entre preparo do solo e umidade. Vários motivos podem explicar índices de vegetação mais próximos ao zero em culturas como déficits hídricos causados por longos períodos de estiagem ou alguma doença ou ataque de praga em manchas nas culturas.

Já no caso de áreas úmidas com índices altamente positivos (acima de 0,94) notou-se uma relação entre umidade e vigor de vegetação, ilustrada pela tonalidades mais escuras.

Finalmente, considerando a classe mata nativa esta é ilustrada entre valores da classe pastagem e reflorestamento, no caso então entre os valores 0,38 a 0,63 ilustrando desde índices que mostram vigor de vegetação em áreas mais conservadas ou protegidas até valores com reflectância alta ou mais próxima aos valores de zero, ou considerando ainda mais próximas as tonalidades amareladas. A Tabela 7 mostra a subdivisão qualitativa das classes de solo a partir dos valores de índice de vegetação. A Figura 10 mostra os mapas divididos em classes levando em consideração os parâmetros de NDVI.

Tabela 7. Classes de uso do solo por NDVI na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de uso do solo	Intervalo de valores em NDVI
Culturas	-1,00 a -0,39
Pastagem	-0,38 a 0,38
Mata natural	0,38 a 0,63
Reflorestamento	0,63 a 0,94

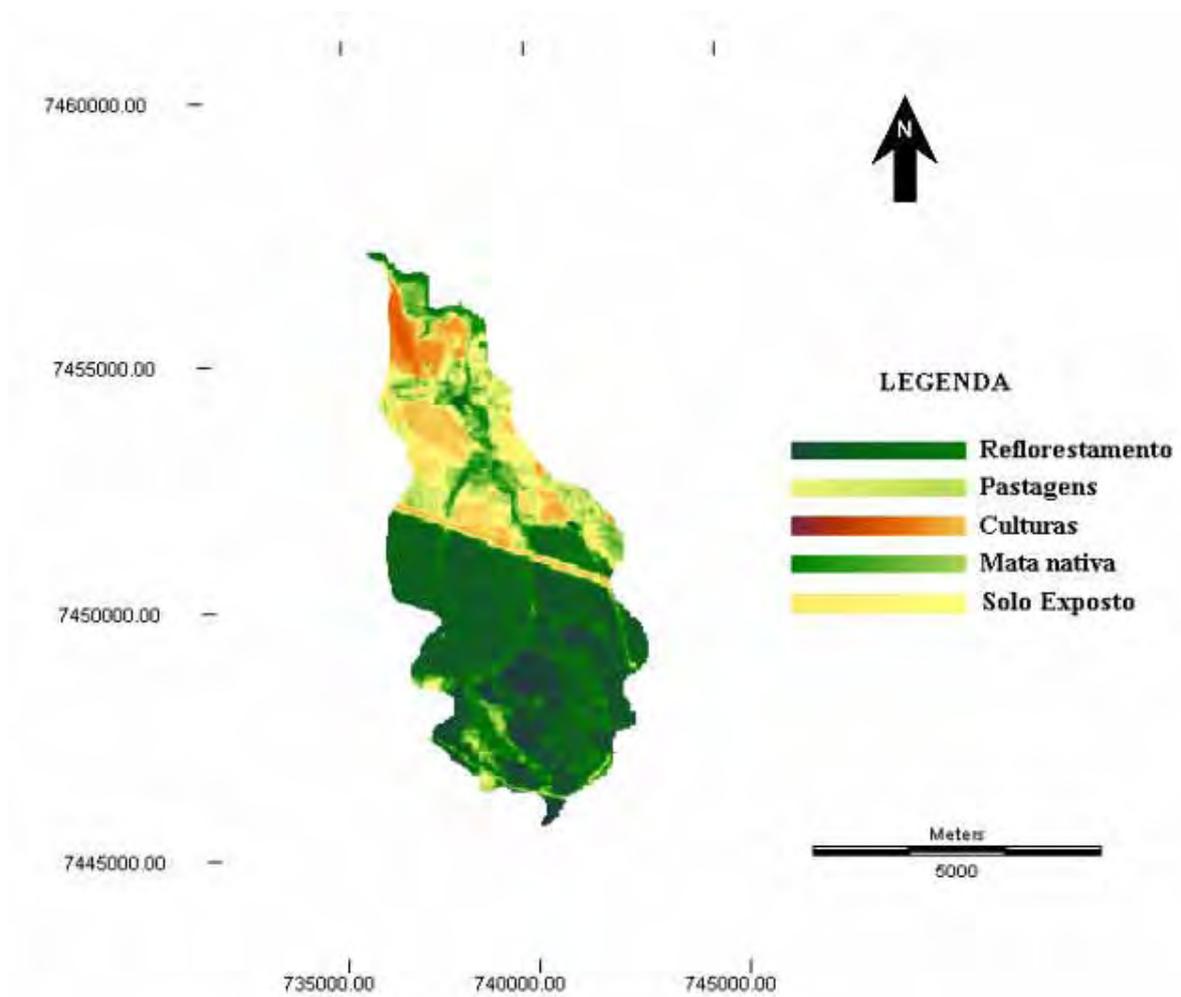


Figura 10. Mapa com as respectivas classes de uso do solo por NDVI.

Visando indicar caminhos para melhor planejamento e monitoramento ambiental da sub-bacia do Córrego do Lobo foram delimitadas, seguindo os traçados da rede de drenagem, as áreas de proteção permanente – APPs seguindo as diretrizes do Código Florestal Brasileiro.

Definida essa etapa cruzou-se o arquivo raster com o já elaborado mapa de uso e ocupação elaborado da sub-bacia do Córrego do Lobo do método da Máxima Verossimilhança ou MAXVER. A disposição do mapa é mostrada na Figura 11.

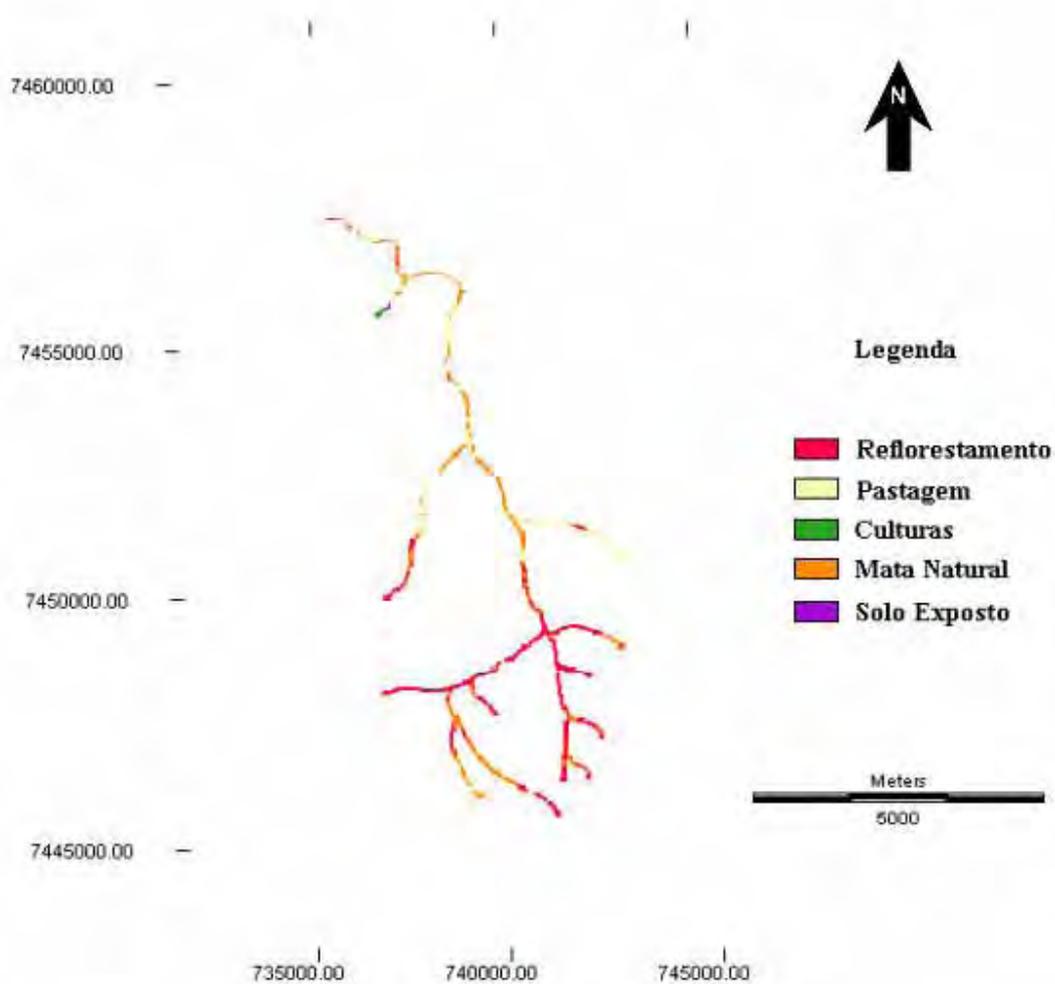


Figura 11. Mapa das áreas de Conflito em APP's

Foi possível também, além da elaboração dos mapas ilustrativos, uma quantificação das respectivas áreas de conflito de uso do solo com as APPs a partir do cálculo de área das máscaras raster plotadas com as devidas classes de uso do solo. É possível a visualização na Tabela 8.

Tabela 8. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Conflito de uso do solo em APP's	Conflitos em uso do solo
Reflorestamento	77,08 (ha)
Pastagens	43,21 (ha)
Culturas	2,11 (ha)
Mata Natural	93,89 (ha)
Solo Exposto	1,13 (ha)
Área total das APPs	217,42 (ha)

Notou-se que, de acordo com as porcentagens das áreas em conflito, a sub-bacia do Córrego do Lobo possui uma proteção média em suas APPs, tendo no caso uma proteção por matas naturais em aproximadamente 43,2 % de toda área de proteção permanente, ou seja, com a proteção propriamente dita de matas naturais em uma distância de 30 metros em relação a margem do córrego.

No restante da sub-bacia observou-se uma área de conflito de 35,5 % com a classe de reflorestamento, chamando-se a atenção nesse sentido que o eucalipto, sendo no caso a vegetação presente, não deve permanecer em áreas de proteção permanente, pois esta é uma espécie não nativa ou exótica.

Finalmente, as menores áreas com conflito em APP são as classes de cultura e solo exposto com 0,9 % e 0,5 %, respectivamente. Lembrando que mesmo sendo a classe de solo exposto tendo a menor área de conflito nesse sentido, considera-se ainda esta área de extrema atenção, pois 1, 1371 hectares de solo exposto é capaz de multiplicar focos de significativos impactos ambientais, como por exemplo, processos erosivos como o ravinamento e mesmo o voçorocamento, causando desbarrancamento das encostas das margens dos córregos e conseqüentemente grandes índices de assoreamento.

Para o monitoramento e planejamento ambiental levando em consideração análises qualitativas foi elaborado também um mapa com as áreas de conflito em APP considerando parâmetros de índice de vegetação ou NDVI. Lembrando que as áreas em tonalidades claras

são consideradas áreas críticas com baixa vegetação e, conseqüentemente, mais propensas aos fenômenos erosivos. A Figura 12 ilustra esta situação.

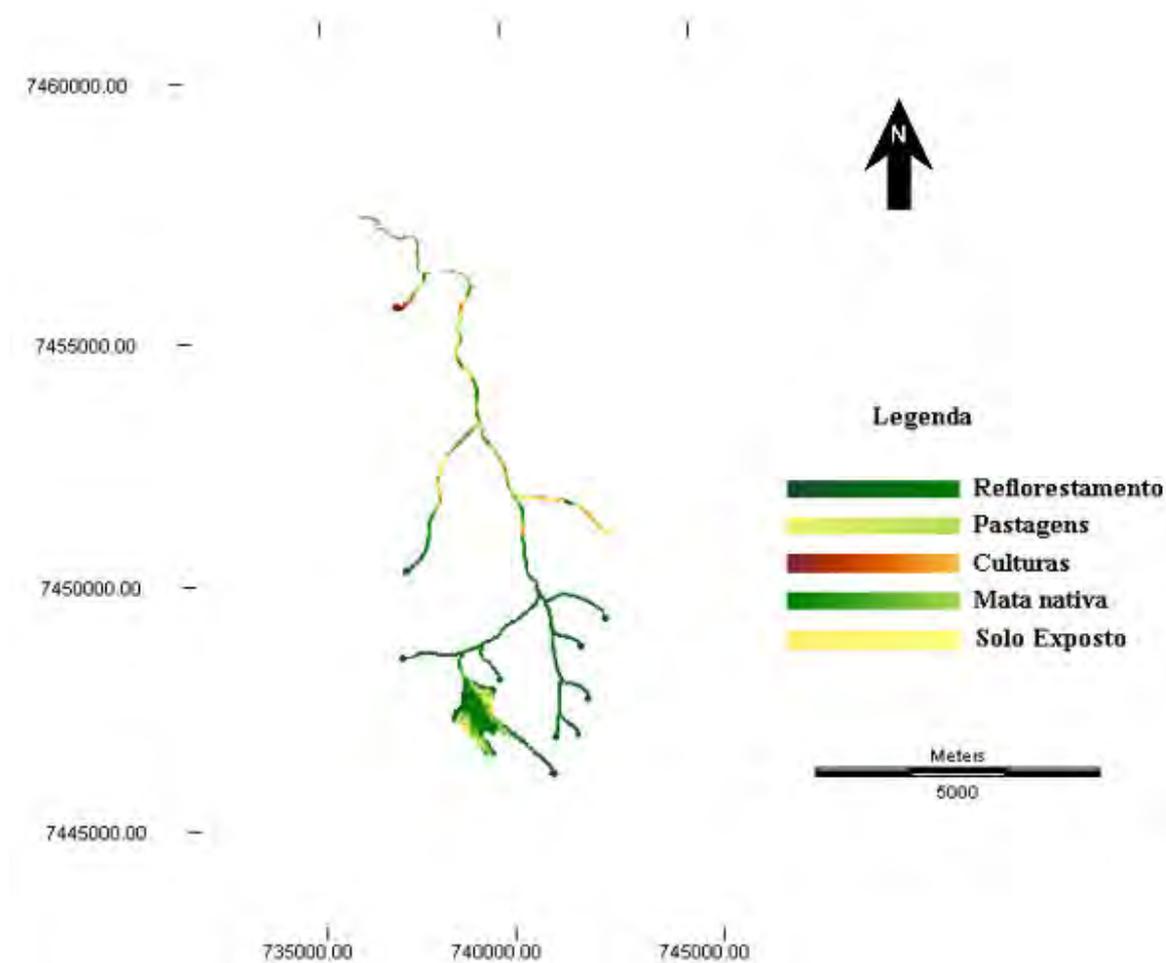


Figura 12. Mapa das áreas de conflito de uso em APP por índice de vegetação

Nesse mapa são expostas as áreas com riscos de impactos ambientais também em áreas de preservação permanente, recomendando-se maiores cuidados em termos de manejo e conservação dos solos nesses locais. Em relação ao manejo do uso do solo por parte dos produtores rurais presentes em grande parte nessa sub-bacia, onde 55,5% do total praticam o manejo em morro abaixo ou a favor do declive, sem se tomar as medidas necessárias como a prática de terraceamento e ou curvas de nível diminuindo-se a os impactos decorrentes do escoamento superficial ou run-off.

5.3.1.2 Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

A sub-bacia em estudo está compreendida entre as coordenadas 730000 metros e 740000 metros (X leste) e 7445000 metros e 7460000 metros (Y sul) em UTM. Sua área total é de aproximadamente 2571,3 hectares, ou seja, 19,8% maior do que a sub-bacia do Córrego do lobo (Figura 13).

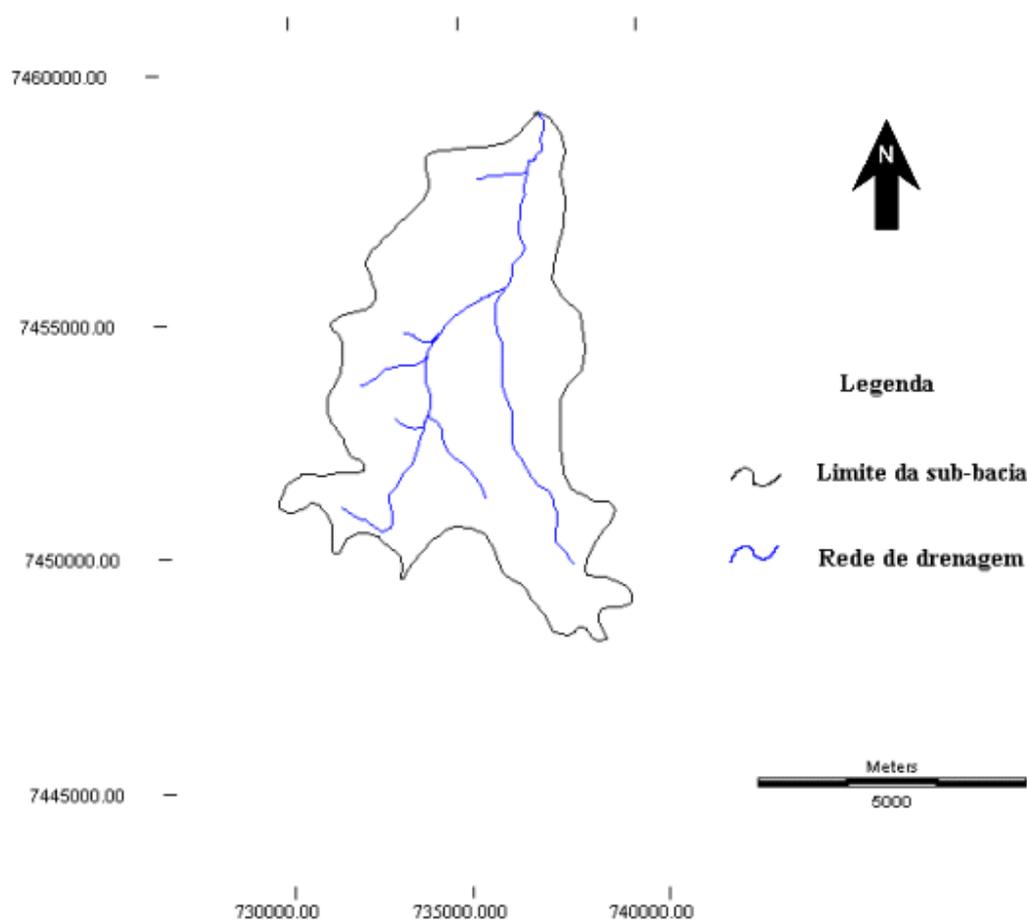


Figura 13. Mapa com os limites e rede de drenagem do Ribeirão Ponte Preta.

Tomando-se como base os mesmos parâmetros de elaboração anteriores, foram confeccionados os mesmos mapas para o presente sub-bacia a fim de discussão e análise dos

usos decorrentes, das áreas de proteção permanente e seus conflitos de uso, bem como os mapas com índices de vegetação (Figura 14).

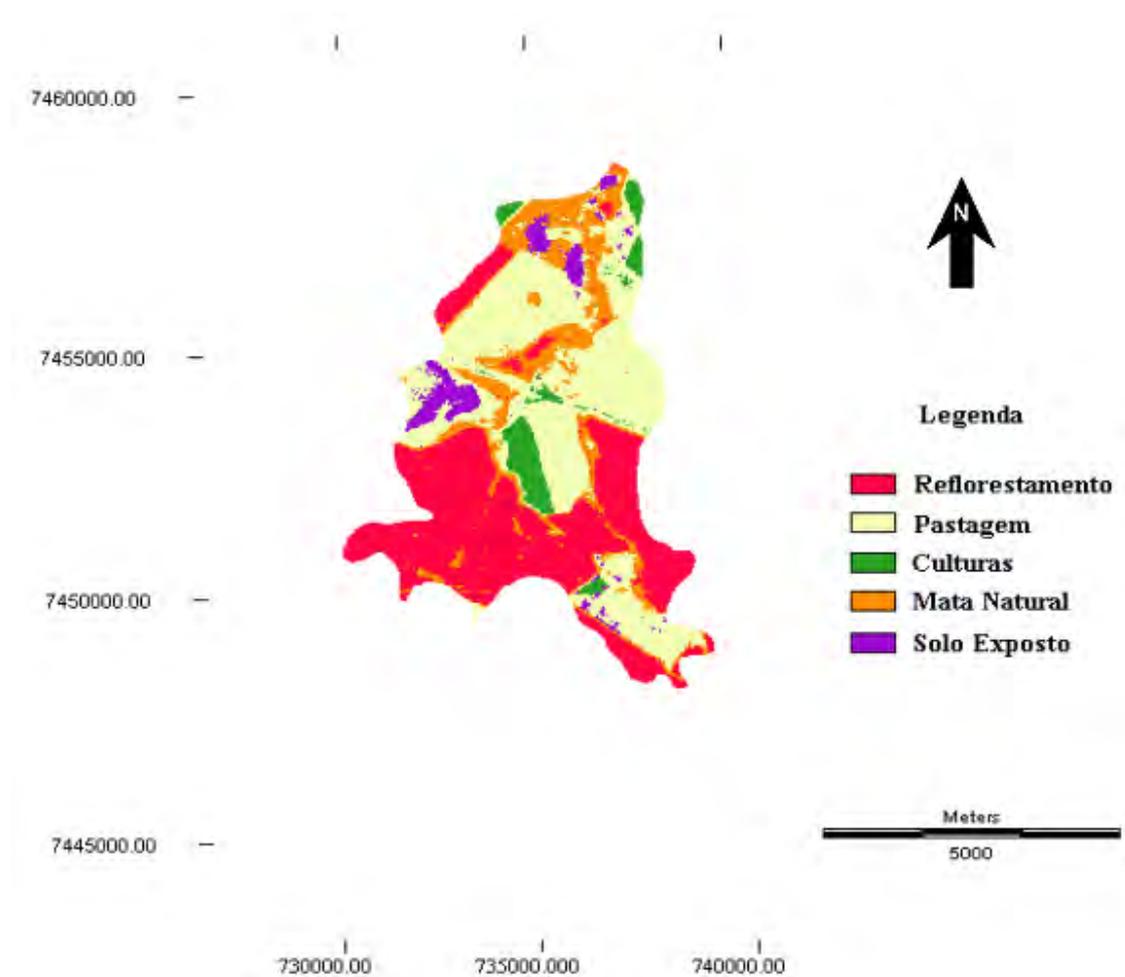


Figura 14. Mapa de uso e ocupação da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta (MAXVER).

A partir desse método onde se utilizou do processamento digital de imagens orbitais CBERS 2B CCD com coletas de amostras de pixels correspondentes aos usos específicos na composição das bandas espectrais TM 3, 4 e 5 foi possível também a quantificação de cada classe de uso específico em hectares com os respectivos valores mostrados na Tabela 9.

Tabela 9. Valores em hectares do uso do solo a partir do método MAXVER.

Classes de uso da sub-bacia	Valores em hectares
Reflorestamento	946,51
Pastagem	992,56
Culturas	125,
Mata natural	394,99
Solo Exposto	112,98

Algumas considerações podem ser destacadas nessa quantificação. A primeira é que a classe de reflorestamento equivale a 36,7% da área total da sub-bacia tendo no caso 11,9% a menos dessa classe em relação à sub-bacia anterior. Em relação a pastagens com a classe de uso do solo predominante, ocupando 38,5% da área total e em relação a sub-bacia do Córrego do Lobo possuindo 6,7% a mais considerando uso e área total.

Em relação às matas naturais, esta ocupa uma área de 15,3% do total da sub-bacia sendo considerada com baixos índices de proteção natural. Comparando esta porcentagem de uso com a sub-bacia do Córrego do Lobo tem-se uma diferença mínima de 0,5% a mais de proteção por mata natural na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

As menores porcentagens de uso do solo referem-se às classes culturas e solo exposto que equivalem respectivamente a 4,8% e 4,3% da área de estudo e possuem ainda áreas que se comparando com a sub-bacia do Córrego do Lobo possuem 1,7% a e 3% mais de área em relação à área total das sub-bacias.

É importante ressaltar que a classe solo exposto, mesmo possuindo uma área equivalente a 4,3% da sub-bacia, considerado num primeiro momento como baixo, deve-se tomar considerável atenção às áreas mais críticas em relação aos processos erosivos.

Nesse sentido foi elaborado um mapa com os pontos críticos de vegetação como parâmetro de propensão a impactos ambientais na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta. A Figura 15 mostra o mapa em NDVI.

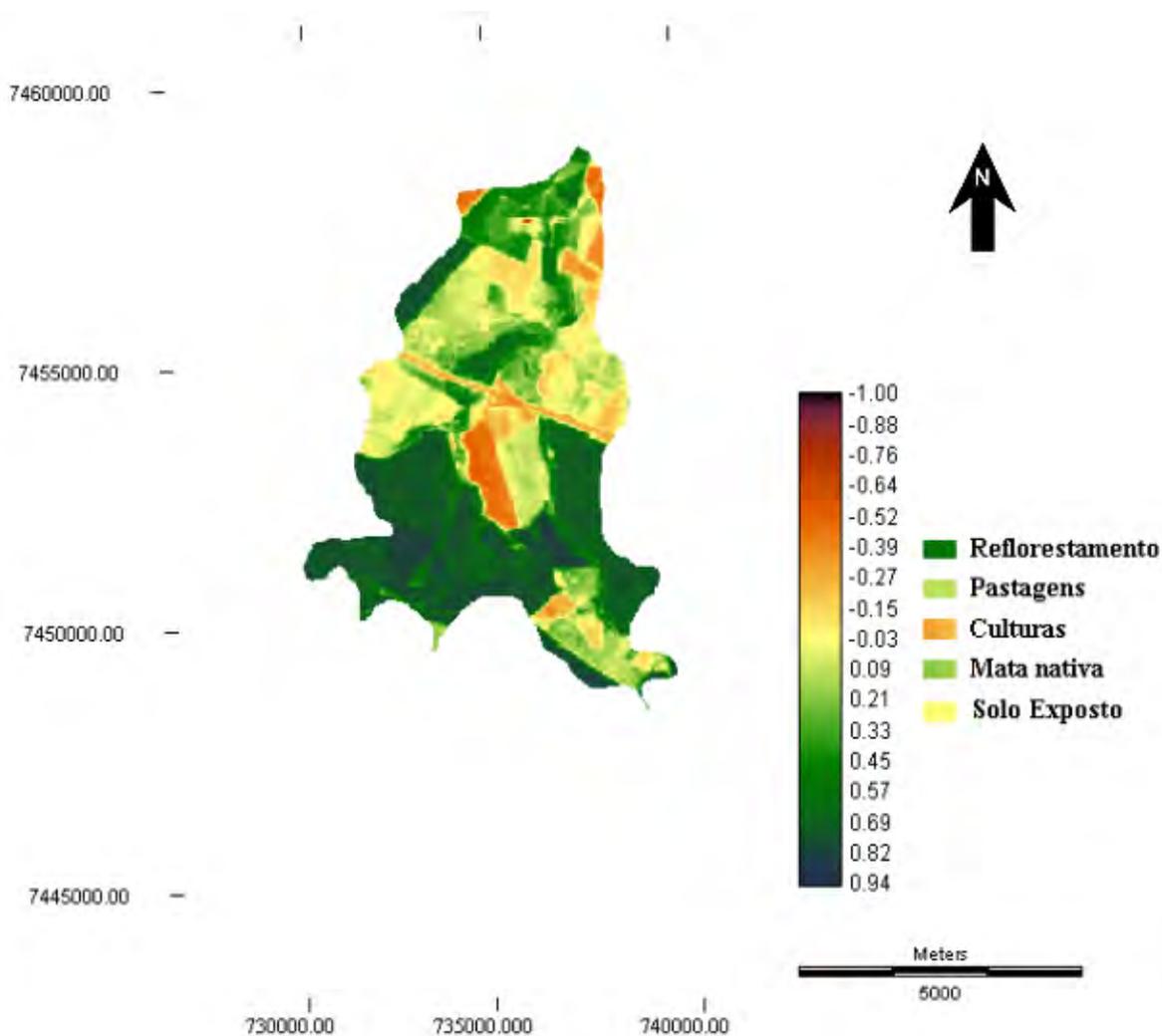


Figura 15. Intervalos de valores de reflectância nos índices de vegetação e classes de uso do solo na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Assim como foi realizado na sub-bacia do Córrego do Lobo elaborou-se também o mapa com as APPs seguindo a mesma metodologia. Foi possível a quantificação de cada classe de uso presente em área de preservação permanente em córregos, ou seja, o conflito ocorrente dentro da área de abrangência de trinta metros da margem conforme o que rege o Código Florestal Brasileiro. A Figura 16 ilustra o referido mapa.

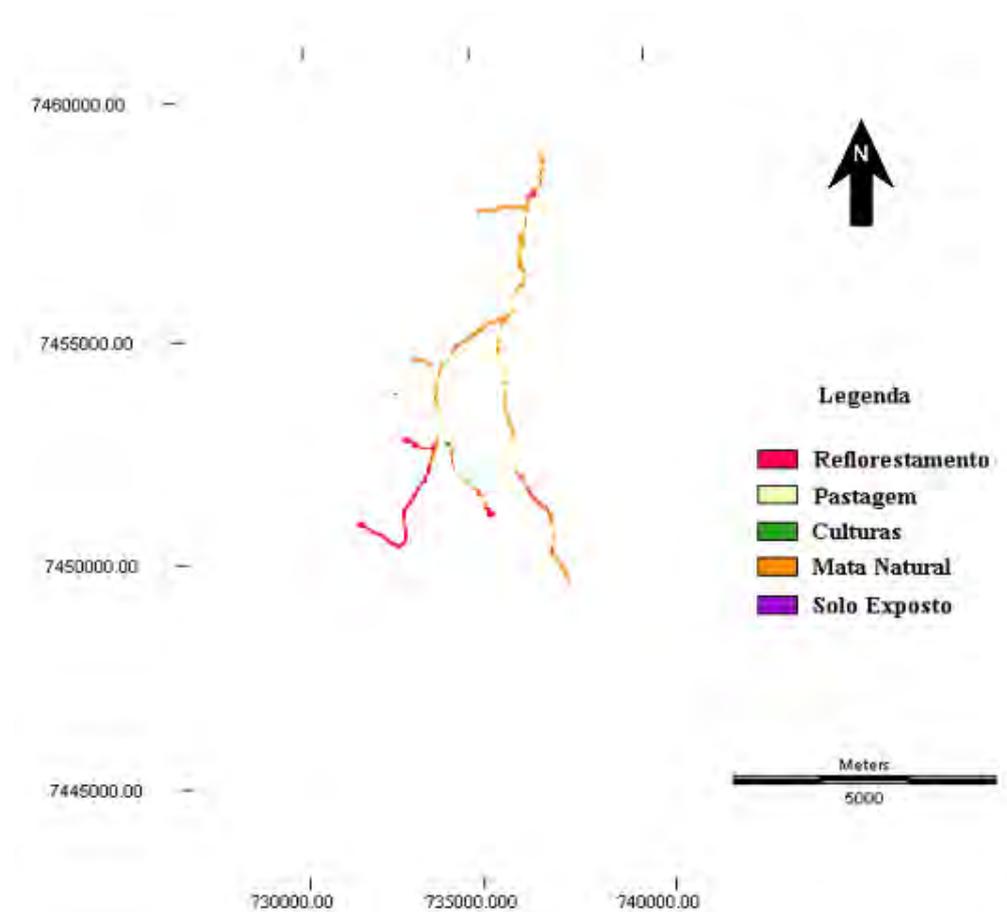


Figura 16. Mapa das áreas de conflito de uso em APP (MAXVER) na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Também foi possível a quantificação das áreas de conflito nas áreas de preservação permanente que podem ser visualizadas na Tabela 10.

Tabela 10. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Conflito de uso do solo em APP	Conflitos em uso do solo
Reflorestamento	30,9467
Pastagens	30,4593
Culturas	1,9494
Mata Natural	63,6804
Solo Exposto	0,4061
Área total das APPs	127,4419

Com essas informações foi possível estabelecer as seguintes considerações:

- a) a área de reflorestamento está contida em 24,5% das áreas de proteção permanente da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta, enquanto a classe de pastagens recobre uma área de 23,8% do total das APPs, ou seja, essas duas classes relacionadas estão em metade das APPs da área de estudo. Há de se observar nesse sentido o grau de conservação das pastagens relacionadas com esse conflito de uso e também o tipo de reflorestamento presente nas áreas de APP considerando o fato de serem espécies exóticas.
- b) foi verificada uma área de conflito mínima com as classes de culturas e solo exposto que, respectivamente apresentaram os valores de 1,4% e 0,3% tendo então baixas situações de alerta quanto a impactos ambientais mais diretos.
- c) quanto à classe de mata natural esta recobre uma área de aproximadamente 50% da área total das APPs. No caso a segunda sub-bacia apresenta-se ligeiramente mais conservada em relação à do Córrego do Lobo que possui apenas 43,2% da sua área de proteção permanente protegida por essa classe de uso.

Como foi apresentado na sub-bacia do Córrego do Lobo foi elaborado o mapa das áreas de conflito em APP, tomando como base parâmetros de índice de vegetação (Figura 17).

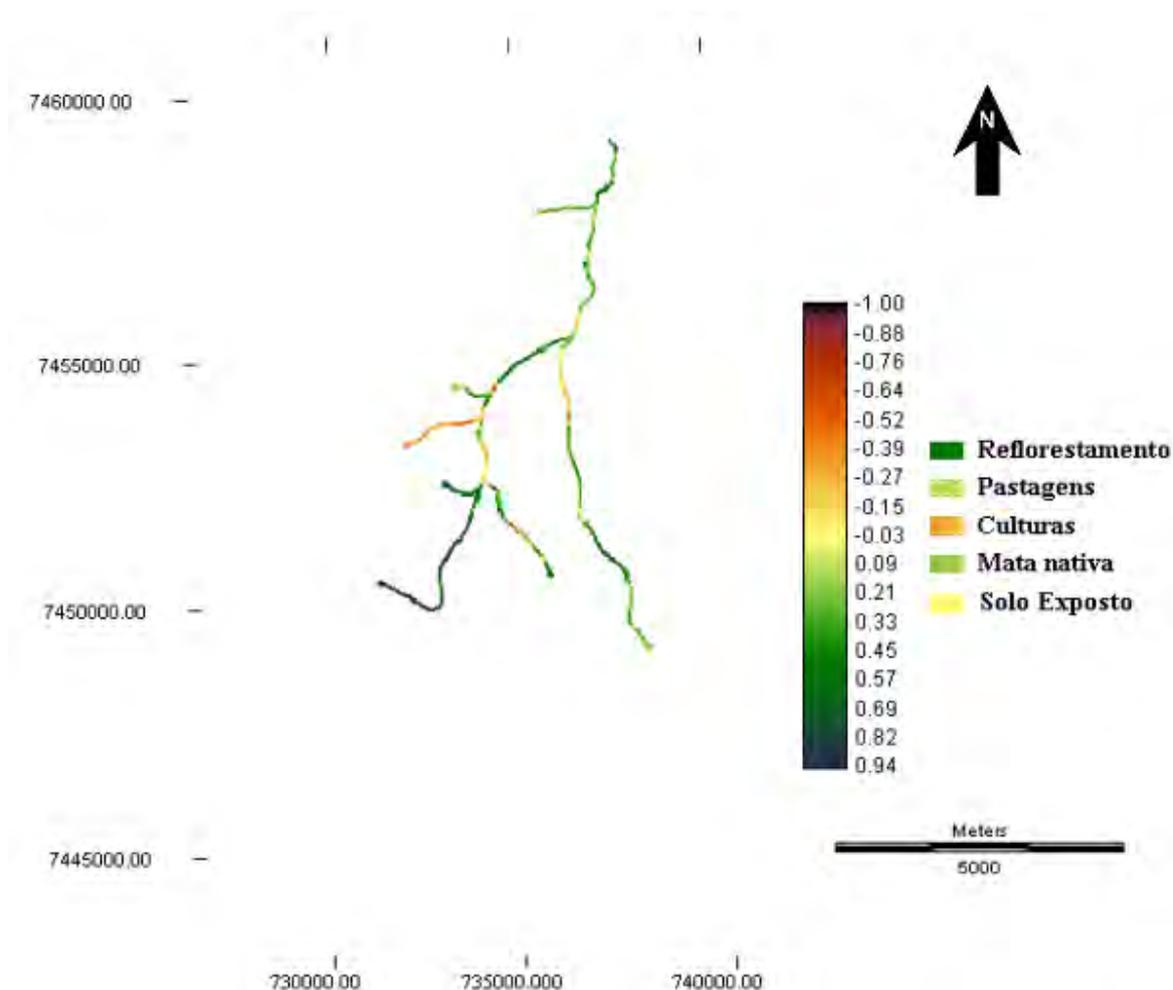


Figura 17. Mapa das áreas de conflito em APP a partir de parâmetros de índice de vegetação na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Notou-se que as áreas que apresentam menor índice de vegetação, ou seja, alta reflectância, são as mesmas áreas classificadas como pastagem tanto no método Maxver como no NDVI, porém neste último aparece em tons mais claros por provavelmente ser esta uma área de pastagem degradada ou deteriorada, sendo então considerada como propensa a processos erosivos principalmente.

É possível correlacionar esses pontos de impacto ambiental nas duas sub-bacias às dificuldades, falta de recursos financeiros e mesmo auxílio técnico, manejo e conservação inadequadas do solo por parte dos produtores rurais da área de estudo.

Notou-se então que a questão ambiental não é um tema isolado, ou seja, perpassa por todo um sistema precário, complexo e contraditório considerando aí questões políticas, governamentais e sociais sendo causa e efeito na conservação dos recursos hídricos em especial na área de estudo.

5.3.2 Levantamento e mapa de solos

Foram agrupadas as seguintes unidades de mapeamento para a sub-bacia do Rio das Pedras (Córrego do Lobo e Ribeirão Ponte Preta), após realizadas todas as etapas de escolha dos pontos, coleta e análise em laboratório:

- Latossolo Vermelho Distroférico; De acordo com Oliveira et. al, (1999) pode ser caracterizado como solos profundos com grande espessura do seu manto de intemperismo (ou regolito com aproximadamente 2 a 9 metros) com boa permeabilidade, friabilidade e distribuição de textura de maneira gradual entre seus horizontes ao longo de todo seu perfil. Predominam em relevos planos e suavemente ondulados. O termo distrófico confere aos Latossolos Vermelhos a característica, por exemplo de teor de Fe_2O_2 superior a 18 % e 15 % e saturação por bases na maior parte do horizonte B inferior a 50 %. Em geral são solos pobres em muitos aspectos ao que concerne às variáveis de fertilidade aparente, CTC, V %, Ph e soma de bases. Necessitam então de cuidados especiais em relação ao manejo e conservação para práticas de agricultura levando-se em consideração também a variável topográfica, onde então se terão as devidas classes de capacidade de uso do solo. Algumas características físicas (texturais) e químicas do Latossolo Vermelho Distroférico podem ser conferidas nos perfis 2 e 6, respectivamente nas tabelas 11 e 12:

Tabela 11. Características do Latossolo Vermelho Distroférico (perfil II):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	165	305	530		
20-40	150	285	565		
40-60	142	258	600		
60-80	141	250	609		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,5	6	1	0,2	7,2
20-40	4,6	5	1	0,2	6,2
40-60	4,7	3	1	0,1	4,1
60-80	5,0	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	26	50	15	5	
20-40	21	42	16	5	
40-60	21	34	12	4	
60-80	18	28	10	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,28	4,7	19	1,1	0,1
20-40	0,22	4,3	15	0,9	0,1
40-60	0,27	3,0	11	0,5	0,0
60-80	0,17	0,0	9	0,3	0,0

Tabela 12. Características do Latossolo Vermelho Distroférico (perfil VI):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	477	168	355		
20-40	633	118	249		
40-60	655	115	230		
60-80	625	112	263		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,3	10	1	0,1	11,1
20-40	4,1	5	1	0,1	6,1
40-60	4,1	7	1	0,1	8,1
60-80	4,2	4	1	0,1	5,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	14	63	17	10	
20-40	14	59	10	6	
40-60	10	65	12	6	
60-80	17	63	7	7	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,26	7,0	58	15,8	1
20-40	0,29	4,7	59	5,9	0,5
40-60	0,21	5,4	79	8,9	0,6
60-80	0,28	6,0	84	7	1

- Latossolo Vermelho Distrófico: Apresenta características morfológicas semelhantes ao citado anteriormente diferindo neste caso com a seguinte característica principal: apresentam saturação por bases inferior a 50 % na maior parte dos 100 centímetros iniciais do horizonte B (OLIVEIRA, et al. 1999). Perfis: 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 12 e respectivamente tabelas: 13 à 19.

Tabela 13. Características do Latossolo Vermelho distrófico (perfil III):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	808	54	138		
20-40	791	54	155		
40-60	806	101	93		
60-80	786	71	143		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,1	2	1	0,2	3,2
20-40	4,1	2	1	0,2	3,2
40-60	4,1	2	1	0,1	3,1
60-80	4,1	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	20	44	6	5	
20-40	12	46	6	5	
40-60	12	48	6	4	
60-80	10	42	6	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,25	1,2	61	0,6	0,1
20-40	0,30	1,2	51	0,6	0,1
40-60	0,30	1,1	39	0,4	0,0
60-80	0,23	1,3	37	0,5	0,1

Tabela 14. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil IV):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	445	164	391		
20-40	438	151	411		
40-60	406	151	443		
60-80	393	154	453		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,9	16	9	1,9	26,9
20-40	4,6	10	5	1,3	16,3
40-60	4,6	8	5	1,2	14,2
60-80	4,7	8	4	0,9	12,9
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	24	63	42	7	
20-40	19	56	30	5	
40-60	14	50	28	5	
60-80	20	46	28	5	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,23	5,1	24	4,2	0,7
20-40	0,24	5,5	20	3,3	0,2
40-60	0,26	5,2	20	2,3	0,1
60-80	0,25	4,7	34	1,8	0,3

Tabela 15. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil V):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	805	49	146		
20-40	781	56	163		
40-60	767	61	172		
60-80	753	63	184		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,2	3	2	0,3	5,3
20-40	4,2	2	1	0,9	3,9
40-60	4,2	2	1	0,4	3,4
60-80	4,2	2	1	0,2	3,2
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	7	38	14	4	
20-40	6	33	11	4	
40-60	6	31	10	4	
60-80	5	32	9	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,45	1,4	24	0,2	0,1
20-40	0,32	1,2	19	0,2	0,1
40-60	0,28	1,1	17	0,2	0,0
60-80	0,27	1,1	50	0,3	0,0

Tabela 16. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil VII):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	742	62	196		
20-40	733	69	198		
40-60	739	63	198		
60-80	799	73	128		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	5,5	15	7	0,4	22,4
20-40	5,6	8	5	0,1	13,1
40-60	4,8	5	2	0,1	7,1
60-80	4,5	3	1	0,1	4,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	14	41	58	5	
20-40	8	28	46	4	
40-60	6	26	29	4	
60-80	6	24	19	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,19	1,1	26	1,0	1,0
20-40	0,18	0,8	12	0,4	0,0
40-60	0,20	0,7	10	0,5	0,0
60-80	0,09	0,8	18	0,6	0,0

Tabela 17. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil VIII):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	830	39	131		
20-40	828	37	135		
40-60	814	57	129		
60-80	794	57	149		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,1	2	1	0,2	3,2
20-40	4,6	3	1	0,6	4,6
40-60	4,1	2	1	0,1	3,1
60-80	4,1	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	11	38	7	5	
20-40	11	27	16	7	
40-60	9	31	9	4	
60-80	9	30	9	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,05	1,1	54	0,9	0,0
20-40	0,24	1,0	34	0,5	0,0
40-60	0,31	1,0	24	0,3	0,0
60-80	0,04	0,9	20	0,3	0,0

Tabela 18. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil IX):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	823	46	131		
20-40	817	51	132		
40-60	808	49	143		
60-80	797	49	154		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,0	3	4	0,1	7,1
20-40	4,3	2	2	0,1	4,1
40-60	4,2	2	2	0,1	4,1
60-80	4,2	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	9	32	23	4	
20-40	8	29	14	4	
40-60	7	29	13	4	
60-80	7	29	11	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,01	0,8	32	0,3	0,0
20-40	0,05	0,9	25	0,2	0,1
40-60	0,09	0,8	21	0,4	0,1
60-80	0,23	0,8	16	0,4	0,0

Tabela 19. Características do Latossolo Vermelho Distrófico (perfil XII):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	824	42	134		
20-40	804	48	148		
40-60	782	49	169		
60-80	766	49	185		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,0	4	2	0,1	6,1
20-40	4,1	6	2	0,1	8,1
40-60	4,3	6	3	0,1	9,1
60-80	4,5	7	6	0,1	13,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	8	48	12	4	
20-40	6	41	21	4	
40-60	5	37	23	4	
60-80	5	37	35	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,39	1,0	47	0,3	0
20-40	0,40	0,9	32	0,3	0
40-60	0,39	0,8	22	0,4	0
60-80	0,31	0,8	13	0,5	0

- Neossolos Quartzarênicos: solos com seqüência de horizontes A-C, sem contato lítico dentro de 50cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo). Os Neossolos Quartzarênicos são, em geral, essencialmente areno-quartzosos, podendo ser considerado também produto de intemperização de arenitos eólicos. Isso determina que sejam virtualmente desprovidos de minerais primários intemperizáveis, que apresentem atividade coloidal muito baixa, além de baixa capacidade de retenção de nutrientes e de água. Devido à baixa adesão e coesão apresentam elevada erodibilidade; são, contudo em geral solos muito profundos. Sua pobreza de nutrientes torna imprescindível a aplicação de insumos para que sejam possíveis produções satisfatórias. Seu baixo poder tampão, contudo, demanda que as aplicações de insumos sejam efetuadas parceladamente de forma a minimizar as perdas e evitar saturação do complexo sortivo. Em consequência da textura grosseira, são muito porosos e com elevada permeabilidade. Tal atributo, juntamente com a baixa capacidade adsortiva, caracteriza-os como material pouco adequado para receber efluentes que contenham produtos tóxicos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos. Durante o período seco podem apresentar limitações quanto a trafegabilidade. (OLIVEIRA, et al. 1999). Perfis: 1, 10 e 11 e tabelas 20 a 22.

Tabela 20. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil D):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	895	35	70		
20-40	883	26	91		
40-60	864	44	92		
60-80	850	54	96		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,1	3	1	0,7	4,7
20-40	4,1	3	1	0,6	4,6
40-60	4,2	2	1	0,3	3,3
60-80	4,1	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	18	43	12	6	
20-40	13	38	13	5	
40-60	11	19	15	5	
60-80	11	30	9	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,29	1,1	103	1,9	0,5
20-40	0,29	1,0	55	1,4	0,3
40-60	0,32	0,9	29	0,7	0,2
60-80	0,28	0,8	29	0,6	0,1

Tabela 21. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil X):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	913	31	56		
20-40	903	28	69		
40-60	892	31	77		
60-80	892	28	80		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	4,6	5	2	0,1	7,1
20-40	4,4	4	2	0,1	6,1
40-60	4,2	3	2	0,1	5,1
60-80	4,4	4	1	0,1	5,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	3	21	35	5	
20-40	3	20	29	5	
40-60	2	22	22	5	
60-80	2	21	25	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,13	0,4	22	0,8	0,0
20-40	0,09	0,5	22	0,8	0,0
40-60	0,14	0,6	25	2,2	0,1
60-80	0,29	0,5	19	1,1	0,1

Tabela 22. Características do Neossolo Quartzarênico (perfil XI):

Composição granulométrica da terra fina (%)					
Amostra	Areia Total	Silte (0,05-0,002)	Argila (< 0,002)		
1 a 4	----- mm -----				
0-20	895	29	76		
20-40	880	30	90		
40-60	867	32	101		
60-80	867	29	104		
Amostra	pH	Cátions trocáveis			Valor S Σ Ca, Mg, K
1 a 4	CaCl₂	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	
	----- (mmolc/dm ³) -----				
0-20	3,8	2	1	0,2	3,2
20-40	3,9	2	1	0,1	3,1
40-60	3,9	2	1	0,1	3,1
60-80	4,0	2	1	0,1	3,1
Amostra	Matéria Orgânica (g/dm³)	Valor T - CTC - Σ S, Al, H	Valor V 100S/T	P Assim. (mg/dm³)	
1 - 4					
0-20	14	58	5	5	
20-40	8	46	6	4	
40-60	9	38	7	4	
60-80	7	28	10	4	
Amostra	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
1 a 4	----- (mg/dm ³) -----				
0-20	0,37	1,4	132	2,1	0,0
20-40	0,36	1,3	71	2,3	0,0
40-60	0,28	1,2	45	1,9	0,1
60-80	0,21	1,1	28	1,6	0,1

5.3.2.1. Mapa de solos Sub-bacia do Córrego do Lobo

Feita esta etapa, distribuiu-se os pontos nomeados nas duas sub-bacias subdivididas, ou seja, a do Córrego do Lobo e a do Ribeirão Ponte Preta formando então os respectivos mapas de solos para as regiões estudadas. A figura 18 ilustra o mapa em questão.

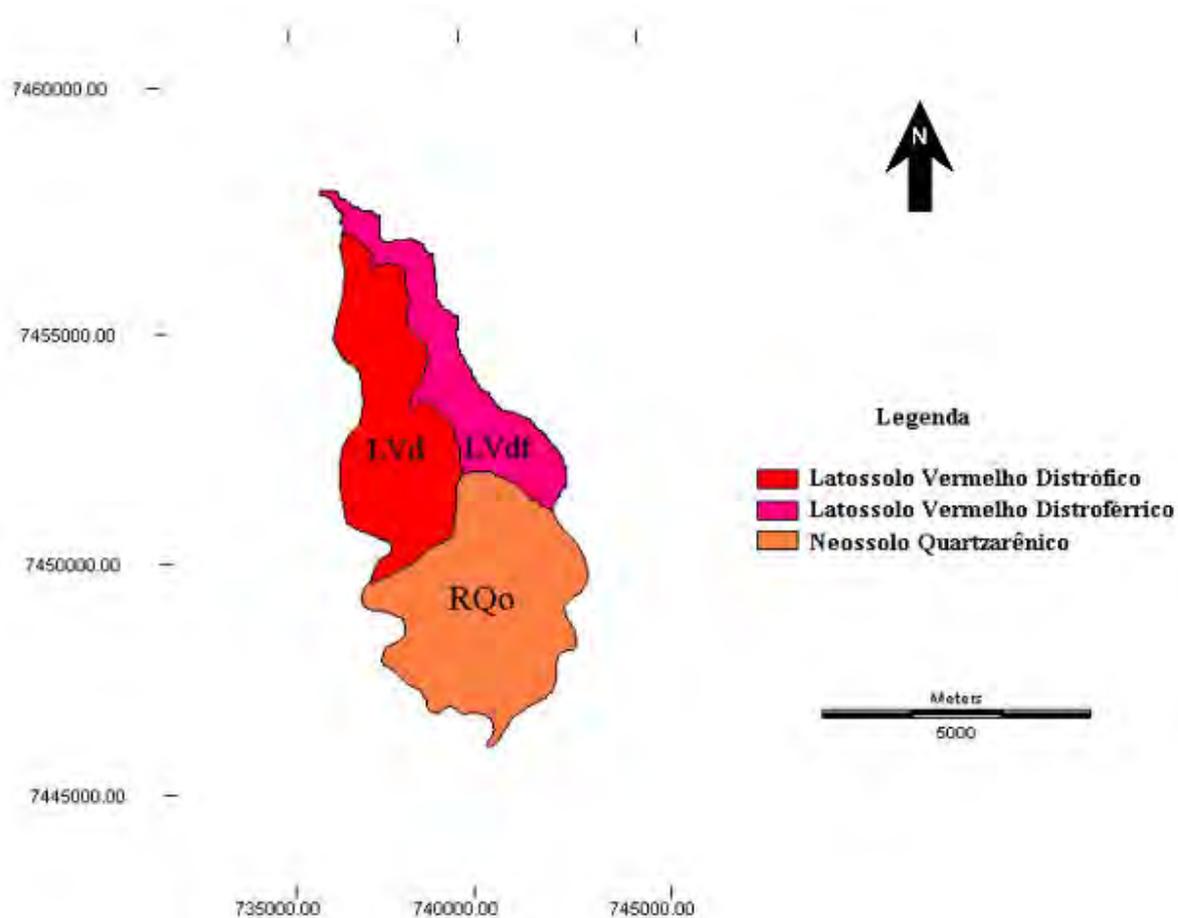


Figura 18. Mapa de solos da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Foi possível também a quantificação das áreas de cada tipo de solo que ocupam a área de estudo a qual pode ser observada na Tabela 23.

Tabela 23. Área ocupada por cada tipo de solo na sub-bacia do córrego do Lobo.

Área dos solos	Valores em hectares
Latossolo Vermelho distrófico	877,1995
Latossolo Vermelho distroférico	528.1954
Neossolo Quartzarênico	1195,2560

5.3.2.1. Mapa de solos Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

Considerando a mesma metodologia de levantamento feita na sub-bacia anterior, realizou-se também o mapa de solos da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta a qual pode ser conferida na figura 19.

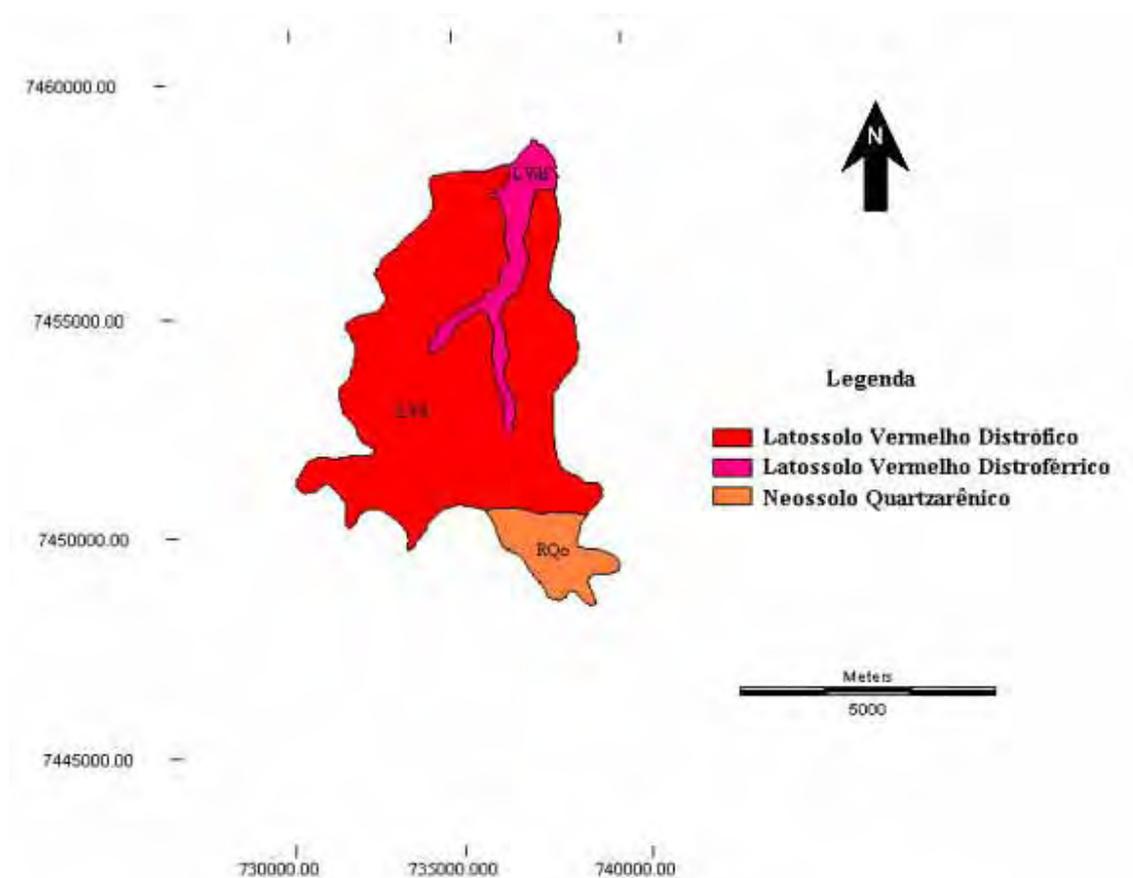


Figura 19. Mapa de solos da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Para fins de quantificação de cada classe de solo presente na sub-bacia em estudo buscando-se nesse sentido bases para diversos tipos de planejamento do uso do solo foi elaborada na Tabela 24 o calculo das áreas das referidas classes de solo.

Tabela 24. Área ocupada por cada tipo de solo na sub-bacia do Ribeirão ponte Preta.

Área dos solos	Valores em hectares
Latossolo Vermelho distrófico	2098,0100
Latossolo Vermelho distroférico	242,6400
Neossolo Quartzarênico	301,1393

O critério para a classificação dos solos devidamente catalogados se deu principalmente em função das profundidades verificadas em seus perfis e também pelas suas diferentes texturas verificadas que variaram desde texturas argilosas (latossolos distroféricos - LVdf), texturas médias (latossolo distrófico - LVd) até solos com texturas extremamente arenosas no caso dos solos classificados como neossolos quartarênicos – Rqo.

Os parâmetros químicos dos solos foram utilizados para se agregar informações quanto às classes de capacidade de uso as quais serão discutidas posteriormente. Porém é fato que a grande maioria dos solos analisados sob esta perspectiva apresenta-se de pobres a muito pobres, principalmente no caso das áreas de neossolos quartarênicos.

5.3.3. Mapa de declividade

5.3.3.1. Sub-bacia Córrego do Lobo

Numa primeira etapa elaborou-se a vetorização das curvas de nível das Cartas utilizadas na qual se cotou todos os intervalos de altitude. A figura 20 ilustra essa primeira situação.

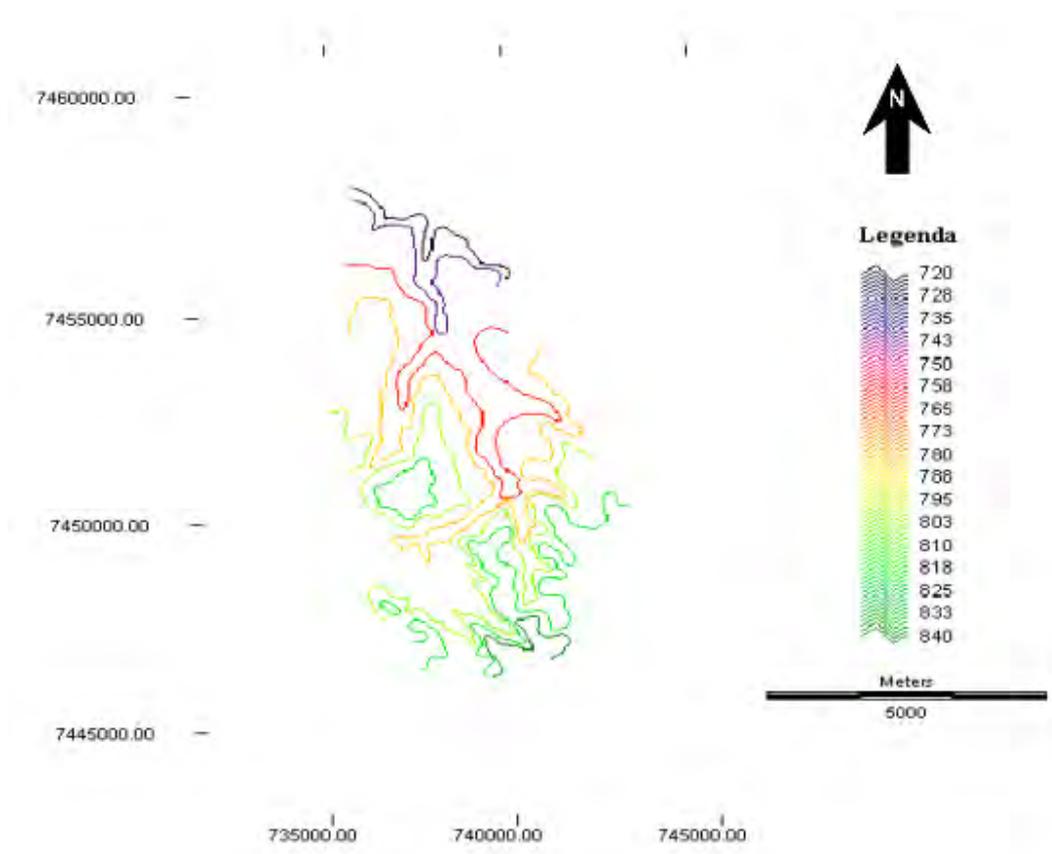


Figura 20. Curvas de nível vetorizadas com a cotação das altitudes em metros.

O exercício da vetorização extrapolou os limites da sub-bacia estudada a fim de se evitar o chamado “efeito de borda” onde se acaba por não contemplar toda declividade realizada na área pelo método de interpolação.

Num segundo momento o arquivo vetor gerado em formato DXF foi exportado para o sistema de informações geográficas para a conversão desse arquivo em formato matricial (linhas, colunas e altitude – X, Y e Z) ou raster. Com os comandos *TIN* e *TIN Surf* foi então elaborado o modelo digital de elevação do terreno como base do mapa de declividade. A figura 21 mostra o resultado desse procedimento.

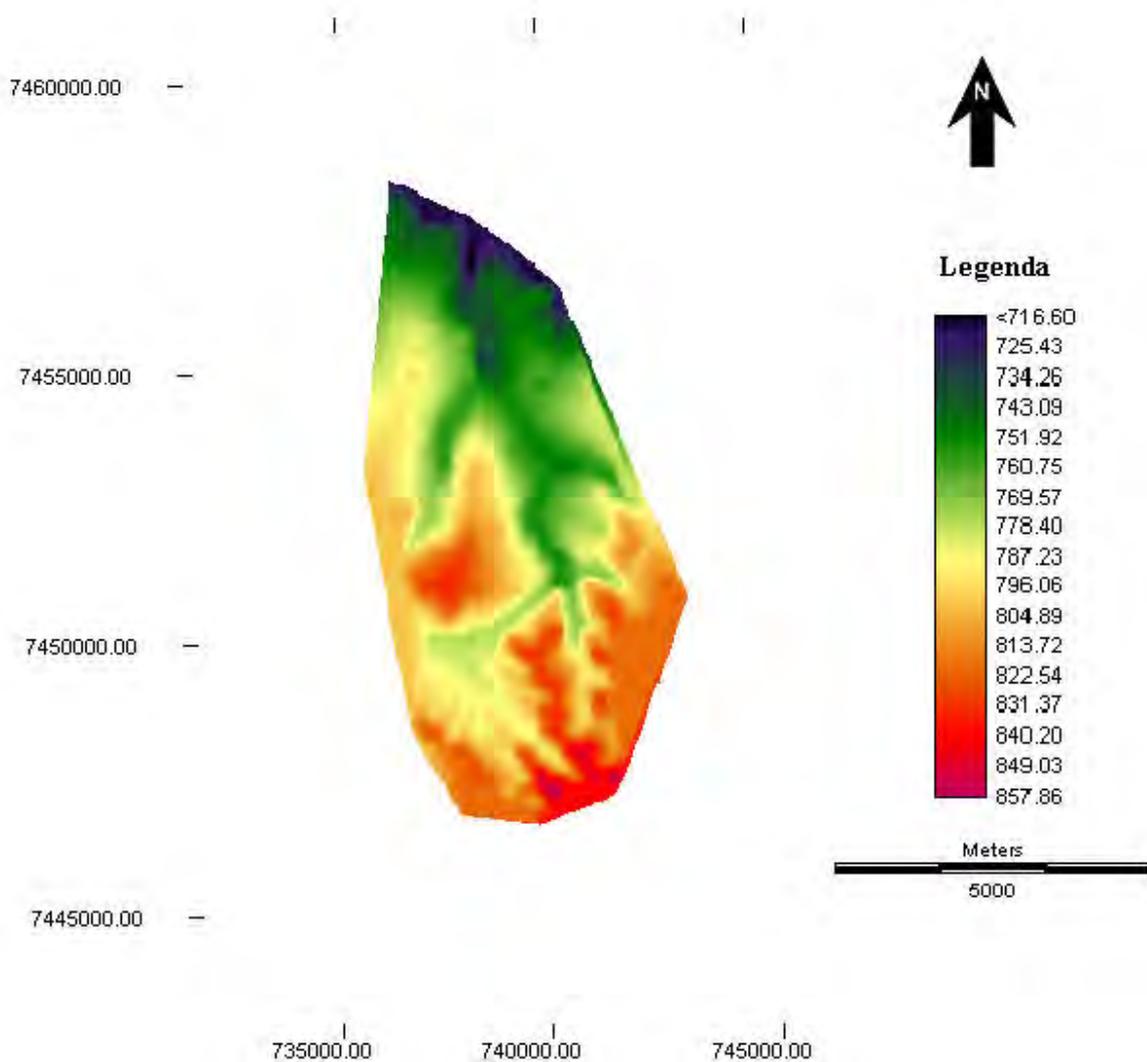


Figura 21. Mapa com o MDT da Sub-bacia do Córrego do Lobo.

A etapa final da execução dos mapas com as classes de declive correspondentes foi elaborada através do comando *reclass* no SIG onde se estabeleceu como padrão os intervalos citadas acima seguindo as normas de França (1969). A figura 22 ilustra o resultado do mapa das classes de declive para a sub-bacia do Córrego do Lobo.

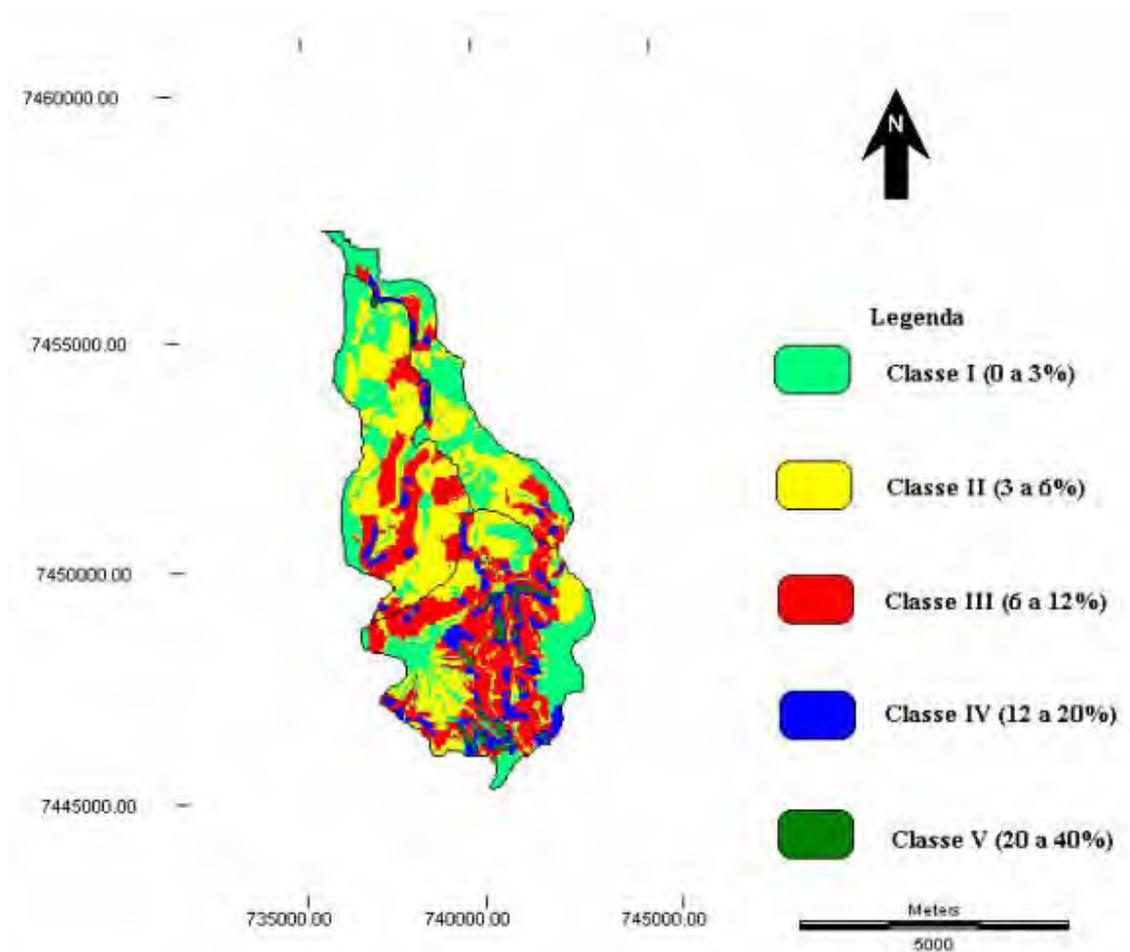


Figura 22. Mapa com as classes de declividade da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Além do mapa confeccionado, foi possível também uma quantificação quanto às porcentagens das classes de declive na área de estudo. Notou-se também que no mapa da sub-bacia acima já existe uma divisão das classes de declive com os tipos de solo na sub-bacia sendo então também possível a quantificação de cada classe de declive para cada grupo de solo em questão. As Tabelas 25 à 28 mostram esses valores quantificados.

Tabela 25. Valor das áreas de declive na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de declive	Área ocupada na sub-bacia (ha)
0 a 3 %	687,8133
3 a 6%	920,1168
6 a 12%	719,5722
12 a 20%	221,6879
20 a 40%	52,8774
Área total	2602.0676

Tabela 26. Áreas de declive no Latossolo distrófico na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de declive	Área ocupada no LVd (ha)
0 a 3 %	161,2227
3 a 6%	439,4240
6 a 12%	232,4476
12 a 20%	41,0891
20 a 40%	3,0188
Área total	877,1995

Tabela 27. Áreas de declive no Latossolo distroférico na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de declive	Área ocupada no LVdf (ha)
0 a 3 %	286,1256
3 a 6%	163,0152
6 a 12%	62,8287
12 a 20%	13,0185
20 a 40%	3,2074
Área total	528.1954

Tabela 28. Áreas de declive no Neossolo quartzarênico na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classes de declive	Área ocupada no RQo (ha)
0 a 3 %	284,4275
3 a 6%	268,4845
6 a 12%	418,8585
12 a 20%	170,6565
20 a 40%	52,8290
Área total	1195,2560

Com esses valores foi possível obter-se as seguintes conclusões:

- a) Na classe de Latossolo distrófico predominam os relevos das classes 2 e 3 ou os relevos suave ondulado e ondulados com respectivamente 50% e 26,5% de área do total da sub-bacia estudada. Em relação ao Latossolo distroférico predominam os relevos planos e suaves ondulado ocupando 54% e 30,8% da área em questão.
- b) Na região do Neossolo quartzarênico observou-se os seguintes valores: em 35,4% predominam os relevos ondulados, 23,8% com relevos planos e 22,4% com suave ondulados. Porém observou-se ainda que possui a maior área com relevos da classe 4 e 5 em relação as outra classes de solo ou seja os mais declivosos (170,65 e 52,82 hectares). Há uma combinação de alerta ou mesmo uma correlação negativa nesse caso, pois o neossolo é a classe onde mais deve se tomar cuidado em relação ao manejo e conservação pela sua alta propensão à erosão hídrica principalmente em decorrência do alto teor de areia e baixas fertilidades aparentes.

5.3.3.2 Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

Tomando-se como base a mesma metodologia foi também possível a obtenção dos mapas, tabelas e discussão para a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta como um dos parâmetros que compõe a fase do diagnóstico físico-conservacionista.

Nesse sentido foram elaborados inicialmente, assim como na sub-bacia anterior, os arquivos vetoriais os quais foram transportados posteriormente no SIG e transformados em arquivo raster para elaboração dos mapas de declive. A figura 23 ilustra esta situação.

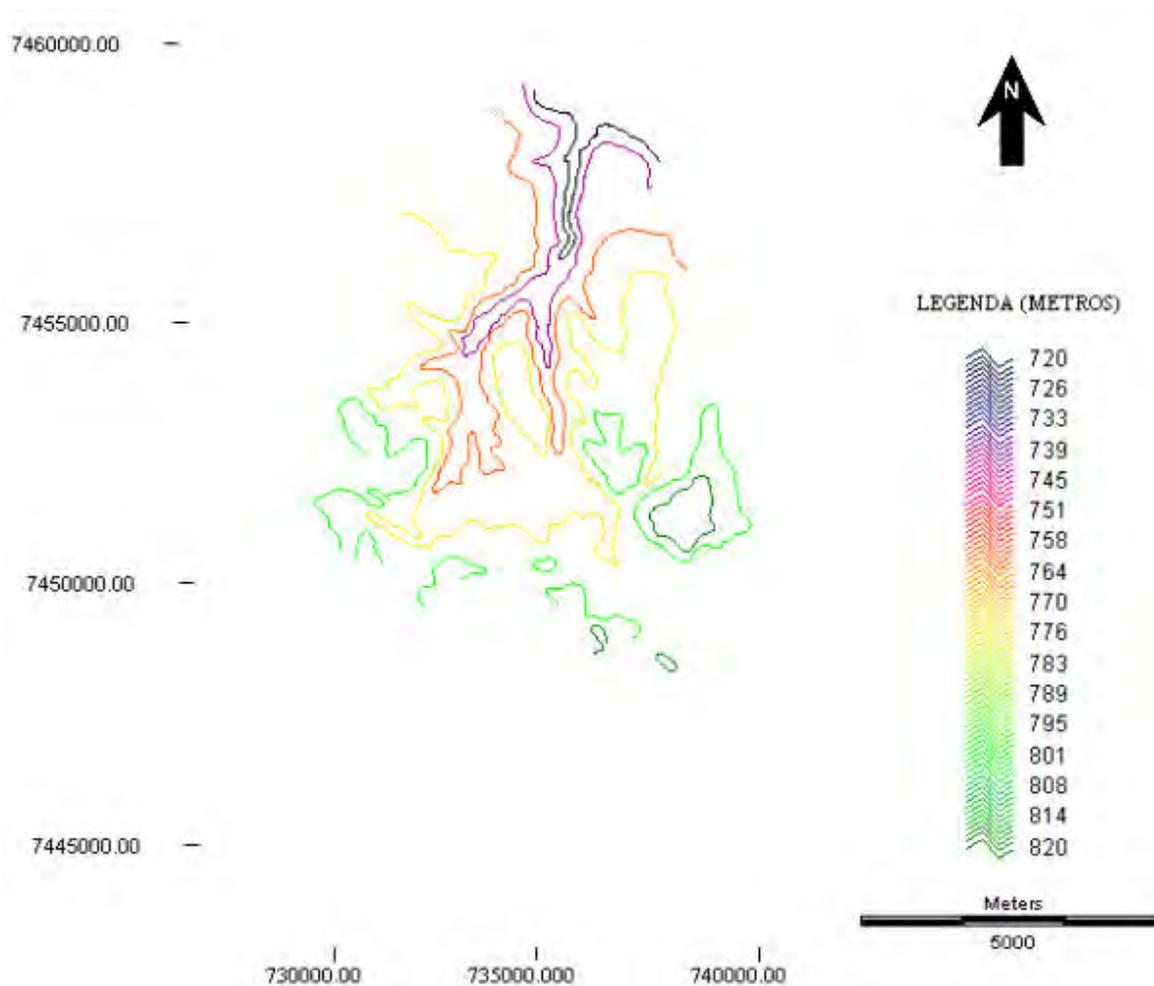


Figura 23. Curvas de nível vetorizadas com a cotação das altitudes em metros da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Feita esta etapa, o mesmo procedimento foi utilizado na área em questão no sentido de fazer o comando TIN e TIN surf no sistema de informações utilizado gerando nesse sentido também o modelo de elevação de elevação digital do terreno ou MDT. A figura 24 mostra o resultado desse procedimento.

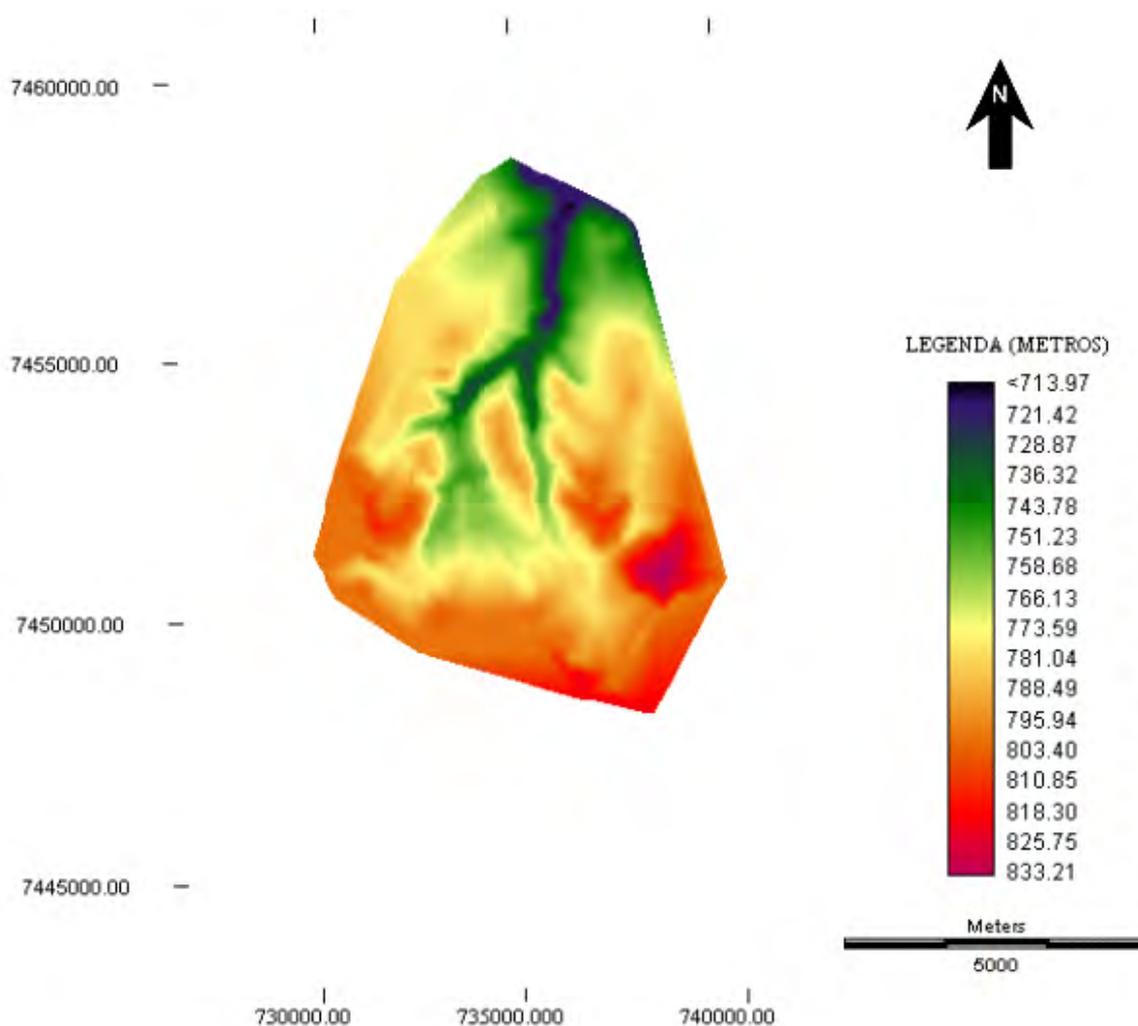


Figura 24. MDT da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Em seguida foi elaborado o mapa das classes de declividade utilizando-se dos mesmos parâmetros de separação dos intervalos das referidas classes da sub-bacia anteriormente confeccionada no sistema de informações geográficas utilizado para o estudo em questão. A figura 25 mostra o resultado deste mapa.

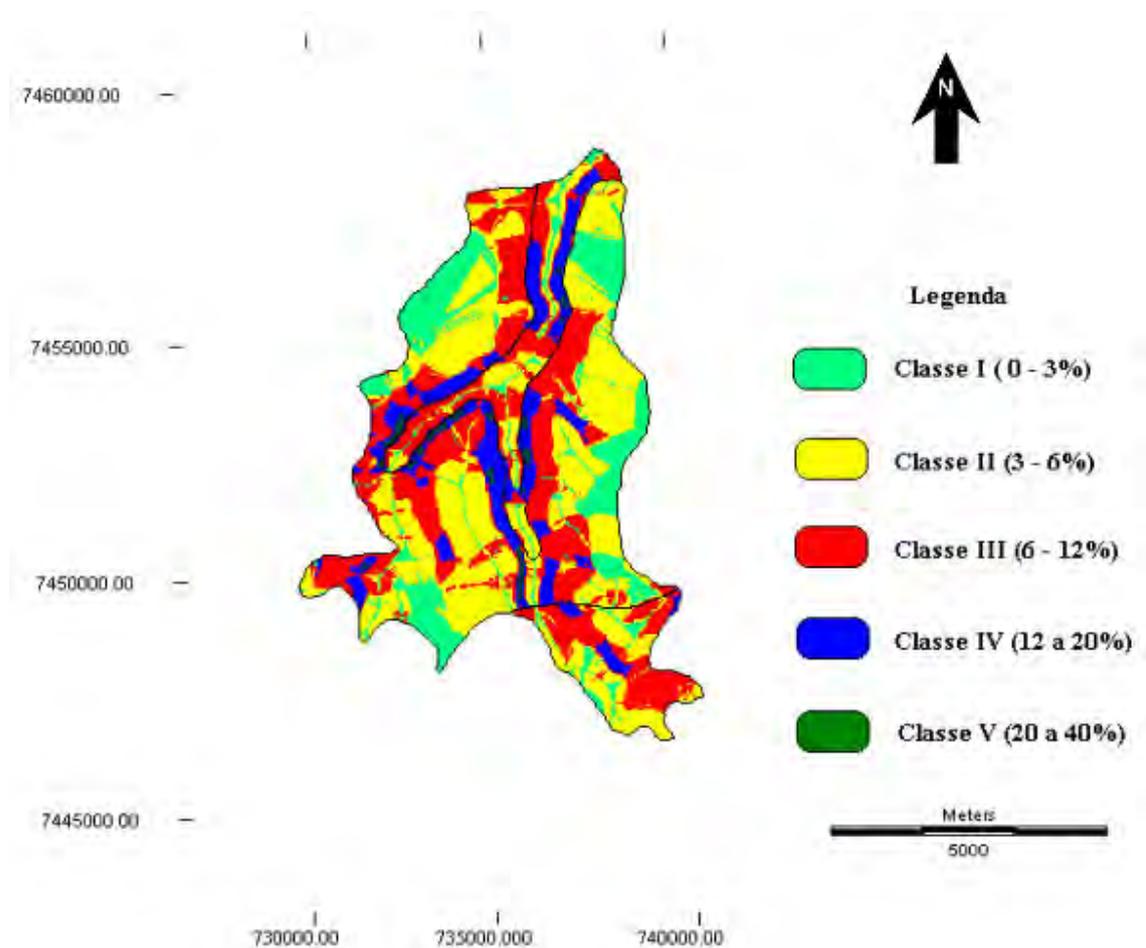


Figura 25. Mapa com as classes de declividade da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Foi possível também uma análise comparativa da presença das classes de declive em toda a área da sub-bacia e presentes nas classes de solo. As Tabelas 29 a 32 ilustram estas comparações:

Tabela 29 – Área das classes de declive presente na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

Classes de declive	Área ocupada na sub-bacia (ha)
0 a 3 %	419,6083
3 a 6%	1014,8251
6 a 12%	818,9916
12 a 20%	279,9825
20 a 40%	37,9320
Área total	2571,3395

Tabela 30. Área das classes de declives presentes nos Latossolos distróficos.

Classes de declive	Área ocupada na sub-bacia (ha)
0 a 3 %	696,4400
3 a 6%	781,9700
6 a 12%	469,2000
12 a 20%	130,9500
20 a 40%	19,4500
Área total	2098,0100

Tabela 31. Área das classes de declives presentes nos Latossolos distrofêrricos.

Classes de declive	Área ocupada na sub-bacia (ha)
0 a 3 %	34,21
3 a 6%	64,42
6 a 12%	91,6
12 a 20%	47,61
20 a 40%	4,86
Área total	242,64

Tabela 32. Área das classes de declive presentes nos Neossolos Quartzarênicos.

Classes de declive	Área ocupada na sub-bacia (ha)
0 a 3 %	94,54
3 a 6%	106,58
6 a 12%	24,36
12 a 20%	5,83
20 a 40%	0,1
Área total	231,27

Notou-se que quanto à área total da sub-bacia predominam as classes de declive II e III, ou seja, com a presença de colinas suavemente onduladas e relevos ondulados com respectivamente 39,4% e 31,8% não tendo representações significativas nas classes mais

declivosas. Analisando-se as classes de solos, nos Latossolos distróficos, estes são ocupados por 33,2% e 37,2% das classes I e II, ou seja, relevos planos e suave ondulados não apresentando nesse sentido problemas graves com escoamento superficial como o que ocorre nas classes de declive mais acentuadas.

Nas áreas de Latossolos distroféricos foram verificados 37,7% da presença dos relevos ondulados (classe III) e 26,5% de relevos suavemente ondulados (classe II) verificando-se também os baixos níveis de impactos decorrentes por escoamento superficial em grandes declividades.

Finalmente nos Neossolos quartzarênicos, sem grandes alterações observou-se uma presença de 46% nas classes de relevo suavemente ondulados apresentando-se menos propensas a fenômenos erosivos em comparação à sub-bacia do Córrego do Lobo onde se verificou as maiores porcentagens de áreas declivosas nas regiões dos neossolos quartzarênicos, ou seja, uma combinação que requer maiores cuidados em relação à conservação desses solos.

5.3.4. Capacidade de Uso do Solo

Finalizadas as etapas de elaboração dos mapas de solo e mapas de declividade da sub-bacia do Córrego do Lobo e sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta obteve-se as bases para elaboração dos mapas de Capacidade de Uso como instrumento de planejamento ambiental como ferramenta para um melhor manejo e conservação dos solos.

Além dos mapas citados utilizou-se da metodologia proposta por Zimback e Rodrigues (1993) para julgamento das classes de capacidade de uso da terra levando em consideração parâmetros de fertilidade aparente; profundidade efetiva; permeabilidade e drenagem; deflúvio; pedregosidade; risco de inundação; declividade; erosão laminar; erosão em sulcos, superficiais, rasos e profundos além da presença de voçorocas. Para julgamento dos parâmetros químicos do solo utilizou-se das seguintes comparações: Capacidade de troca catiônica (CTC), índice de acidez (pH), teor de saturação por bases (V%) além do teor de matéria orgânica (M.O). As análises de julgamento podem ser conferidas nas Tabelas 33 e 34. Os parâmetros de deflúvio estão na tabela 35.

Tabela 33. Atributos de valores de pH e V%

Classificação	pH	V%	Atributos
Muito alta	> 6,0	> 90	5
Alta	6,0 – 5,6	90 - 71	4
Média	5,5 – 5,1	70 - 51	3
Baixa	5,0 – 4,4	50 - 26	2
Muito baixa	< 4,4	< 26	1

Fonte: Lepsh et al. (1991).

Tabela 34. Classificação e atributos de valores de CTC e Matéria Orgânica

Classificação	CTC	Matéria Orgânica	Atributos
Muito alta	> 10	> 2,5	5
Alta	10 – 5	2,5 – 1,5	3
Baixa	< 5	< 1,5	1

Fonte: Lepsh et al.. (1991).

Tabela 35. Valores com classes de declive associados com Classes de solos.

Classes de declive (%)	Critério de deflúvio	Classe
0 - 3	Lento	I
	muito lento	II
3 – 6	Moderado	I
	lento	II
6 - 12	Moderado	II
	rápido	III
12 - 20	rápido	III
20 - 40	Muito rápido	IV
>40	Muito rápido	IV

Fonte: Lepsh et al. (1991).

5.3.4.1. Mapas de capacidade de uso do solo da sub-bacia do Córrego do Lobo

A partir da metodologia proposta, foi possível elaborar-se os mapas de capacidade de uso do solo para a sub-bacia do Córrego do Lobo utilizando-se para isso das informações constadas do levantamento de solos, informações dos mapas com as classes de declive a partir do MDT gerado com as curvas de nível na sub-bacia analisada e também da tabela de julgamento para capacidade de uso do solo, compiladas posteriormente no sistema de informações geográficas. O mapa em questão pode ser visualizado na Figura 26.

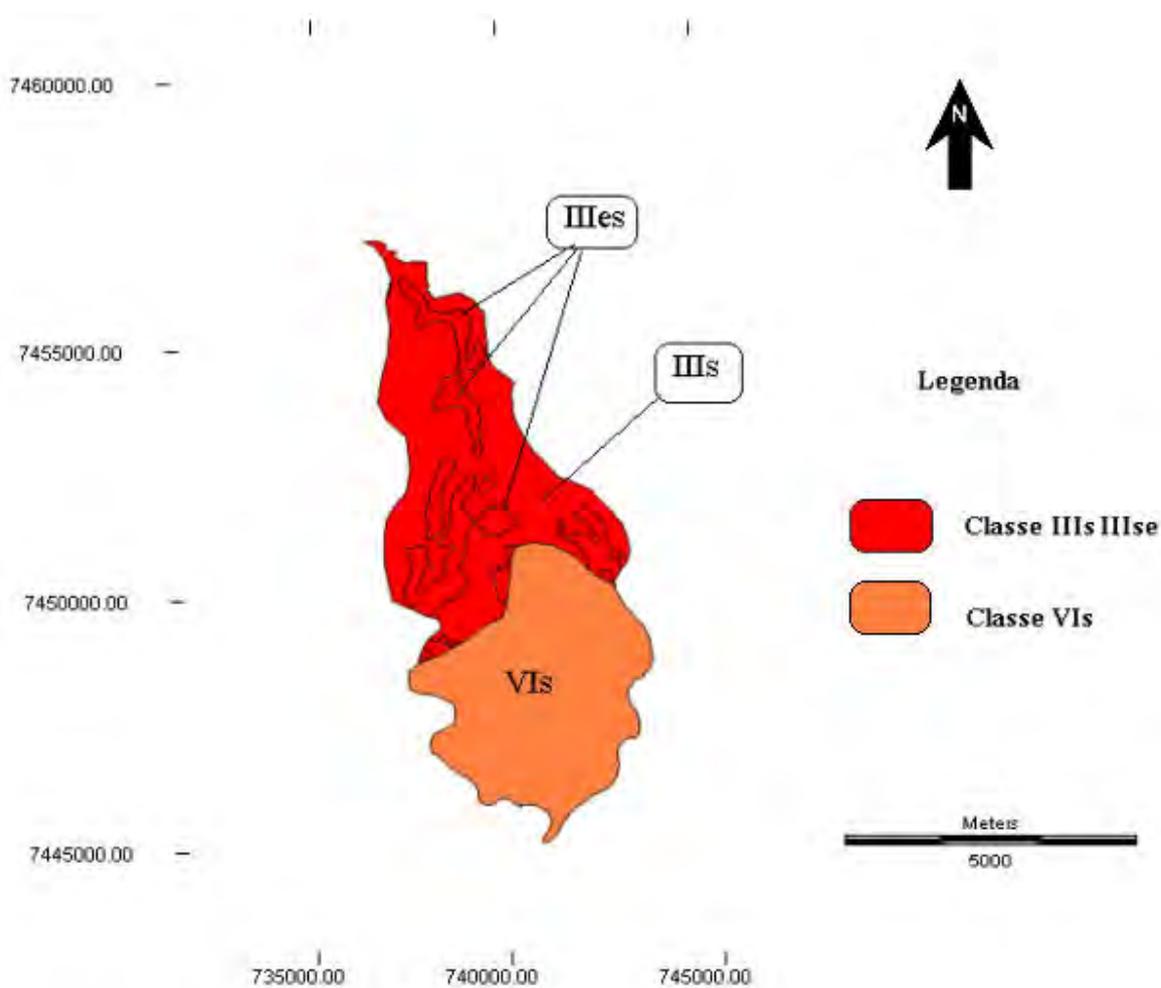


Figura 26. Mapa com as classes de Capacidade de Uso do Solo na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Foi possível se identificar num primeiro momento as classes de capacidade de uso presentes na sub-bacia estudada que são: classes IIIs, IIIse e VIIs. Estas por sua vez possuem as seguintes características:

- a) **IIIs**: terras parcialmente planas ou suavemente onduladas com fertilidade muito baixa (caráter álico) ou limitadas por profundidade efetiva média ou drenagem interna moderada a pobre ou risco acentuado de salinização ou dificuldade de preparo do solo devido a presença de pedras ou argilas expansivas (caráter vértico);
- b) **IIIse**: Além das especificações acima em relação ao solo, estas são terras com declividades moderadas, relevo suavemente ondulado a ondulado, com deflúvio rápido, com riscos severos a erosão quando o solo está descoberto de vegetação, podendo apresentar erosão laminar moderada ou sulcos superficiais e rasos freqüentes;
- c) **VIIs**: terras constituídas de solos rasos, ou pedregosidade e/ou rochas expostas na superfície. Outra condição que pode caracterizá-la é a pequena produtividade do solo.

Na classe IIIs verificou-se entre outros fatores problemas principalmente em relação à fertilidade aparente dos solos, ou seja, baixos valores de CTC, V% e Matéria Orgânica, por exemplo, refletindo principalmente na baixa produção agrícola da sub-bacia como foi verificado no questionário sócio-econômico realizado.

Ainda nesse sentido é possível uma correlação desses dados de baixa fertilidade dos solos comparando o uso da sub-bacia e os índices de vegetação, sobretudo nas regiões de alta reflectância (regiões claras) discutido acima pelo método NDVI.

Na classe IIIse além dos problemas de fertilidade aparente dos solos, observou-se regiões de alerta nas declividades de classe III, IV e V sobretudo nas áreas de proteção permanente onde fenômenos como a erosão e assoreamento ocorrem como um grande potencial de ameaça. Nesse sentido pode-se correlacionar o fato de que 55,5% dos produtores

rurais entrevistados utilizam o solo morro abaixo, ou seja, não fazem conservação dos solos. Esse dado reforça a importância do trabalho em direcionar políticas públicas no sentido de conscientização e ações técnicas em diferentes locais com práticas conservacionistas diferenciada.

Para esses casos podem-se recomendar práticas conservacionistas como o plantio em curvas de nível ou também ou terraceamento, plantio direto, adensamento de culturas nos planos de rotação, canais de divergência além de práticas de adubação e calagem e conservação da umidade do solo.

Na classe VI verificou-se a situação de grande empobrecimento dos solos, fato este relatado em que a grande maioria dos produtores rurais que residiam nessa região arrendaram ou venderam suas propriedades rurais pelo problema da baixa produtividade desses solos.

Atualmente o que se verifica nessa classe é a presença marcante de reflorestamento de eucalipto. Entretanto, em muitas áreas esses reflorestamentos não respeitam as áreas de preservação permanente sendo esse fato preocupante pela região em questão estar presente na classe dos neossolos quartzarênicos sendo estes solos altamente suscetíveis a processos erosivos se não for feito um rigoroso mecanismo de manejo e conservação.

Há de se considerar ainda pequenas áreas com declividades de classe III, IV e V nas áreas de nascente com os neossolos quartzarênicos. Sendo nesse caso reforçado o alerta para conservação nessas áreas.

As recomendações para essas áreas seriam as seguintes:

- Quanto à pastagem:
 - a) Plantio de forrageira e vegetação densa;
 - b) Controle e monitoramento de sulcos e pequenas voçorocas;
 - c) Sulcos em nível;
 - d) Controle do pastoreio (número de gado por unidade de área) e consequentemente do pisoteio do gado (erosão zoógena);

- Quanto ao reflorestamento:
 - a) Interdição do gado;
 - b) Proteção contra o fogo;
 - c) Zoneamento ambiental;
 - d) Introdução de novas espécies nativas;

Outro item que foi possível obter foi a quantificação em hectares da área que cada classe de capacidade de uso do solo ocupa na sub-bacia do Córrego do Lobo. Essa quantificação pode ser visualizada na Tabela 36.

Tabela 36. Área das classes de capacidade de uso na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classe de Capacidade de Uso	Área em hectares
III _s	1193,25
III _{se}	454,3
VI _s	955,51
Total	2603

A partir desses dados obtiveram-se as seguintes conclusões:

- a) Em relação a classe de capacidade de uso do solo predominante na sub-bacia do Córrego do Lobo, ou seja, a classe III_s ocupa uma área de aproximadamente 45,5% da área de estudo.
- b) A classe que mais requer cuidados quanto o tipo de solo principalmente em relação a fertilidade referindo-se no caso a classe VI_s, ocupa o segundo lugar com 36,7% de área na sub-bacia sobretudo nas áreas de nascente do Córrego do Lobo.

- c) Ocupando uma área menor está a classe IIIes com 17,5% de área na sub-bacia observando-se para esta classe os devidos cuidados referentes à erosão pela topografia do terreno e ao melhoramento do solo quanto a fertilidade aparente e matéria orgânica, sendo que esta classe localiza-se principalmente nas áreas de Proteção Permanente da sub-bacia, nas margens mais declivosas dos leitos do córrego alertando esta fato também para fenômenos de perda de solo que causa, entre outros impactos, o assoreamento dos rios.

5.3.4.2. Capacidade de uso do solo da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Utilizando-se da mesma metodologia aplicada na sub-bacia anterior confeccionou-se também o mapa das classes de capacidade de uso do solo para a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta (Figura 27).

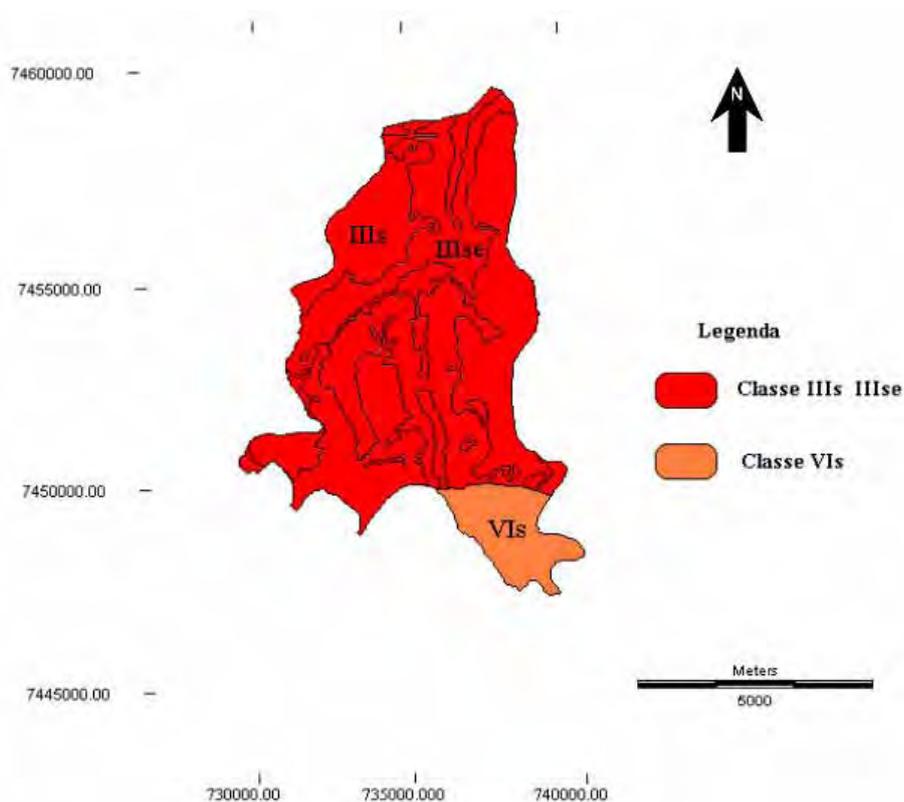


Figura 27. Mapa das Classes de Capacidade de Usos na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

As mesmas discussões e conclusões quanto aos quesitos de manejo e conservação para cada classe específica podem ser aplicadas para esse caso. Foi elaborado também para essa sub-bacia os valores de área de cada classe de capacidade de uso do solo para a área em questão (Tabela 37).

Tabela 37. Área das classes de capacidade de uso na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

Classe de Capacidade de Uso	Área em hectares
III _s	1309.9
III _{se}	1030
VI _s	231.4
Total	2571.3

Assim como no primeiro caso, na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta predomina também a classe de capacidade de uso do solo III_s com 51% de predominância nos seus limites, ou seja, 8,2% a mais da presença desta em relação à primeira onde se deve então intensificar os cuidados que concernem a essa classe que apresenta sua sub-classe referente ao fator solo.

A classe III_{es} ocupa uma área de 40% do total da sub-bacia, ou seja, 9,3% a mais em relação a presença dessa classe na sub-bacia anterior devendo-se aumentar então o alerta para os devidos cuidados principalmente levando-se em conta a sub-classe solo e risco de erosão, também pela topografia do terreno.

Em relação a classe VI_s esta abrange 8,9% da área ou ainda 49,2% a menos em relação a sub-bacia do Córrego do Lobo. Em síntese pode-se dizer que esta classe nesta sub-bacia apresenta-se menos propensa aos processos erosivos por apresentar baixos índices de declividade principalmente e menos área de neossolo quartzarênico (75,8% a menos em relação à primeira sub-bacia).

Entretanto, o alerta em relação aos cuidados dessa classe considerando o tipo de solo e suas características químicas (fertilidade muito pobre) e físicas (muito arenoso) é fundamental para se evitar que pequenos focos de degradação ambiental (ravinas) se

multipliquem com muito mais intensidade e rapidez em relação às outras classes considerando para isso principalmente a textura dos neossolos quartzarênicos.

5.3.5. Conflitos de uso do solo nas sub-bacias do Córrego do lobo e do Ribeirão Ponte Preta.

Foram encontrados os seguintes resultados para o conflito de uso do solo nas sub-bacias estudadas, seguindo a metodologia proposta (Tabelas 38 e 39):

Tabela 38. NDVI para as classes de uso na sub-bacia do Córrego do Lobo.

Classe de uso	Valore de NDVI	Área em ha
1-Culturas	-1 à -0,88	-
2-Culturas	-0,88 à -0,75	-
3-Culturas	-0,75 à -0,63	-
4-Culturas (solo preparado)	-0,63 à -0,50	18,4380
5-Culturas (solo preparado)	-0,50 à -0,38	41,1810
6-Pastagem	-0,38 à -0,25	66,7669
7-Pastagem	-0,25 à -0,13	180,1570
8-Pastagem (área degradada)	-0,13 à 0,00	221,5118
9-Pastagem (área degradada)	0,00 à 0,13	239,2888
10-Pastagem	0,13 à 0,25	152,2156
11-Pastagem	0,25 à 0,38	137,5951
12-Mata nativa	0,38 à 0,50	126,3861
13-Mata nativa	0,50 à 0,63	317,1836
14-Reflorestamento	0,63 à 0,75	782,4383
15-Reflorestamento	0,75 à 0,88	319,3767
16-Reflorestamento	0,88 à 1	0,8934
Total		2603

Notou-se que a classe de pastagem é a que mais se aproxima dos valores nulos de índice de vegetação e por consequência, baixos índices de energia fotossinteticamente ativas em suas respectivas superfícies foliares e então, baixo índice de vegetação evidenciando áreas com pouco nível de conservação dos solos com alta propensão à impactos ambientais principalmente processos erosivos.

Para a sub-bacia do Córrego do Lobo percebeu-se uma área de 460,8 hectares de pastagens degradadas sendo este então um dos valores que compõe o conflito de uso do solo, considerando que esta classe de uso, nestas condições está em desacordo com todas as classes de capacidade de uso da sub-bacia, ou seja, as classes IIIs, IIIse e VI.

Calculou-se as mesmas classes de conflito de uso do solo para a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta a qual pode ser visualizada na Tabela 39.

Tabela 39. NDVI para as classes de uso no Ribeirão Ponte Preta.

Classe de uso	Valore de NDVI	Área em ha
1-Culturas	-1 à -0,88	-
2-Culturas	-0,88 à -0,75	-
3-Culturas	-0,75 à -0,63	0,4873
4-Culturas (solo preparado)	-0,63 à -0,50	10,6404
5-Culturas (solo preparado)	-0,50 à -0,38	88,6977
6-Pastagem	-0,38 à -0,25	67,4979
7-Pastagem	-0,25 à -0,13	115,9893
8-Pastagem	-0,13 à 0,00	283,8813
9-Pastagem	0,00 à 0,13	428,2182
10-Pastagem	0,13 à 0,25	209,3168
11-Pastagem	0,25 à 0,38	174,1464
12-Mata nativa	0,38 à 0,50	164,1557
13-Mata nativa	0,50 à 0,63	185,3554
14-Reflorestamento	0,63 à 0,75	620,6402
15-Reflorestamento	0,75 à 0,88	222,6377
16-Reflorestamento	0,88 à 1	0,4061

Para a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta encontrou-se uma área de 712 hectares de área degradada, com baixíssimos níveis de índice de vegetação e por conseqüência apresentam também uma má conservação de suas áreas, sobretudo em suas pastagens. Fato esse fundamental para se entender os relatos de queixa dos produtores rurais em relação à baixa produtividade principalmente do leite, sendo esta a mais importante atividade econômica dos produtores entrevistados.

Alguns fatores explicam esse fato como, por exemplo, uma correlação com os índices de fertilidade baixos e muito baixos na maioria dos pontos amostrados. Essa baixa fertilidade pode ser explicada em parte pelo histórico de uso e ocupação da área que foi desmatada e tombada para abertura da fronteira agrícola principalmente no século XIX e XX com o plantio de culturas como o café, o algodão e pastagens que impulsionaram o perfil agropecuário do interior do Estado de São Paulo nesse período.

Considerando as áreas de conflito de uso do solo pelas áreas de conflito em áreas de preservação permanente, ou seja, que tenham segundo o Código Florestal Brasileiro a distancia de 30 metros no caso das sub-bacias estudadas de proteção, não podendo ter outra atividade nestas áreas do que apenas a conservação de mata nativa ou no caso chamado também de mata ciliar.

Foi levada em consideração então para essas classes de conflito de uso, a quantificação de áreas irregulares nas respectivas APPs de acordo com o método da Máxima Verossimilhança elaborado anteriormente. A Tabela 40 mostra os resultados.

Tabela 40. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Conflito de uso do solo em APP	Conflitos em uso do solo
Reflorestamento	77,0825 (ha)
Pastagens	43,2117 (ha)
Culturas	2,1118 (ha)
Mata Natural	93,8961 (ha)
Solo Exposto	1,1371 (ha)
Área total das APPs	217,4392 (ha)

As áreas em vermelho representam as áreas irregulares ou em conflito com o uso do solo na área de estudo. Nesse sentido obteve-se uma área de 123 hectares, ou seja, 56% da área total das áreas de proteção permanente da sub-bacia do Córrego do Lobo.

Com a mesma finalidade calculou-se também as áreas de conflito em APP na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta podendo ser observada na Tabela 41.

Tabela 41. Área de Conflito em uso do solo em APP da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta.

Conflito de uso do solo em APP	Conflitos em uso do solo
Reflorestamento	30,9467250
Pastagens	30,4593750
Culturas	1,9494000
Mata Natural	63,6804000
Solo Exposto	0,4061250
Área total das APPs	127,4420250

Obteve-se uma área de 50% de conflito em APP, ou seja, 63,6 hectares de áreas irregulares segundo o Código Florestal Brasileiro de 1969.

Para a sub-bacia do Córrego do Lobo o resultado do cálculo da porcentagem das áreas de conflito de uso do solo compondo então o diagnóstico físico conservacionista foi a somatória das áreas de conflito com índice de vegetação, ou seja, 460,8 hectares com as áreas de conflito em APP na área de estudo ,ou seja, 123 hectares. A área de conflito do uso do solo para a sub-bacia do córrego do Lobo foi de **22,4 %** com 583 ha.

Considerando que 20 % é o limite para a deterioração físico conservacionista, a sub-bacia do Córrego do Lobo apresenta-se numa situação de alerta para riscos eminentes de impactos ambientais considerando a má conservação dos solos averiguada nos índices de vegetação e nas áreas de conflito em APP.

Em relação à sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta, esta apresenta 712 hectares de área degradada e 63,6 hectares de regiões conflituosas com as áreas de proteção permanente, por não respeitar os 30 metros conforme a legislação vigente. Como resultado, as áreas de conflito de uso do solo na sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta corresponde a 775,6 hectares,

com um índice de **30 %** do total dessa área tendo, no caso, 7,6 % a mais de área degradada em relação a sub-bacia.

5.3.6 Diagnóstico Físico Conservacionista para a Bacia do Rio das Pedras.

Considerando os resultados obtidos com as áreas de conflito de uso do solo da sub-bacia do Córrego do Lobo e da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta, tendo como base para isso os seguintes mapas:

- a) uso do solo pelo método da máxima verossimilhança ou Maxver;
- b) uso do solo pelo método do índice de vegetação ou NDVI;
- c) áreas de proteção permanente APPs pelo método da máxima verossimilhança;
- d) mapas de solos;
- e) mapas de declividade;
- f) Mapas de capacidade de uso dos solos;

Estas informações deram suporte para se levantar em última análise as respectivas áreas de conflito de uso do solo como mencionado com a somatória das áreas de conflito com índice de vegetação NDVI e conflitos em áreas de preservação permanente APPs.

Para a bacia do Rio das Pedras, o resultado das áreas de conflito de uso do solo e conseqüentemente do diagnóstico físico conservacionista foi a média aritmética entre a porcentagem de conflito da sub-bacia do Córrego do Lobo e sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta na qual se optou para uma análise individual e comparativa entre as duas nesse sentido. O resultado dessa análise pode ser conferido na Tabela 42.

Tabela 42. Diagnóstico físico conservacionista da bacia do Rio das Pedras.

Sub-bacias	Área de conflito (hectares)	porcentagem
Córrego do Lobo	583	22,4%
Ribeirão Ponte Preta	775,6	30%
Bacia do Rio das Pedras	1358	26,2%

5.4. Diagnóstico de Ambiência para a bacia do Rio das Pedras.

O diagnóstico de ambiência para a área de estudo em questão foi a média entre os índices dos diagnósticos econômico, ambiental e físico conservacionista sendo válido como parâmetro de conservação dos recursos hídricos. Leva em consideração inúmeras variáveis de análise considerando inclusive o produtor rural como agente transformador da paisagem que tendo uma qualidade de vida que vem diminuindo cada vez mais, reflete na paisagem (no caso a má conservação dos solos) toda uma situação de degradação ambiental.

O diagnóstico de ambiência teve o seguinte resultado:

- Diagnóstico Socioeconômico: 52,2%
- Diagnóstico Ambiental: 38,6%
- Diagnóstico Físico Conservacionista: 26,2%
- Diagnóstico da ambiência: $(52,2) + (38,6) + (26,2) / 3 = 39\%$

Com esse índice, pode-se concluir, conforme a metodologia aplicada que a sub-bacia do Rio das Pedras encontra-se numa situação de deterioração em termos de ambiência haja vista que ultrapassou o limite de 20%.

Com a análise realizada concluiu-se também que as ordens de prioridade para conservação da sub-bacia devem ser feitas primordialmente no contexto socioeconômico

principalmente no investimento de políticas públicas como educação, apoio técnico, estrutural e políticas que facilitem o crédito agrícola para o produtor rural.

Isso sem dúvida pode reverter o cenário de deterioração ambiental como resultado de ações de planejamento e conscientização da etapa anterior refletindo uma mudança da paisagem atual com diminuição das fontes de poluição.

Em última análise, as etapas anteriores darão subsídio para se reverter o cenário atual de deterioração físico-conservacionista onde todas as ações culminam em um cenário de melhoramento no âmbito da conservação dos recursos hídricos diminuindo inclusive as áreas de conflito de uso do solo e por consequência as áreas de propensão à impactos ambientais, no caso principalmente processos erosivos. A Figura 28 ilustra a atual situação da sub-bacia do Rio das Pedras com suas porcentagens do diagnóstico de ambiência.

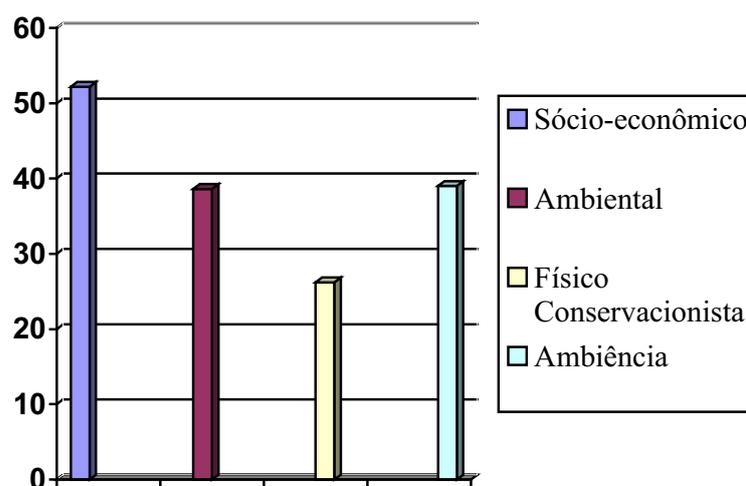


Figura 28. Porcentagens dos índices de deterioração na sub-bacia do Rio das Pedras

5.5. Parâmetros morfométricos de análise ambiental da área de estudo

Para fins de análise de propensão que área de estudo apresenta a fenômenos de enchente, subdividindo-se a bacia do Rio das Pedras em duas: sub-bacia do Córrego do Lobo e sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta, analisou-se algumas variáveis morfométricas de acordo

com os estudos de Horton (1945) como declividade média, índice de forma, comprimento e densidade da rede de drenagem.

Este levantamento também auxilia planejadores de órgãos públicos e privados no sentido de programar ações de política pública dependendo do diagnóstico que este modelo apresenta de acordo com características intrínsecas que a área apresenta.

5.5.1. Sub-bacia do Córrego do Lobo

Para a Sub-bacia do Córrego do lobo obteve-se os seguintes resultados considerando como primeiro índice morfométrico a declividade média.

Levou-se em consideração para isso a seguinte expressão:

$$H = \frac{DL}{A} \quad (7)$$

Onde:

$$D = 0,02 \text{ km}$$

$$L = 256,12 \text{ km}$$

$$A = 26 \text{ km}^2$$

Teve-se então:

$$H = 0,02 \text{ km} \times 256,12/26 \times 100 = \mathbf{22,2 \%}$$

O índice de forma foi obtido da seguinte maneira: traçou-se um polígono mais semelhante possível à forma da sub-bacia estudada analisando-se a seguinte expressão:

$$If = 1 - \frac{(A \cap L)}{A} \quad (8)$$

Obteve-se então:

$$If = 1 - (1603\text{ha})/2603\text{ha} = \mathbf{0.3842}$$

O comprimento da rede de drenagem foi obtido através do cálculo em metros do arquivo matricial ou raster em km.

A densidade da rede de drenagem foi elaborada a partir da seguinte expressão:

$$Dd = \frac{Cr}{A} \quad (9)$$

Foram obtidos então os seguintes resultados:

$$Dd = 66.53\text{km}/23,0309\text{km}^2;$$

$$Dd = \mathbf{2,8\text{km}/\text{km}^2}$$

Os resultados apresentados em relação à densidade de drenagem, índice de forma, comprimento da rede de drenagem e declividade mostraram de acordo com a metodologia utilizada (Horton, 1945) que a sub-bacia do Córrego do Lobo apresenta uma propensão considerada baixa aos fenômenos de enchente, sendo um fator que positivo não exigindo no caso mecanismos complexos de manejo e conservação do solo para esta finalidade.

5.5.2. Sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta

Para a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta utilizando-se da mesma metodologia foi possível chegar-se aos seguintes resultados:

Declividade média da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta:

$$H = \frac{DL}{A} \quad (10)$$

Onde:

$$D = 0,02 \text{ km}$$

$$L = 267,07 \text{ km}$$

$$A = 25,72 \text{ km}^2$$

$$H = 0,02 \text{ km} \times 267,07/25,72 \times 100 = \mathbf{20,7 \%}$$

Índice de forma da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta:

$$I_f = 1 - \frac{(A \cap L)}{A} \quad (11)$$

$$I_f = 1 - (2058\text{ha})/2571,3\text{ha} = \mathbf{0,1997}$$

A densidade da rede de drenagem foi elaborada a partir da seguinte expressão:

$$D_d = \frac{C_r}{A} \quad (12)$$

Foram obtidos então os seguintes resultados:

$$D_d = 47,95\text{km}/25,72\text{km}^2;$$

$$D_d = \mathbf{1,8\text{km}/\text{km}^2}$$

Em relação a sub-bacia anterior foi possível estabelecer as seguintes análises comparativas:

- a) Considerando a declividade média as duas sub-bacias possuem o mesmo valor, ou seja, de aproximadamente 20%, sendo para este caso de acordo com os parâmetros de Florenzano (2008) uma declividade considerada média a alta de acordo com a tabela 43:

Tabela 43. Parâmetros de declividade média.

Índice de declividade média	Valores em %
muito baixa	< 2
baixa	2 a 6
média	6 a 20
alta	20 a 50
muito alta	> 50

Fonte: Florenzano (2008).

- b) O índice de forma da sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta apresenta-se 0,003% maior do que à sub-bacia do Córrego do Lobo concluindo-se então que apresentam valores bem semelhantes nesse sentido.
- c) Por último, em relação a densidade de drenagem, a sub-bacia do Ribeirão Ponte Preta apresenta um índice de $1\text{km}/\text{km}^2$ a menos do que a sub-bacia do Córrego do Lobo concluindo-se então que na hipótese de propensão a enchentes a primeira bacia estaria ligeiramente mais sujeita a este fenômeno pelo fato de sua vazão ser mais lenta, embora as duas apresentem valores de densidade de drenagem baixa, ou seja, com escoamento da drenagem lento. Na tabela 44 é possível uma análise para um estabelecimento de parâmetros comparativos:

Tabela 44. Parâmetros de densidade de drenagem.

Grau de densidade de drenagem	Valores em km/h^2
muito baixa	< 0,5
Baixa	0,5 a 3,0
Média	3,0 a 7,5
Alta	7,5 a 20
Muito alta	> 20

Fonte: Florenzano (2008).

5.6. Considerações Finais

Foram possíveis as seguintes conclusões com as etapas realizadas:

- a) A metodologia utilizada possibilitou a compreensão de diversos fenômenos na sub-bacia do Rio das Pedras considerando primeiro às etapas do questionário sócio-econômico, onde com os diálogos feitos com os produtores concluiu-se que qualquer programa ambiental que vise a conservação dos recursos naturais e hídricos, sem dúvida primeiro precisa passar por uma etapa onde se considerem melhores meios e condições de vida para os produtores, pois são eles que em última análise executarão as etapas de manejo e conservação dos solos com consciência passando para futuras gerações, devendo então as políticas públicas considerar em primeira instância essa variável. Exemplos disso seriam investimentos em educação; mecanismos que facilitassem o acesso ao crédito rural por parte dos pequenos produtores principalmente sendo este um fator de muita queixa por parte dos mesmos; maior auxílio das autoridades competentes dando apoio e auxílio técnico com a continuidade de cursos de extensão rural realizados anteriormente; programas de conservação de bacias que visem, ao invés de pagamentos por plantio de mudas em áreas de proteção permanente, façam ações mais diretas e efetivas no auxílio aos produtores e por conseqüência ao meio ambiente;
- b) Na etapa de levantamento de solos, além das coletas, foi possível um conhecimento do uso e ocupação da área *in locu* além da compreensão das diferentes feições de relevo observando-se as variações desde áreas com topos mais aplainados até algumas áreas próximas as nascentes mais inclinadas. Isso associado desde áreas preservadas com vegetação natural até áreas sem nenhuma cobertura vegetal, com graus mais elevados de inclinação e conseqüentemente com focos de ravinas, sobretudo a erosão zoógena. Além de ter sido possível com esse trabalho novas constatações

em termos de atualização do mapeamento de solos tendo esta etapa uma importante contribuição para o êxito do trabalho;

- c) Com as fases de geoprocessamento ou também chamadas “etapas de escritório” as informações levantadas complementaram sem dúvidas as etapas de campo. Esta técnica se mostrou muito eficiente no agrupamento do banco de dados e também na fase de interpolação de diferentes variáveis possibilitando a criação dos mapas e tabelas, base às devidas discussões quanto a planejamento da área. Concluiu-se, então, que o geoprocessamento aliado, desde as etapas de campo até a aquisição de dados de sensoriamento remoto possibilitou um planejamento ambiental de áreas rurais, sobretudo considerando um melhor manejo e conservação dos recursos hídricos de maneira focalizada.
- d) A análise morfométrica das duas sub-bacias ilustra um panorama com uma combinação de fatores ou uma correlação negativa preocupante: médios a altos valores de declividade média e baixos valores de densidade de drenagem, onde verifica-se uma propensão média à enchentes no local com intensos índices pluviométricos em curto espaço de tempo.
- e) Finalmente conclui-se que a produção de ciência não se dá apenas na construção de “mapas de capacidade de uso”, mas sim no desenvolvimento de novas metodologias de análise considerando a dinamicidade da natureza suscitando novas discussões para a compreensão da realidade tendo sempre o pesquisador a perseverante curiosidade científica;

6. CONCLUSÕES

Com as etapas realizadas nesse trabalho conclui-se o quão importante foram as etapas de campo com as entrevistas, coletas de solos e as etapas de escritório e laboratório com o geoprocessamento para elaboração dos mapas temáticos e formulação de bases para diretrizes com políticas públicas focalizadas aos produtores rurais visando principalmente a conservação dos recursos hídricos e por consequência o desenvolvimento rural. Porém o mais importante em tudo isso é o grau de envolvimento do analista entre as etapas de campo – escritório – laboratório. Pois é necessário estar sempre atento as informações que nesse sentido convergem, as que são contraditórias e, nesse sentido, buscar o porquê dessas questões para uma melhor compreensão da realidade.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo. 1964 v.1 n. 41 (paginação irregular) 1964.

ARAÚJO JUNIOR, A. A. **Ocupação racional das terras através do método do diagnóstico físico conservacionista de 10 microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP)**. 1998. 193f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALIERI, A.; Sistemas de Informações Geográficas na avaliação de terras para agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa, CPAC, 1998. p. 191 - 196.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MEIRELLES, M. L.; MOREIRA, L. Estruturação de dados geoambientais no contexto de microbacia hidrográfica. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa, CPAC, 1998. p. 120.

BARBOSA, A. P.; PISANI, R. J.; GARCIA, M.; CAMPOS, S. Evaluation of land use conflicts in permanent protection areas in Ribeirão Duas Águas Watershed (SP). In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 2008, Foz do Iguaçu – PR. **Anais em CD rom**, Foz do Iguaçu – PR, 2008. p. 4721-4724.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba: Livroceres, 1985. 392p.

BLASCHKE, T.; GLASSER, C.; LANG, S. Processamento de Imagens num Ambiente Integrado SIG/Sensoriamento Remoto – Tendências e Conseqüências. In: BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados**. 2.ed. São Paulo: Oficina de textos, 2007. p.11.

BOHLEN, P.; LYNCH, S.; SHABMAN, S.; CLARK, M.; SHUKLA, S.; SWAIN, H.; Paying for environmental services from agricultural lands: an example from the northern Everglades. **Ecological Science of America**, Washington, v.7, n.1, p.46 – 55. jan. 2009.

BORGES, M. H.; PFEIFER, R. M.; DEMATÊ, J. A. M. Evolução e Mapeamento de uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara do Oeste (SP). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n.3, p. 365 – 371. dez. 1993.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas: Manual operativo**. Brasília, 1987, 60p.

BUCENE, L. C. **Sistemas de informação geográfica na classificação de terras para irrigação, em Pardinho-SP**. 2002. 177f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

CARREGA, E. F. B. **Delimitação de unidades ambientais na bacia do Rio Capivara, Botucatu-SP**. 2006. 98f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura, 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa, CPAC, 1998. p. 3-8.

CAMPOS, S. **Planejamento do uso do solo através do Sistema de Informações Geográficas Idrisi**. 1996. 124f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

CARNEIRO, C. M. R. **Importância das técnicas de sensoriamento remoto para a ciência florestal**. Brasília: IBDF, 1981. 21p.

CASANOVA, M. A.; BRAUNER, D.F.; CAMARA, G.; LIMA JR., P.O. Integração e interoperabilidade entre fontes de dados geográficos. In: Marco A. Casanova; Gilberto Câmara; Clodoveu Davis Jr.; Lúbia Vinhas; Gilberto Ribeiro de Queiroz. (Org.). **Bancos de Dados Geográficos**. 1. ed. Curitiba. Editora MundoGeo, 2005. v. 1, p. 317-352.

CASTRO, L. H. S. **Diagnóstico Ambiental na sub-bacia do Ribeirão Pouso Alegre com a Utilização de um Sistema de Informação Geográfica**, 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

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. 186f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

DELMANTO JUNIOR, O. **Determinação da Capacidade de Uso da Terra do Município de São Manuel (SP), Obtido Por Meio De Sistema de Informações Geográficas (SIG) – IDRISI**. 2003. 72f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

DESTRO, G. F. G. **Estudos para implantação de reservas legais: uma nova perspectiva na conservação dos recursos naturais**. 2006. 184f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

DOLLFUS, O. **O espaço geográfico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 121 p.

EASTMAN, J. R. **Guide to GIS and Image Processing**. 1.ed. Worcester: Clark University, 2006. 327p.

EHLERS, M. Remote sensing for environmental monitoring, GIS applications and geology, **Proceedings of SPIE**, v. 4545, Bellingham, 2002. 330 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERNANDES, L.; A. LOPES, P. S. N.; D'ANGELO, S.; DAYRELL, C. A.; SAMPAIO, R. A. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1355 – 1365, abr. 2008.

FLORENZANO, T. G. Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais. 1. ed. São Paulo: Oficinas de Textos, 2008. 318p.

FRANÇA, G.V. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo. In.: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1963, Campinas. **Anais...** São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão Estadual de Máquinas Agrícolas, 1963. p.399-408.

FÚLFARO, V. J.; GAMA JÚNIOR, E.; SOARES, P. C.; Revisão Estratigráfica da bacia do Paraná. Relatório Paulipetro, Consórcio CESP/IPT – 008180. São Paulo, v.1, n.1, (paginação irregular). 1980.

GALLATI FILHO, F. A. **Geoprocessamento aplicado na distribuição espacial da capacidade do uso na microbacia do Córrego dos Rochas, município de Avaré – SP.** 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2006.

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L. H. A.; LOMBARDI NETO, F. Sistema de suporte a decisão para recomendação de uso e manejo da terra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 861-866, jun. 2005.

GIOTTO, E. **Levantamento do uso atual da terra com imagem RBV do landsat-3 no município de Tapera – RS.** 1981. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1981.

GOES, M. H. B. **Diagnóstico Ambiental por geoprocessamento do município de Itaguaí – RJ.** 1994. 529p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1994.

GOODCHILD, M. F. Geographical information science. **International Journal of Geographical Information Systems,** London, v.6, n.2, p.34-45, dez. 1992.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin,** New York, v. 56, p. 807-813, oct. 1945.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (São Paulo). **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo. Escala: 1:500.000. 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (São Paulo). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo,** São Paulo, Escala: 1.000.000. 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Unidades de Conservação Ambiental e Áreas Correlatas no Estado de São Paulo. São Paulo. São Paulo: BIPT, 1992. 88 p.

JIM, A. **Geoprocessamento aplicado no diagnóstico físico-ambiental do Ribeirão Descalvado, Botucatu-SP**. 2006. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

KONECNY, G.; LEHMANN, G. **Photogrammetrie**. 4. ed. Berlim: Walter de Gruyter, 1984.p. Paginação irregular.

LEMOES, R. SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 3. ed. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1996. 83 p.

LESSA, L. G. F. **Monitoramento das perdas de solo da sub-bacia Ribeirão das Bicas – Botucatu-SP, utilizando fotogrametria digital**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

LEPSH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D. ESPINDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991. 175p.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P.M.B. Estudo da variabilidade do “Índice de Vegetação por Diferença Normalizada” utilizando Krigagem indicativa. **HOLOS Environment**, Rio Claro, v.4, n.1, p. 38 – 55. mai. 2004.

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 subbacia Arroio Grande (RS). In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1999, Pelotas-RS. **Anais em CD ROM**... Pelotas-RS, 1999.

MARIANO, I. B.; BARNER, U. Poço profundo na cidade de Bauru-SP muda conceito sobre estrutura geológica da região. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1976, Ouro Preto-MG. Anais impresso, Ouro Preto-MG,1976.

MARTORANO, L. G.; ANGELOCCI, L. R.; VETORAZZI, C. A.; VALENTE, R. O. A. Zoneamento agroecológico para a região de Ribeirão Preto utilizando um sistema de informações geográficas. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 56. n.3. p.739-747. ago. 1998.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely sensed images**. Chichester: Jhon Wiley, 1987. 352p.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F. Banco de dados e sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa, CPAC, 1998, p. 31.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo Navstar GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000. 289p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 1. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001. 250p.

NOVO, E.M.L. **Sensoriamento remoto, princípios e aplicações**.1.ed. São Paulo: Blucher, 1992. 308p.

OLIVEIRA, J.B.; Cmargo, M.N.; Rossi, M.; Calderano Filho, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**. 1. ed. Campinas: Embrapa-Solos/IAC, 1999, 64p.

PEREIRA, R. S. **Sistema de Tratamento de Imagens Multiespectrais Digitais**. 1995. 262p. Tese (Doutorado em Geofísica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

PÉREZ, M. D. C. G. **Trabalhando geografia com as cartas topográficas**. Ijuí: Editora Unijuí, 2001, 128p.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento na determinação da capacidade e avaliação do uso da terra do município de Botucatu – SP**. 2002. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

PONZONI, F. J.; GALVÃO, L. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Influência da resolução espacial sobre a quantificação de áreas não florestadas em ambiente amazônico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São Paulo: Sonopress, 2001. 1 - CD-ROM.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomico e Fundação IAC, 1996, 285 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORREA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.

RIBEIRO, F. L. **Sistemas de informações geográficas aplicado ao mapeamento dos usos atuais e adequados das terras do alto Rio Pardo**. 1998. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

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

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**.2.ed. Santa Maria, UFSM, 1991. 181p.

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

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**. 2000. 94f. Dissertação (Especialista em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. 2000.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Uberlândia: Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2003, 228p.

SANO, E. E.; ASSAD, E. D.; MOREIRA, L.; MACEDO. Estruturação de dados geoambientais no contexto de fazenda experimental. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura**, 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI/ Embrapa, CPAC, 1998, p. 97.

SANTOS, A. R.; ZAVOUDAKIS, E.; TULLI, L. M. A.; LOPES, M. E. P. A.; CHACALTANA, T. S. A. Caracterização hidrológica da sub-bacia do córrego Santa Isabel , braço norte do Rio Jucu, Domingos Martins (ES). XI SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO. 2004, Aracaju-SE. **Anais...** Aracaju: UFSE, 2004. p. 232-239.

SARTORI, A. A. C.; BARBOSA, A. P.; PISANI, R. J.; OLIVEIRA, F.G.; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento de conflitos de solo em áreas de proteção permanente na Bacia Experimental do Rio Pardo – SP. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2009, Natal-RN, **Anais em CD rom**. INPE, 2009, p. 6197 –6202.

SIEBERT, U.; GRANEMAN, E. Z. Fundamentos de GIS. In: Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográficas aplicados à Engenharia Florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO, 1. 1994, Curitiba-PR. **Anais...** FUPEF, 1994. p. 69-71.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; SINELLI, O.; FULFARO, V. J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; SOBREIRO NETO, A. C.; GIANCURSI, F. D.; CORREA, W. A. G.; CASTRO, C. G. J. Geologia da região sudoeste do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2. 1979, Rio Claro-SP, **Atas...** SBG, 1979. p. 307-319.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 10, n.3, p. 177-185, jun. 1980.

SHIVA PRASAD, C. R.; THAYALAN, S.; REDDY, R. S.; REDDY, P. S. A.; Use of Landsat imagery for mapping soil and land resources for development planning in parts of Northern Karnataka, India. **International Journal of Remote Sensing**, London, v.11, n.10, p.1889 – 1990, mar. 1990.

SMITH, T. R.; MENON, S.; STAR, J.; ESTES, J. E. Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Large-Scale Geographical Information Systems. **International Journal of Geographical Information Systems**, London, v.9, n.9, p.13-31, nov. 1987.

SUGUIO, K.; BERENHOLC, M.; SALARI, E. Composição química e isotópica dos calcários e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. **Boletim. IG**, São Paulo v.6, n.1, p. 55-75, set. 1975.

TUCKER, C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. **Remote Sensing of Environment**, London, v.21, n.2 p.127 – 150, mar. 1979.

TORNERO, M. T. **Análise ambiental através de Sistema de Informação Geográfica – SIG, como subsídio ao planejamento do município de Maringá – PR.** 2000. 184f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

WAMBEKE, A. Thinking small in land evaluation is beautiful. In: BEEK, K. J.; BURROUGH, P. A. MCCORMAK, D. E. INTERNATIONAL WORKSHOP ON QUANTIFIED LAND EVALUATION PROCEDURES. NETHERLANDS, Washington. **Proceedings.** ITC, 1987. p. 36-38.

XAVIER – DA – SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L. M. de. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. In: TORNISIELO, S. M. T.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. **Análise Ambiental: estratégias e ações**, 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: editora UNESP, 1995, 206. p.

ZIMBACK, C.R.L., RODRIGUES, R.M. **Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental de São Manuel.** 1. ed. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP/Departamento de Solos, 1993. 28p

8. APÊNDICE

8.1. Tabulação dos dados socioeconômicos

Código	Indicadores Sub-bacia	Valores Significativos		
		Encontrado na Sub-bacia	Min.	Max.
1.1	Idade do Produtor	4	3	5
1.2	Escolaridade do produtor	6	4	8
1.3	Local de Nascimento do produtor	3	1	4
1.4	Residência do produtor	2	1	4
1.5	Número de famílias na propriedade	1	1	1
1.6	Média de idade do núcleo familiar	2	1	4
1.7	Total de pessoas no núcleo familiar	3	1	6
1.8	Média de nascimentos (local) do núcleo familiar	1	1	4
2.1	Número de peças na casa (cômodos)	4	3	6
2.2	Número médio de pessoas por quarto	2	1	3
2.3	Tipo de fogão	3	3	5
2.4	Água consumida	1	1	1
2.5	Esgotos	1	1	2
2.6	Eliminação de lixos	1	1	2
2.7	Eliminação de embalagens de agrotóxicos	1	1	6
2.8	Tipo de piso	3	3	6
2.9	Tipo de telhado	1	1	1
2.10	Eletricidade	1	1	2
2.11	Geladeira – “Freezer”	1	1	1
2.12	Televisão	1	1	1
2.13	Videocassete	2	1	2
2.14	Rádio	1	1	1

2.15	Microondas (forno)	2	1	2
2.16	Telefone	2	1	2
2.17	Periódicos	1	1	2
3.1	Consumo de leite	1	1	1
3.2	Consumo de carne (gado – ovelha)	4	1	7
3.3	Consumo de frutas	4	1	7
3.4	Consumo de legumes	4	1	7
3.5	Consumo de verduras	4	1	7
3.6	Consumo de batatas	5	3	7
3.7	Consumo de ovos	3	0	7
3.8	Consumo de massas	4	1	7
3.9	Consumo de arroz e feijão	1	1	3
3.10	Consumo de peixes	4	0	7
3.11	Consumo de aves	5	0	7
3.12	Consumo de café	1	1	1
3.13	Consumo de pão	3	1	5
3.14	Consumo de mandioca	1	1	1
4.1	Participação em organização (associação)	1	1	1
5.1	Infestação de pregas	1	1	3
5.2	Salubridade para o homem	1	1	2
5.3	Combate a pragas domésticas	1	1	2
6.1	Florestamentos	2	1	2
6.2	Pastagens plantadas	1	1	2
7.1	Bois	2	2	2
7.2	Cavalos	1	1	2
8.1	Bois	1	1	2
8.2	Ovelhas	2	2	2
8.3	Aves	1	1	2
8.4	Porcos	1	1	2
8.5	Cabritos	2	2	2
8.6	Coelhos	2	2	2
8.7	Rãs	2	2	2
8.8	Peixes	2	2	2
9.1	A quem vende a produção.	3	2	7
9.2	A quem vende a produção pecuária	3	1	7
9.3	A quem vende a produção florestal.	2	3	7
9.4	Fonte principal de crédito agrário	4	3	4
9.5	Renda aproximada da propriedade por mês	4	3	4
9.6	Outras rendas	1	1	2
10.1	Área da propriedade, em há	2	2	3
10.2	Tipo de posse	1	1	1
10.3	Biocidas (qualquer tipo)	2	2	4
10.4	Adubação e ou calagem	3	2	4
10.5	Tipo de tração usada	1	1	3

10.6	Tipo de uso do solo	3	2	3
10.7	Práticas de conservação do solo	1	1	2
10.8	Irrigação	3	1	3
10.9	Assistência técnica	2	2	3
10.10	Conhece programas de conservação de solo	1	1	2
10.11	Segue orientações da CATI ou outra	1	1	2
10.12	Sabe executar obra de conservação	1	1	2
11.1	Possui maquinaria agrícola e implementos	3	2	4
11.2	Faz industrialização agrária	1	1	2
11.3	Algum tipo de artesanato	2	1	2
a) Total Fator Social (até 5.3)				
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIOÇÃO SOCIAL		94	46	116
b) Total Fator Econômico (6.2 à 9.7)				
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO ECONÔMICA		33	29	51
c) Total do Fator tecnológico (10.2 a 11.3)				
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO TECNOLÓGICA		25	19	37
Total do Diagnóstico Socioeconômico (a + b + c)		152	94	204

8.2. Tabulação dos dados ambientais

Código	Indicadores Sub-bacia	Valores Significativos		
		Sub-bacia	Mínimo	Máximo
1.01	Estocagem de defensivos	1	1	2
1.02	Depósito de embalagem de agrotóxicos	1	1	2
1.03	Locais de lavagem de implementos de agrotóxicos	1	1	2
1.04	Lixeiras (entulho de resíduos sólidos)	1	1	2
1.05	Pocilgas	2	1	2
1.06	Aviários	1	1	2
1.07	Estradas rurais ruins	2	1	2
1.08	Erosões marcantes	1	1	2
1.09	Exploração de madeira	1	1	2
1.10	Esgotos	2	1	2
1.11	Queimadas	2	1	2
1.12	Aplicação de Agrotóxicos	1	1	2
1.13	Mau cheiro	2	1	2
a) Total Fator Ambiental		18	13	26

8.3. Modelo do questionário socioeconômico

Nome:					
Idade	Escolaridade	Local Nascimento	Local residência	Casado	Filhos (nº)

Nome:		
Idade	Escolaridade	Local de Nascimento

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?.

<input type="checkbox"/> não vende	<input type="checkbox"/> intermediário	<input type="checkbox"/> armazéns (varejo)
<input type="checkbox"/> cooperativas	<input type="checkbox"/> agroindústria	<input type="checkbox"/> direto ao consumidor

Tipo de eletricidade da casa.

monofásica trifásica alvenaria
 não tem

Quantos cômodos a casa possui?

1 2 3 4 acima de cinco

Possui energia elétrica?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Geladeira?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Freezer	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Televisão	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Videocassete ou dvd	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Rádio	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Microondas	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Telefone	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Revistas ou jornais	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não

Consumo de alimentos

	Resposta em dias da semana						
Leite	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Carne	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Frutas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Legumes	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Verduras	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Ovos	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Erva Mate	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Massas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Arroz com feijão	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Peixes	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Aves	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Café	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Polenta	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7
Pão	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 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 hectare

Qual é a principal fonte de crédito agrário?

Como utiliza o solo na propriedade?

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

não tem agiota banco cooperativas agroindústria

Animais de produção

<input type="checkbox"/> bois	<input type="checkbox"/> aves	<input type="checkbox"/> porcos
<input type="checkbox"/> ovelhas	<input type="checkbox"/> peixes	<input type="checkbox"/> cabritos
<input type="checkbox"/> rãs	<input type="checkbox"/> coelhos	<input type="checkbox"/> outro

Animal de trabalho		
<input type="checkbox"/> boi	<input type="checkbox"/> cavalo	<input type="checkbox"/> nenhum
Faz a industrialização de:		
<input type="checkbox"/> madeiras	<input type="checkbox"/> frutas	<input type="checkbox"/> leite
<input type="checkbox"/> carne	<input type="checkbox"/> lã	<input type="checkbox"/> mel
<input type="checkbox"/> peles	<input type="checkbox"/> peixe	<input type="checkbox"/> outro
Faz rotação de culturas e ou manejo rotacionado das pastagens?		
<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> sim	Qual?
Floresta mento (mata nativa)	<input type="checkbox"/> menor que 20% da área da propriedade <input type="checkbox"/> igual que 20% da área da propriedade <input type="checkbox"/> maior	
Pastagens plantadas	<input type="checkbox"/> conservada <input type="checkbox"/> abandonada <input type="checkbox"/> não tem	
Sobre a adubagem e/ou colagem		
<input type="checkbox"/> utiliza	<input type="checkbox"/> utiliza de vez em quando	<input type="checkbox"/> não utiliza
Tipo de tração usada		
<input type="checkbox"/> manual	<input type="checkbox"/> mecânica	<input type="checkbox"/> animal
Possui máquinas agrícolas		
<input type="checkbox"/> nenhuma	<input type="checkbox"/> algumas	<input type="checkbox"/> principais e <input type="checkbox"/> parque de máquinas completo
Como utiliza o solo? (Uso do solo)		
<input type="checkbox"/> morro	<input type="checkbox"/> em nível (em curvas)	<input type="checkbox"/> de acordo com a orientação técnica abaixo

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 domesticas? (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 enterra
mesmo fim

Na opinião do produtor quais são os problemas prioritários na propriedade? Coloquem na seqüência 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

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

b) casa de madeira ruim

c) casa de alvenaria boa

d) casa de alvenaria ruim

- 1) Qual é o número de pessoas que dormem por quarto?
- 2) Possui qual tipo de fogão na casa? (Lenha Querosene Gás Elétrico Microondas)
- 3) Na sua opinião você considera a produtividade da propriedade alta média ou baixa?

8.2. Modelo de questionário ambiental

Indicadores Sub-bacia

sim

não

estocagem de defensivos		
depósito de embalagem de agrotóxicos		
locais de lavagem de implementos de agrotóxicos		
lixeiros (entulho de resíduos sólidos)		
pocilgas		
aviários		
estradas rurais ruins		
erosões marcantes		
exploração de madeira		
esgotos		
queimadas		
aplicação de Agrotóxicos		
mau cheiro		