

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA E SUA
RELAÇÃO COM A SEDIMENTAÇÃO E
PREFERÊNCIAS DA PAISAGEM**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gisele Patricia Scapini

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA E SUA
RELAÇÃO COM A SEDIMENTAÇÃO E
PREFERÊNCIAS DA PAISAGEM**

por

Gisele Patricia Scapini

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em
Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. José Sales Mariano da Rocha

Santa Maria, RS, Brasil

2006

SCAPINI, GISELE PATRICIA, 1980-

S284D

Diagnóstico físico conservacionista e sua relação com a sedimentação e preferências da paisagem / por Gisele Patricia Scapini; orientador Jose Sales Mariano da Rocha. – Santa Maria, 2006.

94 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2006.

1. Engenharia florestal 2. Diagnóstico Físico Conservacionista 3. Sub-microbacia Hidrográfica 4. Erosão 5. Preferência de paisagem I. Rocha, José Sales Mariano , orient. II. Título

CDU: 630.9

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Gisele Patricia Scapini. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Flores da Cunha, n. 1155, Bairro Centro, Ibirubá, RS, 98200-000

End. Eletr: scapini2005@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA E SUA RELAÇÃO
COM A SEDIMENTAÇÃO E PREFERÊNCIAS DA PAISAGEM**

elaborada por
Gisele Patricia Scapini

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

José Sales Mariano da Rocha, Dr.
(Presidente/Orientador)

Toshio Nishijima, Dr. (UFSM)

Solon Jonas Longhi, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 28 de junho de 2006.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de participar do Mestrado em Engenharia Florestal na área de Manejo Florestal (Diagnóstico Ambiental e Manejo de Bacias Hidrográficas).

A CAPES pela bolsa de estudos concedida; ao CIPAM pela disponibilidade do laboratório e toda infraestrutura para o desenvolvimento do trabalho.

Ao Prof. Tit. Dr. José Sales Mariano da Rocha pela orientação e transmissão de conhecimentos.

À minha mãe, Odila Rebelato Scapini, pela eterna dedicação, compreensão e carinho.

Ao meu pai, Vitélio Scapini, sem ele nada seria possível.

Ao meu irmão Pablo Renato Scapini, minha tia e segunda mãe Jacinta Rebelato e é claro a minha querida incentivadora “nona” Maria Rebelato.

Aos amigos do Laboratório de Projetos Ambientais do CIPAM, pelo apoio e auxílio prestados, em especial aqueles que acompanharam de perto o desenvolvimento do meu trabalho e que não mediram esforços para me ajudar.

À secretária do Programa de Pós-Graduação Cerlene da Silva Machado, “Tita”, por toda a ajuda concedida nos anos de Mestrado.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação pela troca de conhecimentos.

Aos meus eternos amigos e colegas do curso de Biologia, pelo incentivo e torcida.

A Fernanda Grave pela convivência e amizade.

A todos que de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho e que estiveram presentes nos momentos difíceis por acreditarem na minha capacidade. A minha eterna gratidão!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

DIAGNÓSTICO FÍSICO CONSERVACIONISTA E SUA RELAÇÃO COM A SEDIMENTAÇÃO E PREFERÊNCIAS DA PAISAGEM

AUTORA: GISELE PATRICIA SCAPINI

ORIENTADOR: JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de junho de 2006.

O uso e ocupação da terra têm ocorrido de forma, muitas vezes, inadequada em Bacias Hidrográficas. Desmatamentos, lavouras e campos plantados em áreas inadequadas, ausência de tratamentos conservacionistas e urbanização sem planejamento são considerados problemas sérios que geram conflitos ambientais que levam à deterioração da ambiência, erosão do solo e depreciação das paisagens naturais. O Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) é o mais importante dos diagnósticos ambientais, uma vez que tem aplicação imediata e completa em sub-microbacias hidrográficas, e consiste, essencialmente, em comparar o uso atual com o uso potencial da terra (capacidade de uso), tendo como unidade de trabalho a sub-microbacia hidrográfica. O uso potencial da terra é determinada através do coeficiente de rugosidade, o qual é obtido a partir da declividade e da densidade de drenagem das sub-microbacias. Este tipo de avaliação ambiental propõe uma melhor qualidade de vida ambiental através de uma utilização racional do espaço físico, rural e urbano, com os padrões do conhecimento técnico-científico disponíveis. O objetivo deste trabalho foi elaborar o DFC das sub-microbacias hidrográficas do Rio Ibicuí-Mirim/RS, para avaliar o uso da terra de acordo com sua vocação natural, a fim de identificar a estimativa de sedimentação em função do uso da terra e, ainda, analisar as percepções e preferências da paisagem conforme o uso da terra na sub-microbacia para, assim, apresentar prognósticos adequados ao manejo da área estudada. Por meio do DFC, determinou-se o uso potencial, conflitos de uso da terra, áreas a florestar, disponibilidade ou excesso em agricultura, áreas a serem trabalhadas. Encontrou-se uma deterioração de 33,31% da área da micro-bacia estudada. Foi constatada uma quantidade passível de ser produzida de 38.866,74ton/ano de sedimento, nos 1177,78 ha de área total. Com relação à preferência da paisagem a metodologia mostrou que a maioria das pessoas prefere paisagens com florestamento, concluindo-se, assim, a importância do DFC que, em sua essência, indica florestamentos para garantir infiltração de água, prevenção de episódios erosivos e, desta forma, garante paisagens naturais que são as mais atrativas para as pessoas.

Palavras-chave: Diagnóstico Físico Conservacionista, sub-microbacia hidrográfica, erosão, preferência da paisagem.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

MAINTENANCY PHYSICAL DIAGNOSIS AND ITS RELATION TO SEDIMENTATION AND LANDSCAPE PREFERENCES

AUTHOR: GISELE PATRICIA SCAPINI

ADVISOR: JOSÉ SALES MARIANO DA ROCHA

Date and place of defense: Santa Maria, June 28th 2006.

The use and occupation of land have been occurred in an inadequate form many times in watersheds. Deforestations, farmings and fields planted in inadequate areas, in absence of Maintenancy treatments and urbanization without planning had been considered serious problems that generate ambient conflicts. These take to the environmental deterioration, soil erosion and natural landscapes depreciation. The Maintenancy Physical Diagnosis (MPD) is the most important ambient diagnostic since it has immediate and complete application in watersheds. It consists essentially in comparing the current use and the capacity of land use, having as a sample the watershed. The capacity of land use is determined through the ruggedness coefficient, which is obtained from the watershed relief and draining density. This type of environmental evaluation considers a better environmental life quality through a rational use of the physical, agricultural and urban space, with the pattern of available technician-scientific knowledge. The objective of this work had been to elaborate the MPD of Ibicuí-Mirim river watershed, to evaluate the use of the land in accordance with its natural vocation, aiming to identify the estimate of sedimentation and nevertheless analyze the landscape perceptions and preferences of the watershed in agreement with its use, thus to present adequate prognostics to the handling of the studied area. Through the MPD the potential use had been determined, conflicts of the land use, areas to plant trees, availability or excess of agriculture, areas that will be handled and found a deterioration of 33,31% in the watershed area. A susceptible sediment amount in order to be produced, of 38.866,74t/ano in the sediment had been evidenced, in the 1177,78 ha of total area. In relation to the landscape preference the methodology had been showed that the majority of people prefer the native forests landscapes, concluding thus, the importance of the MPD that in its essence indicates forestations to guarantee water infiltration, prevention of erosive episodes and in this way it guarantees natural landscapes that are most attractive for people.

Keywords: Maintenancy Physical diagnosis, watersheds, erosion, landscape preference.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Localização da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí –Mirim/RS (Setor Sul).....	35
FIGURA 2 – Floresta Estacional Decidual encontrada na Sub-microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS: Foto, Scapini (2005).....	38
FIGURA 3 – Modelo Matemático de deterioração Físico Conservacionista/Valor mínimo (7) e valor máximo (70).....	56
FIGURA 4 - Entrevista realizada em 24 de março de 2006 na cidade de Santa Maria/RS, CIPAM, 2006.....	58
FIGURA 5 – Esquema mostrando como devem ser dispostas as fotografias pelos entrevistados.....	59
FIGURA 6 – Áreas das sub-microbacias da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	61
FIGURA 7 – Declividade média das sub-microbacias da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	61
FIGURA 8 – Densidade de drenagem nas sub-microbacias da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	62
FIGURA 9 – Coeficiente de rugosidade das sub-microbacias da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	63
FIGURA 10 – Distribuição da área por classe de uso da terra nas sub-microbacias hidrográficas da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul), segundo coeficiente de rugosidade (RN).....	63
FIGURA 11 – Utilização potencial da terra por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul), em função do RN e da declividade média.....	66
FIGURA 12 – Percentagem do uso potencial da terra por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul), em função do RN e da Declividade Média.....	66
FIGURA 13 – Uso da terra nas sub-microbacias hidrográficas da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	69
FIGURA 14 – Percentagem do uso da terra nas sub-microbacias hidrográficas da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	69

FIGURA 15 – Total de florestas por sub-microbacias hidrográficas da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	70
FIGURA 16 – Área de conflitos por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	71
FIGURA 17 – Áreas a florestar por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	71
FIGURA 18 – Excesso (+) ou disponibilidade (-) de área para a agricultura da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	72
FIGURA 19– Área a trabalhar por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	73
FIGURA 20 – Área deteriorada por Sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	73
FIGURA 21 – Percentagem de área deteriorada na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	74
FIGURA 22 – Modelo matemático de Deterioração Físico Conservacionista da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	74
FIGURA 23 - Quantidade de sedimento passível de sair da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	75
FIGURA 24 – Cluster para estabelecimento de classes e sub-classes de percepção e preferência da paisagem da Microbacia Hidrográfica do rio Ibicuí-Mirim/RS.....	77
FIGURA 25 - Preferências da paisagem (áreas florestadas) da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	78
FIGURA 26 - Divisão da área em 38 sub-microbacias hidrográficas do da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	92
FIGURA 27 – Mapa de Uso da terra das Sub-Microbacias Hidrográficas do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	92
FIGURA 28 - Mapa de conflitos ambientais das Sub-microbacias Hidrográficas do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	78
FIGURA 29 – Mapa com a delimitação das áreas de coleta de solo da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	92
Figura 30 - Fotos mostrando conflitos presentes na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS: Foto, Scapini (2006).....	92

FIGURA 31 – Modelo de questionário utilizado nos inquéritos de percepção e preferências da paisagem, da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul). CIPAM, (2006).....	93
FIGURA 32 - Fotografias utilizadas nos inquéritos de análise da percepção e preferências da paisagem, da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul). CIPAM, (2006).....	93

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Aptidão de uso das terras por sub-microbacia hidrográfica.....	50
QUADRO 2 – Uso da terra por sub-microbacia hidrográfica.....	51
QUADRO 3 – Quadro 3 – Conflitos, área a florestar, área a ser trabalhada, área deteriorada e prioridades por sub-microbacia.....	52
QUADRO 4 – Alternativas para o Diagnóstico Físico-Conservacionista	53
QUADRO 5 – Valores significativos para ponderação da Reta de Deterioração Físico Conservacionista.....	55
QUADRO 6 – Valores de P referentes a diferentes práticas conservacionistas.....	57
QUADRO 7 – Áreas das Sub-microbacias Hidrográficas do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	60
QUADRO 8 – Parâmetros físicos caracterizadores e uso potencial da terra das sub-microbacias hidrográficas da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul), ordenadas em função do uso potencial.....	64
QUADRO 9 – Utilização potencial da terra por sub-microbacia da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor sul), em função do RN e da Declividade Média.....	65
QUADRO 10 – Dados referentes às coletas de solo, quantidade de sedimento passível de ser produzido e florestamento compensatório nas sub-microbacias hidrográficas da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	75
QUADRO 11 – Quadro 11 - Aptidão do uso das terras por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	91
QUADRO 12 – Quadro 12 – Uso da terra por sub-microbacia hidrográfica da Microbacia do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	91
QUADRO 13 – Conflitos, área a florestar, área a ser trabalhada, área deteriorada e prioridades por sub-microbacia hidrográfica.....	91
QUADRO 14 – Valores significativos para ponderação da reta de Deterioração Físico Conservacionista da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	91
QUADRO 15 – Dados padronizados contendo todos os dados amostrados para a avaliação da preferência da paisagem na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	93
QUADRO 16 – Dados e percentagens provenientes das respostas dos 86 inquéritos de percepção e preferência da paisagem	93

QUADRO 17 – Dados padronizados contendo as divisões das sub-classes da preferência da paisagem.....	93
QUADRO 18 – Preferências da paisagem através dos inquéritos realizados nas sub-microbacias da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	93
QUADRO 19 – Análise da preferência da paisagem através dos inquéritos realizados na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	93

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CIPAM	Centro Internacional de Projetos Ambientais
CN	Curva de nível
D	Densidade de drenagem
DFC	Diagnóstico Físico Conservacionista
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
GPS	Global Position System
H	Declividade média da Bacia Hidrográfica
ha	Hectare
hm	Hectômetro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Km	Quilômetros
m	Metros
MUSLE	Equação Universal de Perda de Solo Modificada
ph	Potencial hidrogeniônico
R,C,T	Ravinas, Canais e Tributários
RN	<i>Ruggdeness number</i> (Coeficiente de rugosidade)
SMBH	Sub-microbacia Hidrográfica
SAD	Datum do Sul da América
SITER	Sistema de Informações Territoriais
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
USLE	Equação Universal de Perda de Solo
UTM	Sistema de coordenadas - Projeção Universal Transversa de Mercator
www	World Wide Web

SUMÁRIO

RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	
LISTA DE QUADROS.....	
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1 Os recursos naturais.....	19
3.2 A Bacia hidrográfica como unidade de planejamento.....	19
3.3 Uso da terra em função da capacidade e qualidades potenciais, bem como sua relação com valor florestal.....	22
3.4 Conflitos e Coeficiente de Rugosidade.....	23
3.5 Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC).....	25
3.6 Fotografia Aérea e Fotointerpretação.....	26
3.7 Representação do uso da terra através de mapas.....	28
3.8 Erosão e processos erosivos que levam a sedimentação.....	28
3.9 Transporte e deposição de sedimentos em relação ao manejo de bacias hidrográficas.....	29
3.10 Importância da vegetação nos processos de erosão.....	30
3.11 Equação Universal de Perda de Solo Modifica – MUSLE.....	31
3.12 Análise de Percepções e Preferências das Paisagens Naturais.....	33
3.12.1 Preferências da paisagem.....	33
3.12.1.1 Percepção e preferência na topografia da paisagem através dos entrevistados.....	34
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
4.1 Caracterização geral da área.....	35
4.1.1 Localização.....	35
4.1.2 Formação do Rio Ibicuí-Mirim/RS.....	36
4.1.3 Características Fisiográficas.....	36
4.1.4 Características Climáticas.....	37
4.1.5 Características da Vegetação.....	37
4.1.6 Características Pedológicas.....	38

4.2 Material	39
4.2.1 Material cartográfico e aerofotogramas.....	39
4.2.2 Equipamentos, utensílios e programas utilizados.....	39
4.3 Métodos	39
4.3.1 Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC).....	39
4.3.1.1. Delimitação da sub-microbacia hidrográfica e suas subdivisões.....	40
4.3.1.2. Determinação dos parâmetros físicos.....	41
4.3.1.3. Densidade de drenagem das sub-microbacias hidrográficas.....	41
4.3.1.4. Declividade média das sub-microbacias hidrográficas.....	42
4.3.1.5. Coeficiente de rugosidade (<i>Ruggdeness number</i>).....	42
4.3.1.6 Uso potencial.....	43
4.3.1.7. Interpretação das fotografias aéreas	44
4.3.1.8. Uso da terra.....	44
4.3.1.9. Reambulação (trabalhos de campo).....	44
4.3.1.10. Tabulação dos dados.....	44
4.3.1.11. Estudo dos Conflitos.....	46
4.3.1.12 Florestamentos.....	46
4.3.1.13 Excesso (+) ou disponibilidade (-) agrícola.....	47
4.3.1.14 Áreas a serem trabalhadas.....	48
4.3.1.15 Deterioração das sub-microbacias hidrográficas.....	49
4.3.1.16 Diagnóstico Físico-Conservacionista – Códigos e critérios de estratificação.....	53
4.3.1.16.1 Infra-estrutura metodológica.....	55
4.3.1.16.1 Códigos e critérios de estratificação.....	55
4.3.1.17 Cálculo da reta de deterioração físico conservacionista.....	55
4.4 Metodologia para o desenvolvimento da MUSLE.....	56
4.4.1 Amostragem granulométrica dos solos.....	56
4.4.2. Aplicação da Equação Universal de Perda de Solos Modificada – MUSLE.....	56
4.4.3 Determinação da vazão de pico, volume de escoamento e dos fatores K, LS, C e P.....	57
4.5 Avaliações da Percepção e Preferência da Paisagem	58
4.5.1 Amostragem por inquéritos.....	58
4.5.2 Análise da percepção e preferência da paisagem.....	59
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1 Diagnóstico Físico Conservacionista.....	60

5.1.1 Caracterização física e uso potencial da terra.....	60
5.1.2 Uso da terra nas sub-microbacias hidrográficas.....	66
5.1.2.1 Áreas agrícolas.....	67
5.1.2.2 Áreas de campo nativo.....	67
5.1.2.3 Áreas com urbanização.....	67
5.1.2.4 Áreas de solo exposto susceptível à erosão.....	68
5.1.2.5 Áreas com banhados e açudes.....	68
5.1.2.6 Áreas florestais.....	68
5.1.2.7 Conflitos existentes nas sub-microbacias hidrográficas.....	70
5.1.2.8 Área a florestar (para minimizar os conflitos e os processos de sedimentação).....	71
5.1.2.9 Excesso (+)ou disponibilidade (-) de área para a agricultura.....	72
5.1.2.10 Área a ser trabalhada para o manejo correto da Sub-microbacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	72
5.1.2.11 Área deteriorada e grau de deterioração da Sub-microbacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).....	73
5.1.2.12 Modelo matemático para reta de Deterioração Físico Conservacionista.....	74
5.2 Estimativa de produção de sedimentos – quantidade passível de ser produzido.....	75
5.3 Análise da Percepção e Preferência em Paisagem Natural.....	77
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	79
6.1 Conclusões.....	79
6.2 Sugestões e recomendações.....	80
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	82
8. ANEXOS.....	90
ANEXO A.....	91
Quadros do Diagnóstico Físico Conservacionista.....	91
ANEXO B.....	92
Mapas e fotografias do Diagnóstico Físico Conservacionista.....	92
ANEXO C.....	93
Quadros e fotografias das avaliações da Percepção e Preferências da Paisagem.....	93

1. INTRODUÇÃO

A deterioração desenfreada dos recursos naturais renováveis, nos dias atuais, é um processo que deve ser analisado e contido com eficiência e rapidez. Metodologias devem ser estudadas e desenvolvidas para servirem como instrumento nos trabalhos de conservação, pois qualquer interferência na natureza necessita de estudos que levem a um diagnóstico, a um conhecimento do quadro ambiental onde se vai atuar já que não se pode evitar a expansão da ocupação dos espaços e a necessidade de ampliação do uso dos recursos naturais.

A Bacia Hidrográfica é reconhecida mundialmente como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais, por ela ser uma unidade de planejamento ambiental, que possui um papel integrador. Por sua vez, as bacias podem ser subdivididas em sub-bacia, microbacia e sub-microbacia e estas têm mostrado grande eficiência em trabalhos de campo. Nesse contexto, infere-se a importância do Manejo Integrado das Bacias Hidrográficas, especialmente com relação aos florestamentos onde se busca a infiltração das águas no solo e a despoluição do ar.

A ocupação das Bacias Hidrográficas tem ocorrido de forma inadequada, tendo, como grande consequência, a deterioração da ambiência, erosão do solo, compactação, assoreamentos, perda do *habitat* natural, desperdício dos recursos florestais, poluição e destruição. Em contrapartida este cenário é um projeto de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas tendo como ponto de partida o estudo das características físicas e de ocupação dos espaços que a constituem.

Dessa forma, encontrou-se, no Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC), a melhor ferramenta para o desenvolvimento de uma metodologia que leve ao diagnóstico da situação real dos recursos naturais numa Bacia Hidrográfica. O DFC deve ser o primeiro diagnóstico a ser elaborado no Manejo de Bacias, pois nele são usadas técnicas de quantificação de retenção de águas das chuvas por infiltração, associadas a vários fatores, e, ainda, por objetivar a determinação potencial de deterioração ambiental.

Existem várias metodologias para se obter um DFC, as quais consistem basicamente em analisar o uso atual e a capacidade de uso das terras de uma unidade de área, tendo como unidade de trabalho a Microbacia. A capacidade de uso da terra é determinada por meio do coeficiente de rugosidade, o qual é obtido a partir da declividade e da densidade de drenagem do local de estudo. Dessa forma, o DFC é o mais importante dos diagnósticos ambientais, uma vez que tem aplicação imediata e completa em Bacias Hidrográficas.

A eficácia proposta pelo DFC é determinada pelo seu principal objetivo, que se constitui em alcançar melhor qualidade de vida ambiental. Para isso, é recomendado utilizar o espaço físico urbano e rural de forma racional, com padrões de conhecimento técnico e científico disponíveis, possibilitar maior produtividade e diversidade numa área ao longo do tempo e restringir ao mínimo a influência antrópica sobre os processos naturais.

Além disso, um dos grandes enfoques do DFC diz respeito à cobertura florestal mínima por microbacia, que, segundo a FAO é de 25%. Nesse sentido, o valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido.

O Estado do Rio Grande do Sul, como vários outros Estados brasileiros, enfrenta uma série de problemas ambientais, dentre os quais podem ser citados: o alto grau de erosão e compactação dos solos, destruição desordenada das matas nativas e o assoreamento dos canais fluviais. Nesse sentido, os estudos locais são de grande importância, pois permitem um maior detalhamento e análise dos parâmetros envolvidos, já que alterações em propriedades do solo por causa do manejo, principalmente em termos físicos e suas conseqüências na conservação da ambiência e da capacidade de produção, têm sido objeto de pesquisa há bastante tempo.

Sabendo-se, então, que a produção e o transporte de sedimentos são processos deteriorantes diretamente relacionados ao uso do solo em Bacias Hidrográficas (apesar de serem processos naturais) e que esses processos têm sido acelerados de acordo com o tipo de exploração exercida sobre o solo, é nítida a alteração das características físicas do regime de escoamento nas Bacias Hidrográficas bem como as alterações que ocorrem na paisagem.

Portanto, faz-se necessário investigar como as pessoas se portam perante os diferentes usos da terra e se elas têm preferências definidas pelas paisagens naturais nas bacias hidrográficas, com a utilização de metodologias capazes de demonstrar a Avaliação da Percepção e Preferência da Paisagem. Assim, podem ser tiradas conclusões que auxiliem na conscientização do homem, com relação ao seu papel na manutenção e/ou recuperação do equilíbrio ambiental, fato imprescindível nos dias atuais.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral classificar, em nível de reconhecimento, as sub-microbacias hidrográficas de parte das nascentes (Setor Sul) do Rio Ibicuí-Mirim/Itaara/RS/Brasil, elaborando-se o Diagnóstico Físico Conservacionista para avaliar o uso da terra de acordo com sua vocação natural, a fim de identificar a estimativa de sedimentação e analisar as percepções e preferências da paisagem conforme o uso da terra nas sub-microbacias, para, após, serem apresentados prognósticos adequados ao manejo da área estudada.

Como objetivos específicos desta pesquisa, tem-se:

- Determinar a aptidão para uso da terra, levantando os problemas de seu uso resultante da ação antrópica;
- Estimar a quantidade passível de saída de sedimentos das sub-microbacias hidrográficas em estudo por meio da Equação Universal de Perda de Solos Modificada (MUSLE);
- Avaliar a preferência da paisagem nas sub-microbacias hidrográficas;
- Identificar e caracterizar parâmetros deteriorantes da ambiência;
- Sugerir, em locais aptos e necessários, a criação de florestas para fins múltiplos: a) econômicas, especificamente para produção de madeira; b) energéticas, para produção de energia; e principalmente c) florestas ecológicas, proporcionando a infiltração de água e preservando nascentes e mananciais;
- Sugerir prognósticos que mitiguem e compensem os casos de deterioração.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Os recursos naturais

A sobrevivência humana depende da exploração dos recursos naturais da Terra, tornando-se necessário conhecer e reconhecer os efeitos da exploração dos recursos naturais no ambiente não só para impedir a poluição, o que é impossível, mas também para se tomar consciência das formas de exploração que conduzam à minimização dos impactos ambientais (MATOS, 2001).

A deterioração da capacidade assimilativa dos ecossistemas e da capacidade de regeneração dos recursos naturais, a taxas compatíveis com o desgaste imposto pelas atividades econômicas do homem, vem mostrando uma revisão profunda do tipo de relação que este mantém com a natureza (MARGULIS, 1990).

3.2 A Bacia hidrográfica como unidade de planejamento

A bacia hidrográfica foi determinada como unidade territorial para planejamentos na Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (GOVERNO FEDERAL, 2005).

Segundo Rocha e Kurtz (2001), a Bacia hidrográfica é uma área que drena as águas de chuvas, por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída que deságua diretamente no mar ou num lago. As bacias hidrográficas não têm dimensões superficiais definidas, caracterizando-se como uma área de terras drenadas por determinado curso d'água e limitada perifericamente pelo divisor de água.

Conforme os mesmos autores, entende-se por sub-bacia hidrográfica, a área que drena a água das chuvas diretamente a um rio, cuja área está compreendida no intervalo de 20.000 a 300.000 ha. Da mesma forma há necessidade de definir subdivisões em microbacias ou sub-microbacias hidrográficas para facilitar os estudos (cuja área é inferior a 20.000 ha). Porém, os limites deste intervalo são meramente operacionais e válidos para a região sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina (ROCHA, 1991).

Considera-se que uma equipe de campo trabalhando em planejamento integrado de bacias hidrográficas consegue atuar numa área máxima de 20.000 ha, razão pela qual este valor constitui o limite inferior acima referido.

Para Flores e Nascimento (1994), a microbacia constitui a célula de um programa integrado, cujas ações devem contemplar interesses e necessidades das comunidades nela inseridas, em termos de melhoria da produtividade, da renda e do bem-estar, ao lado da imprescindível conservação do meio ambiente e da preservação dos recursos naturais não renováveis. Colaborando com isso, Ataides (2001) menciona que o estudo de pequenas bacias hidrográficas é muito importante para a obtenção de informações mais realistas da estratificação de ambientes e Tucci (1993) diz que a tendência atual envolve desenvolvimento sustentado de bacia hidrográfica, que implica o aproveitamento racional dos recursos, com o mínimo dano ao ambiente.

O conceito de bacia hidrográfica pode ajudar a colocar em perspectiva muitos problemas e conflitos ambientais cuja resolução necessita de uma abordagem integrada (GARCIA, 2001).

Segundo Soares *apud* Moraes (1997), o sistema de monitoramento de bacias hidrográficas permite uma avaliação contínua e eficiente do complexo ambiental e ainda, funciona como um instrumento útil para a administração e tomada de decisões sobre o ambiente, uma vez que, está baseado em fatores ecológicos mutáveis.

Após a obtenção de dados oriundos da bacia, esses são, segundo Tucci (1993), analisados e as unidades de amostra são classificadas de acordo com a deficiência ecológica que apresentam para se ter uma idéia tanto do estado atual da bacia como um todo, como das parcelas em separado. Assim, fica fácil definir as decisões mais urgentes a serem tomadas em cada parcela, evitando-se um desequilíbrio catastrófico para a área abrangida pela bacia hidrográfica.

Com isso, torna-se necessário estabelecer determinadas relações ou parâmetros para cada bacia hidrográfica, pois advém do fato de que cada uma delas se constitui em um sistema de comportamento próprio e características específicas de seus componentes e processos como distribuição dos tipos de solo, relevo, vegetação, fauna, clima, uso da terra, etc., que exercem influência decisiva no fenômeno erosão e na maior ou menor taxa de deterioração de todo o sistema (BASSI, 1990). Considerando que todos os recursos são interdependentes e, portanto, devem ser estudados em conjunto, (DILL, 2002) destaca que a proteção e a recuperação das bacias hidrográficas são ações que devem merecer maior atenção na conservação dos recursos naturais, e que o objetivo de manejar uma bacia hidrográfica vem a ser a conjugação dos problemas do uso da terra e da água.

Neste caso, Barroso (1987) recomenda, para o manejo de bacias hidrográficas, com referência ao controle da agricultura, pecuária e reflorestamento, o método da capacidade de uso da terra e o coeficiente de rugosidade, analisando seus conflitos com o uso da terra.

Os ordenamentos ambientais integrais de uma microbacia hidrográfica e o conhecimento do uso da terra são pré-requisitos importantes. Este último, ao ser representado de forma cartográfica, transforma-se em material indispensável para a definição do grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual, do grau de deterioração da cobertura vegetal original e do uso racional da terra, auxiliando também na definição de aptidão do uso agrícola (BELTRAME, 1991).

Bassi (1990) faz a ressalva de que, utilizando-se a bacia hidrográfica como unidade experimental, os processos de erosão e/ou conservação podem ser vistos de uma forma não isolada, mas fazendo parte de um sistema. Esse enfoque tem se demonstrado adequado ao desenvolvimento da unidade comunitária “bacia hidrográfica”, tanto no aspecto social quanto no econômico.

Nesse caso, o conceito de bacia hidrográfica deve incluir a noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas divisórias de água sob o efeito de agentes erosivos (CASAGRANDE, 2004).

Uma síntese é apresentada por Rocha (1997), no qual mostra que um projeto de planejamento integrado de bacias hidrográficas é uma proposta educativa e corretiva para recuperar o meio ambiente deteriorado, sugerindo as melhores alternativas para a proteção e conservação da natureza, melhorando substancialmente a qualidade de vida do homem e da sociedade, permitindo o uso científico contínuo dos recursos naturais.

Segundo o mesmo autor para haver recuperação sin ecológica entre os indivíduos da bacia, se faz necessário um manuseio correto e planejado. Um plano de manuseio de bacias hidrográficas abrange três etapas:

- Recuperação: Torna-se necessário o emprego de diversas técnicas de manuseio para a recuperação de áreas já deterioradas.
- Proteção: Áreas que não tenham sido materialmente alteradas pela atividade do homem devem receber proteção para que permaneçam no seu estado natural.
- Melhoramento do regime hidrológico: Requer o uso de técnicas como o manuseio de áreas florestais, de campo e de cultivos, garantindo o potencial hidrológico da região.

3.3 Uso da terra em função da capacidade e qualidade potencial, bem como sua relação com valor florestal

A necessidade de estudos sistemáticos em microbacias ou sub-microbacias hidrográficas, objetivando o conhecimento das relações e das funções internas que mantêm estes ecossistemas, está ligada à busca de informações que possibilitem o estabelecimento de um planejamento adequado de uso da terra (RANZINI e LIMA, 2002).

Para Dill (2002), o conhecimento do uso da terra de uma determinada bacia hidrográfica torna-se importante por permitir confrontar este uso com diversos outros fatores que medem a real capacidade de uso da terra, e os levantamentos de uso da terra são importantes porque os efeitos de seu uso desordenado causam perturbações no meio ambiente. Deste modo, há necessidade de atualização constante dos registros do uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas.

O levantamento de uso da terra numa determinada região tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização de espaço. Qualquer que seja a aparência ou característica do uso da terra, raramente elas permanecem inalteráveis. Desse modo, há necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que as possíveis tendências possam ser avaliadas. As informações atualizadas sobre o uso da terra e a sua distribuição são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais, e há necessidade sempre crescente de atualização constante dos registros do uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas (LOCH, 1984).

Rocha (1978) mostra que a classificação geral da capacidade de uso da terra objetiva estabelecer bases para a formulação de planos e recomendações com respeito às melhores relações entre o homem e a terra. Esse relacionamento se dá no sentido de que devem ser considerados todas as limitações de uso da terra, com todos os seus problemas e não apenas alguns deles. O levantamento de uso da terra consiste em mapear e avaliar qualitativa e quantitativamente tudo o que existe sobre a litosfera. Com esse tipo de levantamento, pode-se conhecer a deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras.

Uma vez levantados sumariamente os fatores que tem maior influência sobre o uso da terra, ou seja, a natureza do solo, declividade, erosão, drenagem, irrigabilidade, clima, estradas, o uso atual e outros, serão os mesmos devidamente interpretados e pesados em conjunto para a determinação e separação das classes de capacidade de uso (ROCHA, 1977).

Os registros de uso da terra e sua distribuição devem ser atualizados constantemente, pois essas informações são essenciais para o manejo eficiente dos recursos agrícolas e florestais,

oportunizando que as suas tendências possam ser analisadas e que um uso desordenado dos espaços não resulte em deterioração ambiental (INPE, 1980).

Conforme Teixeira (2005), a retirada da vegetação de um determinado lugar, além de modificar a paisagem, contribui também para o empobrecimento do solo, pois esse fica sujeito à erosão. Além disso, os animais perdem seu local de refúgio. A falta de cobertura florestal também acresce a capacidade de arraste e transporte material, pois existe um aumento da quantidade e velocidade do escoamento superficial. A desagregação dos colóides, pela ação das chuvas, e a diminuição da rugosidade da paisagem, faz com que a ação do escoamento superficial, nas encostas e nos leitos dos cursos de água, desequilibre os processos erosivos naturais das bacias hidrográficas. Este desequilíbrio leva ao empobrecimento dos solos em geral.

Nas florestas, a maior parte da água fica retida nas folhas, isto é benéfico na medida em que reduz a velocidade das gotas da água, minimizando o impacto desta no solo. A retirada da cobertura vegetal natural faz crescer o escoamento superficial (TEIXEIRA, 2005).

Para FAO (2005) o valor da floresta como regulador das nascentes e do controle da erosão é bem conhecido. Sua função hidrológica, entretanto, não é a mesma em todos os tipos de topografia; nos terrenos planos, o efeito da cobertura florestal no controle das enchentes não é tão pronunciado como nos terrenos montanhosos.

De acordo com o mesmo órgão, muitos países têm estabelecido espaços protegidos para garantir a conservação de ecossistemas. A gestão das florestas de moro em bacias hidrográficas e zonas de captação vulneráveis, tem como finalidade a conservação do solo e da água e ainda, o controle da erosão e sedimentação para reduzir as inundações e regular o fluxo da água.

3.4 Conflitos e Coeficiente de Rugosidade

Os conflitos ambientais são os erros cometidos pelo homem ao usar o meio ambiente, como, por exemplo: fazer cultivos agrícolas em solos impróprios, lançar dejetos diversos diretamente nos rios e lagos. Os conflitos são detectados por diagnósticos e corrigidos pelas recomendações dos prognósticos (ROCHA, 2001).

Segundo Martins (2004), levantando características da área de estudo e relacionando-as ao ambiente físico é possível confrontá-las com o uso atual da terra para identificação de possíveis áreas de conflito ambiental.

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

Klampt et al. *apud* Dill (2002), ao estudar a bacia hidrográfica do Arroio Cascalho, Portão (RS), observou que o estudo do conflito de uso de solos nessa bacia indicou que 67% da sua área é sub-utilizada, pois apresenta aptidão para culturas anuais e está sendo usada com florestamento; 19% é utilizada de acordo com a aptidão de uso e 8,4% superutilizada, chegando-se a extremos da utilização com culturas anuais de áreas cuja aptidão é preservação permanente.

O coeficiente de rugosidade (*Ruggdeness Number – RN*) é o coeficiente que direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para A (terras agrícolas), B (terras pastoris), C (terras pastoris e florestais) e D (terras florestais). Sendo os menores valores de RN correspondentes, naturalmente, às terras agrícolas. Esse coeficiente constitui um índice obtido pelo produto do valor de Densidade de Drenagem pelo Declive Médio da unidade de estudo, que, em geral, é a microbacia. Quanto maior for esse valor, maior será o perigo de erosão e de suas danosas e contínuas conseqüências (ROCHA, 1991). O RN é também um dado importante para a vazão superficial de um terreno, pois quanto maior o seu valor, mais propício é o terreno à erosão (ROCHA, 1976) e Pereira Filho (1986) também menciona isto e ainda acrescenta que existe uma alta correlação entre o RN e a capacidade de uso da terra ao nível de 0,5% de erro.

Segundo Mello Filho (1994), o coeficiente de rugosidade é o parâmetro que direciona o uso potencial das terras. Quando a prática de uso da terra, encontrada no campo, contraria a destinação recomendada a partir do coeficiente de rugosidade, fica configurado o conflito. As áreas de conflito produzem maiores danos ambientais e gera menor produtividade.

Pissarra et al. (2004), assim como os autores anteriormente mencionados, ratificam que o risco de deterioração ambiental em bacias hidrográficas pode ser estimado pelo coeficiente de rugosidade. Comparando resultados de RN em seus estudos, determinaram classes de risco de deterioração resultando no uso potencial do solo para a agricultura, pecuária ou reflorestamento e observaram que quanto maior RN, maior será o risco de deterioração na microbacia.

3.5 Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC)

As atividades antrópicas, quando desenvolvidas desordenadamente, sem considerar aspectos conservacionistas, acarretam a deterioração dos ecossistemas (VALCARCEL e SILVA, 1997).

Cada vez mais, sente-se necessidade de estudos e planejamentos do ambiente, que sejam abrangentes e capazes de avaliar a deterioração crescente dos recursos naturais renováveis no Brasil. A bacia hidrográfica é reconhecida mundialmente como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais. Assim, uma metodologia para o diagnóstico da situação real dos recursos naturais, numa bacia, passa a ser um instrumento necessário para a preservação e gerenciamento destes recursos (FERRETTI, 2001).

Conforme Kurtz (2003), o Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC) deve ser sempre o primeiro a ser elaborado em uma bacia hidrográfica, devido a sua primordial importância. Nele são usadas técnicas de quantificação de retenção de águas das chuvas por infiltração, associada a vários fatores correlatos, tais como: limpeza de canais e tributários, seleção de terras apropriadas para o florestamento (com relação ao Coeficiente de Rugosidade), faixas de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, todos os processos de conservação do solo, entre outros (são feitos planejamentos para cada caso). Os benefícios obtidos são direcionados a toda a população residente nas áreas estudadas, bem como a toda a fauna, a flora, ao solo e aos recursos hídricos.

O método do DFC visa reter as águas pluviais na microbacia hidrográfica e, assim, minimizar os processos de erosão, efeitos de secas e enchentes. Para isso, é necessário dividir a bacia ou sub-bacia em microbacias ou sub-microbacias homogêneas em áreas e padrão de drenagem. Em cada microbacia, levanta-se o coeficiente de rugosidade, determinando-se a aptidão das terras para a agricultura, campo, florestamentos e demais usos. Em tabelas apropriadas, analisam-se os conflitos entre o uso da terra x RN e calculam-se, para cada microbacia hidrográfica, as áreas a serem trabalhadas para a correção dos conflitos. Por isso, recomendam-se florestamentos para cada microbacia até atingir a cobertura mínima de 25%. Este método determina o grau de deterioração de cada microbacia hidrográfica, do total da sub-bacia e representa a sistemática de correção da deterioração (ROCHA, 1990).

O Diagnóstico Físico Conservacionista, como real indicador do estado de deterioração de uma bacia hidrográfica, apresenta resultados qualitativos que são transformados em quantitativos, espacializando as áreas mais críticas, atendendo à demanda do planejamento ambiental. O estado ambiental da bacia, identificado após aplicação do DFC, constitui um

subsídio básico para programas de extensão rural e/ou projetos que visem à recuperação ambiental da área, pois fornece indicativos para a racionalização do uso e manejo dos recursos (FERRETTI, 2003).

Garcia (2001), conclui que o DFC visa, genericamente, contribuir para a utilização racional e sustentável dos recursos naturais renováveis através do estudo das características físicas da terra, do diagnóstico da situação atual em termos de ocupação do solo e da formulação de medidas capazes de corrigir ou mitigar eventuais desequilíbrios ambientais existentes entre a utilização atual e a utilização potencial. A informação fornecida por este diagnóstico permite a formulação de medidas e o recolhimento de informações pertinentes ao controle da erosão e de cheias, à prevenção contra secas, ao controle das atividades agrícolas e pecuárias e ao planejamento e localização espacial das ações de florestamento.

3.6 Fotografia Aérea e Fotointerpretação

É importante destacar a função que desempenha a fotografia aérea na execução de levantamentos dos recursos naturais. Esta importância deve-se à soma de informações que oferece, as quais são de extrema valia, sendo um instrumento capaz de representar forma e arranjo espacial dos temas interpretados, destacando que o mapeamento do uso da terra é a mais importante aplicação das fotografias aéreas (BARACUHY, 2001).

De acordo com Rocha (1995), cada alvo ou tema interpretado, num aerofotograma, por milhares que sejam, têm feição própria: a água, as florestas, os cultivos agrícolas, as estradas, os solos, entre outros. Cada um tem a sua cor, a sua textura e a sua tonalidade.

Convenientemente usadas, as fotografias aéreas podem fornecer maior parte da informação desejada nos trabalhos de conservação e de manejo dos recursos naturais que requerem um minucioso conhecimento do terreno. Podem também servir como mapas, nos quais se registra a informação, extraída de imagens fotográficas, ou obtidas por outros métodos. O uso adequado e eficiente de fotografias aéreas pode aumentar materialmente o rendimento e a eficiência das operações de planejamento agrícola, planejamento das bacias de drenagem, mapeamento de solos, manejo e uso de florestas, pesquisa geológica ou qualquer outra fase técnica do trabalho de conservação (TOSTES, 2004).

Para Carver (1988), os dados físicos das fotografias deverão incluir:

– Drenagem: inclui todas as depressões naturais, desde grandes rios até pequenos cursos de água e terras baixas para onde a água fluirá durante a estação chuvosa;

- Divisores de água: são os pontos mais altos do terreno, de onde a água fluirá para duas regiões de drenagem separadas;
- Áreas não aráveis: terras que sob condições normais apresentam impedimentos superficiais, tais como solos com pouca profundidade, encostas íngremes, humidade e pedregosidade.

Uma montagem de fotografias individuais ajustadas em conjunto sistematicamente para formar uma visão composta de uma área inteira coberta por fotografias foi conceituada por Lueder (1959) como mosaico. O mosaico dá a aparência de uma fotografia simples produzindo um completo documento da área fotografada.

Conforme Pissarra et al. (2004) o emprego de fotografias aéreas tem sido de grande valor, principalmente pela redução do tempo e de custos financeiros do trabalho de campo. A fotointerpretação da paisagem terrestre indica os elementos ligados à topografia e solo, os quais podem ser avaliados no âmbito da bacia hidrográfica por suas características morfométricas.

A fotointerpretação consiste em identificar as características de áreas e objetos, determinando seu significado, através das imagens representadas nas fotos aéreas (TOSTES, 2004).

De acordo com Rocha *apud* Morais (1997), uma fotografia aérea pode fornecer boas informações ao fotointérprete quando estudada simplesmente á vista desarmada e sem percepção de terceira dimensão. Todavia, quando se associam pares de fotografias aéreas (pares estereoscópicos) para se fazer a fotointerpretação, obtêm-se melhores resultados, principalmente em regiões com acentuado movimento de terras (regiões acidentadas).

Para Morais (1997) a necessidade de obtenção de informações e elementos que possibilitem o planejamento ambiental e físico-territorial, em nível municipal e micro-regional, encontra no uso de ferramentas já tradicionais como a fotointerpretação e de outras mais recentes, como a interpretação de imagens orbitais, meios eficientes para se obter as informações e gerar os conhecimentos que possibilitaram uma gestão mais adequada aos recursos tão generosamente disponíveis e um confronto dos problemas ambientais de forma mais eficaz.

Sumariamente Rocha (1995), define que o estudo dos aerofotogramas representa uma combinação técnica, aparentemente complicada, de processos, começando com a obtenção e o estudo dos dados iniciais e terminando com o processamento e interpretação das imagens produzidas, até à elaboração dos mapas temáticos desejados. Esses mapas terão diversos usos, de acordo com os objetivos dos respectivos projetos que deram origem a eles.

3.7 Representação do uso da terra através de mapas

De acordo com Beltrame (1991), no planejamento integral de uma bacia hidrográfica, o conhecimento do uso atual da terra é um pré-requisito importante. Este, ao ser representado de forma cartográfica, transforma-se em material indispensável para a definição do grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual de deterioração da cobertura vegetal original, do uso racional da terra, auxiliando também na definição de aptidão do uso agrícola.

Segundo Morais (1997), os mapeamentos são técnicas que possibilitam a representação cartográfica da distribuição espacial dos elementos e dos seus atributos, sendo instrumentos básicos na análise descritiva morfológica.

O mapa de uso da terra tem o objetivo de mostrar a distribuição espacial e quantificação das áreas de temas de uso da terra, tais como: áreas florestais, campo ou campos nativos, áreas agrícolas, localidades urbanizadas, estradas, rede de drenagem, afloramentos rochosos entre outros temas de expressão possíveis de serem detectados sobre as imagens. Esse é um dos mapas indispensáveis ao planejamento físico, pois é um dos melhores indicativos das propriedades do solo e possibilita um manejo eficiente dos recursos naturais renováveis (MADRUGA, 2005).

3.8 Erosão e processos erosivos que levam a sedimentação

A erosão é um conjunto de processos, segundo os quais o material terroso ou rochoso é desgastado e movido de algum lugar da superfície da terra, alterando-a localmente com diferentes taxas de mudanças. Considerando-se grandes períodos de tempo geológico, pode-se dizer que essas mudanças se operam lenta e continuamente. Desse modo, a erosão inclui o intemperismo, o transporte e a deposição de sedimentos (CASAGRANDE, 2004).

Fernandes (2003) diz que não se deve esquecer que o homem, por meio das suas mais variadas atividades, pode causar o desequilíbrio de um sistema natural levando à erosão acelerada e que os impactos ambientais advindos dessa erosão são encontrados tanto nas áreas erodidas, como naquelas à jusante do processo erosivo, na forma de assoreamento de cursos d'água.

Conforme INPE (2005), é possível afirmar que o risco de erosão qualifica o potencial erosivo por regiões, localização e tipo de uso da terra, refletindo os efeitos combinados de erodibilidade e erosividade.

Erodibilidade é a susceptibilidade (propriedade) do material aos agentes erosivos. Areia é mais susceptível que silte e silte mais que argila. Diferentes condições de umidade e compactação do solo mudam a sua erodibilidade. Durante a infiltração, a erodibilidade diminui, mas em casos de saturação e formação de minas (“exfiltração”), a erodibilidade aumenta (por exemplo, a formação de pequenas galerias em encostas). Erosividade é uma propriedade do agente erosivo (chuva, vento, neve). Velocidades elevadas aumentam a erosividade, assim como o tipo e quantidade de material em suspensão. Gotas de chuva são mais erosivas que a água em movimento sobre a superfície (INPE, 2005).

Para Fernandes (2003), campo deteriorado também facilita a erosão. Alguns elementos – como as trilhas, especialmente as de gado – contribuem para a geração de sulcos erosivos. A criação de gado é uma prática que contribui muito para o agravamento dos fenômenos erosivos, uma vez que os animais além de exterminarem alguns espécimes vegetais, pelo constante “pisoteio”, geram trilhas nas encostas que servem de canais de escoamento para as águas pluviais.

Corroborando com isso, Branco (1998) citam que nas áreas agrícolas a erosão remove a camada superficial do solo, reduzindo a produtividade e dessa forma transportando sedimentos para os cursos d’água, prejudicando a qualidade das águas superficiais, além de servir como veículo para poluentes.

Assim, INPE (2005) conceitua a sedimentação como sendo o processo pelo qual o material em suspensão é depositado. Partículas maiores viajam distâncias curtas e partículas menores vão mais longe. Partículas finas de argila viajam até o próximo corpo d’água parada, onde pode formar uma camada uniforme no fundo.

3.9 Transporte e deposição de sedimentos em relação ao manejo de bacias hidrográficas

Os processos hidrológicos afetam a erosão do solo, o transporte de sedimentos erodidos, a deposição de sedimentos e as características físicas, químicas e biológicas que, coletivamente, determinam, em parte, a qualidade das águas, superficiais e subterrâneas. Os sedimentos são, provavelmente, o mais significativo de todos os poluentes em termos de sua concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes (MACHADO e VETTORAZZI, 2003).

De acordo com os mesmos autores, a estimativa da erosão através de sedimentos é essencial para determinar as práticas adequadas de conservação do solo e é útil para determinar impactos antes mesmo da adoção de determinada cultura ou prática agrícola.

O monitoramento das perdas de solo na bacia permite inferir sobre a eficiência de práticas conservacionistas frente às adversidades climáticas, topográficas e pedológicas (MINELLA, 2004).

O conhecimento do uso da terra de uma bacia hidrográfica torna-se importante na medida em que permite confrontar este uso com diversos fatores que medem a real capacidade de uso de suas terras. (DILL, 2002).

3.11 Importância da vegetação nos processos de erosão

Como já visto, o efeito do uso da terra sobre os solos pode se dar de acordo com a porcentagem da cobertura vegetal. Em áreas com alta densidade de cobertura vegetal, o *runoff* (escoamento superficial) e a erosão ocorrem em taxas especialmente baixas, particularmente se houver uma cobertura de serapilheira, que é constituída de camada de folhas e galhos cobrindo o solo (EVANS, 1980).

Para Schroeder (1993), a perda da cobertura florestal também aumenta a quantidade e a velocidade do escoamento superficial com um conseqüente aumento da capacidade de arraste e transporte de matéria. A desagregação de colóides pela ação das chuvas e a diminuição da rugosidade da paisagem fazem com que a ação do escoamento superficial, nas encostas e nos leitos dos cursos de água, desequilibre os processos erosivos naturais das bacias hidrográficas. Este desequilíbrio determina, por seu turno, a diminuição da área agricultável e o empobrecimento dos solos em geral. Reichart (1985) diz ainda que a presença de floresta aumenta a condutividade hidráulica da superfície do solo. Esse fator dá a floresta o caráter regulador da bacia, muitas vezes atuando como filtro.

Garcia (2001) menciona que as áreas cobertas com florestas nativas reduzem os riscos de erosão. As florestas plantadas que recebem manejo adequado funcionam no sentido de reduzir danos. Áreas cobertas com culturas anuais e perenes participam proporcionalmente na quantidade final de sedimentos arrastados pela erosão.

Nesse caso, para o mesmo autor, a mata ciliar desempenha um papel importante na bacia hidrográfica, ocupando normalmente as áreas mais sensíveis da bacia, como as margens da rede hidrográfica, ao redor de nascentes e a área saturada. Sua presença concorre tanto para diminuir a ocorrência do escoamento superficial, que pode causar erosão, arraste de nutrientes e de sedimentos para os cursos d'água, quanto para desempenhar um efeito de filtragem superficial e subsuperficial dos fluxos de água para os canais.

Para Steinblums et al. (1984) e Platts et al. (1987) o ecossistema ripário desempenha sua função hidrológica através das seguintes formas principais:

– Como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático: participa do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, pela ação tanto no escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes de escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar;

– Pela diminuição e filtragem do escoamento superficial: impede ou dificulta o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas.

Rocha (1991) afirma que se o Estado do Rio Grande do Sul plantasse três vezes mais árvores que no ano de 1991, seriam necessários mais de 131 anos para repor os 25% de cobertura florestal, mínimo recomendado pela comunidade científica, pela FAO e por outras organizações internacionais.

Guerra e Cunha (1994) citam que, no caso de haver uma cobertura vegetal abundante, os processos erosivos também podem ocorrer, mas estes, por sua vez, dependem de outros fatores como efeitos espaciais da cobertura vegetal, efeitos da energia cinética da chuva, importância da vegetação na formação de húmus e teor de agregados.

3.11 Equação Universal de Perda de Solo Modificada – MUSLE

Atualmente existe uma expressão relativamente simples para expressar a produção de sedimentos associados a chuvas isoladas, trata-se da Equação Universal de Perda de Solo Modificada (MUSLE), sugerida por Williams (1975). Segundo Casagrande (2004) a MUSLE é um modelo de previsão da produção de sedimento, aplicável a eventos de chuvas individuais. É uma modificação da equação universal de perda de solo (USLE) através da substituição do fator de energia da chuva por fator de escoamento. No cálculo da produção de sedimento de uma bacia para eventos, a MUSLE faz uma modificação do fator de chuva da equação universal de perda de solo, com a finalidade de prever a deposição. Quando a deposição ocorre, a produção de sedimento é altamente correlacionada com as características do escoamento.

O método SCS - *Soil Conservation Service* busca por um modelo confiável para estimativa da chuva efetiva, que representa a chuva, que virou escoamento para vários estados de umidade da bacia, gerando um aumento proporcional da resposta da bacia à medida que aumenta a quantidade de chuva total precipitada. Por ter praticidade nas aplicações, o método

do SCS é muito requisitado com razoável qualidade nos resultados fornecidos (ANDRADE, 2004). Além do mais, o método em questão, relaciona a ocupação do solo para bacias de pequeno porte (TUCCI e CLARKE, 1997), o que explica sua utilização.

A MUSLE ainda possui outros fatores bastante importantes que devem ser calculados, são eles, o fator K, LS, C e P.

O fator de erodibilidade, **K**, do solo é igual à intensidade de erosão da chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais. Representa a suscetibilidade do solo à erosão. Esse fator está relacionado às propriedades físicas e químicas do solo, representando o grau de erosão de diferentes tipos de solo quando submetidos às mesmas condições de chuva, declive, manejo e práticas conservacionistas (SANTOS et al., 1999). Entre os fatores que influenciam a erodibilidade, destaca-se a resistência do solo quanto à desagregação, controlada pelos colóides existentes no solo; a resistência ao transporte, em geral, depende do grau de agregação e a resistência dos agregados; a velocidade de infiltração depende da granulometria, estratificação do perfil e da capacidade de retenção de água no perfil. Existem tabelas que apresentam o valor de K para diversos agrupamentos de solos de uma determinada região.

O fator conjunto de comprimento e grau de declive (**LS**), conforme citado por Paiva *apud* Casagrande (2004), é a relação esperada de perdas de solo por unidade de área em um declive qualquer em relação às perdas de solo correspondente de uma parcela unitária de 22m de comprimento e 9% de declive. O fator LS é considerado um fator sem unidades. O fator topográfico reflete as influências do comprimento e do desnível da encosta no processo erosivo.

Já o fator **C** de uso e manejo do solo é uma relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente em um mesmo local ou então em rotação com outras (CASAGRANDE, 2004). O fator C representa um fator de redução da erosão do solo. É um índice numérico que indica a relação esperada entre as perdas de solo de uma gleba qualquer, cultivada em determinada condição, e as de uma parcela mantida continuamente descoberta, onde as operações de cultivo são realizadas (SANTOS et al., 1999).

O fator correspondente **P**, de prática conservacionista, é uma relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo, mantendo-se as condições-padrão de relevo e de uso e manejo. O fator **P** relaciona a intensidade esperada de perda de solo com uma determinada prática conservacionista e aquela que ocorre quando a cultura é plantada no sentido do declive (SANTOS et al., 1999).

3.12 Análise de Percepções e Preferências das Paisagens Naturais

A identificação das percepções da paisagem é baseada na reação imediata da contribuição visual, neste caso, fotografias (SANTOS, 1998; KAPLAN e KAPLAN, 1989). Este método – cognitivo-psicológico – evita descrições verbais e identifica categorias percentuais, usando as avaliações da preferência da paisagem dadas pelos entrevistados (inquiridos) a cada cena de apreciação (PÁSCOA et al., 2005).

Para Gaspar e Fidalgo (2002), a qualidade visual é o resultado da integração de duas variáveis: geomorfologia e uso do solo. A geomorfologia contribui para a valorização da qualidade da paisagem por meio de um enquadramento físico e topográfico que não se altera. Contudo, o uso do solo e as características associadas ao tipo de cobertura deste influenciam no processo de mudança, o qual é extremamente variável e determinante na avaliação da qualidade (árvores, vegetação natural, campos agrícolas, etc.).

3.12.1 Preferências da paisagem

O método que estuda preferências é baseado nos valores absolutos das avaliações da preferência, dadas pelos entrevistados às diferentes cenas (SANTOS, 1998). Nessas avaliações, inicialmente é calculada a média, através dos inquiridos, para estimar a avaliação média da preferência para cada cena. As avaliações médias são comparadas por meio das categorias e das cenas dentro da mesma categoria. As comparações das subcategorias permitem que se verifique se existem preferências bem definidas para os estados da paisagem associados com as diferentes opções da administração. As comparações da intercena, dentro de cada categoria da paisagem, conduzem à seleção dos atributos particulares da paisagem que são supostos para afetar os julgamentos da preferência. O uso de atributos selecionados nas variáveis explanatórias em um modelo de regressão múltipla das avaliações médias da preferência das cenas permite testar se os atributos selecionados afetam significativamente os julgamentos da preferência. Os prognósticos da preferência adotados aqui são os atributos biofísicos das cenas, que podem objetivamente ser medidos (SANTOS, 1998; RUDELL et al., 1989).

Os resultados de um estudo das preferências são apropriados para mostrar se os entrevistados têm preferências para mudanças relacionadas ao uso da paisagem, tanto quanto para mudanças relacionadas a usos mais detalhados. Isto certamente ajudará o homem a ter escolhas definidas sobre a preferência da paisagem e evitar a imposição das escolhas

artificiais que podem ocorrer quando os povos não têm nenhuma preferência bem definida para os estados da paisagem associados com as opções de uso da paisagem.

3.12.1.1 Percepção e preferência na topografia da paisagem através dos entrevistados

Para Santos (1998), o estudo das percepções e as preferências da paisagem são baseados nas reações imediatas dos entrevistados aos estímulos visuais, por meio de um jogo de fotografias que descrevem a microbacia ou sub-microbacia.

Este estudo investiga se os entrevistados percebem os efeitos na paisagem das diferentes formas de uso do solo e se possuem preferências definidas para esses efeitos. Assim, as cenas a serem apresentadas aos entrevistados têm de representar a diversidade real dos tipos de uso da terra do cenário em estudo. Uma definição precedente dos principais tipos de uso da terra, baseados no conhecimento da área, faz-se necessária, a fim de evitar a dispersão em tipos não muito representativos. As fotografias que descrevem os tipos de paisagem devem ser tiradas quando os contrastes são mais visíveis e ao longo das estradas principais que cruzam a área, o que permitirá a cobertura da maioria das paisagens, terra, florestamento e, ainda, a captação daquelas cenas que são mais familiares a muitos visitantes (SANTOS, 1998; PÁSCOA, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização geral da área

4.1.1 Localização

O presente estudo foi realizado no setor sul da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí–Mirim/RS, conforme está demonstrado na Figura 1.

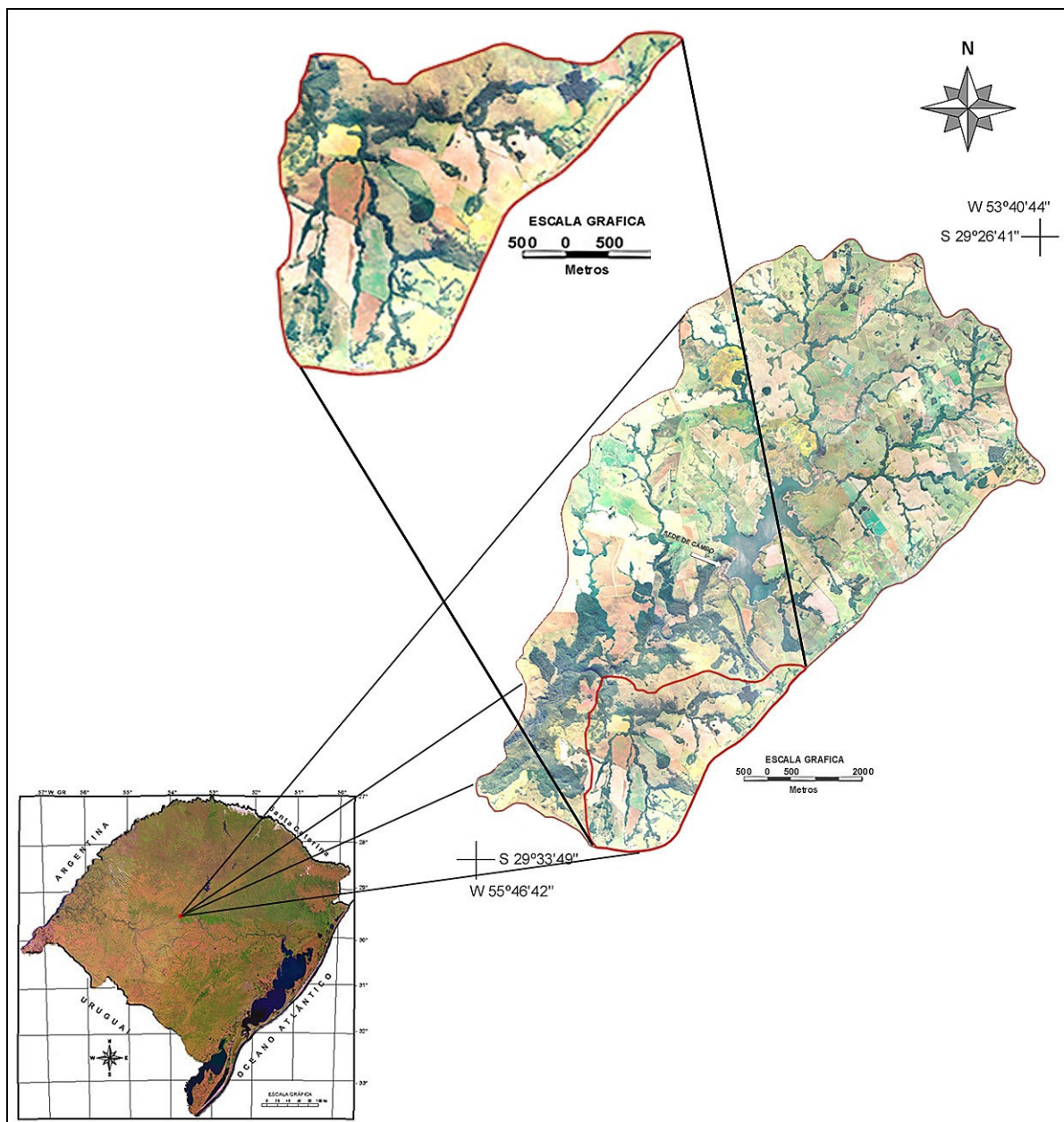


Figura 1 – Localização da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí –Mirim/RS (Setor Sul)
Org.: Fernandes Neto, S. (2006).

A referida área está situada entre as coordenadas geográficas 29°31'39" a 29°33'44" de latitude sul e 53°43'58" a 53°47'09" de longitude oeste, abrangendo uma área total de 1.177,78 ha, a partir do Centro de Treinamento Reprodução Animal e Preservação Ambiental (CETRAPA) da Brigada Militar, localizado no município de Itaara, km 26 da rodovia BR 158, dentro da área de estudos do CIPAM..

O município de Itaara está localizado geograficamente no centro do estado do Rio Grande do Sul e pertence à Microrregião Geográfica de Santa Maria. Possui uma área de aproximadamente 171 km². Itaara limita-se ao norte com o município de Júlio de Castilhos, ao leste e ao sul com Santa Maria e a oeste com São Martinho da Serra.

4.1.2 Formação do Rio Ibicuí-Mirim/RS

O Rio Ibicuí-Mirim nasce sobre rochas basálticas da Formação Serra Geral no topo do Planalto Sul-brasileiro, tendo como ponto mais alto 516m, na porção da jusante da área. Acompanhando o Rebordo do Planalto, o rio tem a maior parte de sua bacia entre cotas altimétricas de 260 a 516m, aproximadamente, e deságua na planície aluvial da Depressão Periférica.

A nascente localiza-se a aproximadamente 500m da entrada do município de São Martinho da Serra, em meio a uma vegetação natural – estepe rasteira, cercada por uma vegetação arbórea e herbácea típica de floresta estacional (vegetação secundária). A água brota da superfície em meio a estepe, em forma de bacia, une-se a vários olhos d'água (lajeados) e vai formar o Rio Ibicuí-Mirim.

4.1.3 Características Fisiográficas

O Rio Grande do Sul apresenta quatro grandes compartimentos geomorfológicos: Planalto, Depressão Periférica, Escudo Sul-Riograndense e Planície Costeira. Neste contexto o município de Itaara, bem como a Bacia do Rio Ibicuí-Mirim, estão localizados em grande parte, numa área de transição entre a Depressão Central Sul-Riograndense e o Planalto Meridional Brasileiro.

Esta área de transição é chamada de Rebordo e apresenta um desnível aproximado de 260 m. O Rebordo contém peculiaridades individuais, pois é testemunho da fase de evolução do Planalto Meridional Brasileiro. A drenagem flui no sentido da depressão periférica e é

caracterizada por um padrão dendrítico com presença marcante dos vales em V, que por erosão regressiva provocam o festonamento da escarpa.

4.1.4 Características Climáticas

Segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona temperada e no tipo temperado úmido. A região em que o município de Itaara está inserido apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio entre -3°C e 18°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (MORENO, 1961), sendo o resultado principal da passagem de frentes frias, e mais eventualmente pela formação de frentes quentes.

4.1.5 Características da vegetação

A vegetação predominante é do tipo campos (estepes), tendo também a presença de floresta, principalmente no rebordo do planalto, além das matas ciliares que ocorrem ao longo dos rios. Com a exploração econômica da área, a vegetação original encontra-se muito modificada, com o cultivo de gramíneas para campo e a implantação de lavouras até mesmo nas áreas de encosta abrupta.

O fator climático determinou a presença da Floresta Estacional Decidual por existirem condições favoráveis ao seu desenvolvimento especialmente, as chuvas abundantes, a maior umidade do ar e os nevoeiros frequentes (MARCHIORI, 2002).

Esta formação é caracterizada por apresentar três estratos arbóreos distintos, além de um estrato arbustivo e herbáceo. O estrato das árvores altas, que podem atingir de 30 a 35 metros de altura, não formam uma cobertura contínua, ocorrendo como árvores emergentes. Fisionomicamente é o estrato mais importante, já que dá a esta floresta a característica de estacional, uma vez que, mais de 50% dessas árvores são decíduais (Figura 2). O estrato das árvores, comumente entre 20 e 25 metros de altura, é bastante denso e contínuo, formado por um número pequeno de espécies características que apresentam valores sociológicos elevados, sendo constituído, em sua maioria, por espécies perenifólias. O estrato das arvoretas possui um número relativamente pequeno de árvores medianas, normalmente de 5 a 12 metros

de altura, dentre as quais algumas apresentam valores sociológicos muito elevados sendo as restantes bastante raras (VACCARO, 2002).



Figura 2 – Floresta Estacional Decidual encontrada nas Sub-microbacia hidrográficas do Rio Ibicuí-Mirim/RS. Foto: Scapini (2005).

Essa vegetação protege as vertentes contra a erosão e lixiviação do solo. Porém, a mesma tem sofrido intensa devastação e por conseqüência, deixa de proteger solos férteis e intactos. Os agricultores nessa região, visando aumentar sua área agrícola, ainda devastam estas florestas para a prática da agricultura familiar.

4.1.6 Características pedológicas

Os solos do município de Itaara pertencem à Unidade de Mapeamento Guassupi, sendo classificado como Neossolo litólico distrófico típico, caracteriza-se por ser raso, com uma seqüência de horizontes A/R, textura média, relevo forte ondulado e substrato basalto (STRECK et al., 2002). Os teores de matéria orgânica são médios, o fósforo disponível é baixo e o ph é fortemente ácido e baixa saturação por bases. Os Neossolos são solos de formação muito recente e são encontrados nas mais diversas condições de drenagem.

Os Neossolos Litólicos rasos e com seqüência A/R têm baixa capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo e alta suscetibilidade à erosão hídrica, impossibilitando o seu uso com culturas anuais. Áreas com declividade entre 15% e 30% devem ser utilizadas com florestamento, intercaladas com plantas de cobertura e recuperadoras de solo. Áreas com declive superior a 30% devem ser mantidas com cobertura vegetal natural, constituindo áreas de preservação permanente.

4.2 Material

4.2.1 Material cartográfico e aerofotogramas

Para a realização dos levantamentos na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (setor sul) foram utilizadas cartas topográficas elaboradas pelo Ministério de Exército (Departamento de Engenharia e Comunicações, diretoria de serviço Geográfico) na escala 1:25.000, com impressão em 1992 e equidistância das curvas de nível de 10 metros.

- 1.25.000 – Santa Maria – NE MI – 2965/1 – NE
- 1.25.000 – Camobi – NO MI – 2965/2 – NO

Foram utilizados aerofotogramas oriundos de voo feito em abril de 2005, escala 1:9.800m, para elaboração do mosaico da área em estudo.

4.2.2 Equipamentos, utensílios e programas utilizados

Nos levantamentos de campo foram utilizados os seguintes equipamentos: Pá-de-corte, GPS de navegação Garmim, máquina fotográfica digital SONY DSC-S600, prancheta, sacos plásticos, mosaico referente a área da Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim/RS (Setor Sul).

Equipamentos e programas utilizados: Mesa digitalizadora, computador Athlon XP1800, scanner, impressora HP 3550, estereoscópio de bolso OPTO EB1, programa Campeiro - 2.5 SITER, Adobe Photoshop, SIG-IDRISI 32, SIG-Arcview 3.2. Harvard Graffics, Excel e Statistica 6.0.

4.3 Métodos

4.3.1 Diagnóstico Físico Conservacionista (DFC)

A microbacia hidrográfica estudada apresenta área total de 1.177,78ha. Para a análise do DFC a área foi subdividida em 38 sub-microbacias¹ hidrográficas (SMBH) em função do padrão de rede de drenagem e da topografia do terreno.

¹ Utilizou-se a convenção sub-microbacia hidrográfica, pois a área de estudo possui um total de 1.177,78ha e esta sob os domínios de uma microbacia hidrográfica.

O Diagnóstico Físico Conservacionista foi desenvolvido a partir da metodologia proposta por Rocha (1997) e adaptado para a região em foco.

No DFC são usadas técnicas de quantificação de retenção de águas das chuvas por infiltração associada a vários fatores correlatos, tais como: limpeza de canais e tributários, seleção de terras apropriadas para o florestamento (com relação ao Coeficiente de Rugosidade), faixas de contenção, controle de áreas agrícolas e pastoris, todos os processos de conservação do solo, entre outras. São feitos planejamentos para cada caso.

Nesses planejamentos são selecionadas sub-microbacias hidrográficas com declividades médias menores que 15%, para serem florestadas com 25% de cobertura (mínimo), e declividades médias iguais ou maiores que 15%, para serem florestadas com 50% de cobertura (mínimo), Speidel (1980) apud Rocha, 1997.

A elaboração do DFC compreendeu a realização das seguintes etapas sequenciais:

- Trabalhos preliminares de delimitação das sub-microbacias hidrográficas, na carta topográfica e no mosaico a partir das fotografias aéreas;
- Digitalização dos dados (canais, ravinas, tributários, curvas de nível e áreas) de cada sub-microbacia hidrográfica;
- Cálculo dos parâmetros de análise das sub-microbacias hidrográficas e avaliação do uso potencial da terra;
- Fotointerpretação;
- Avaliação da ocupação atual da terra;
- Conflitos existentes entre a ocupação atual e potencial;
- % de floresta nas sub-microbacias hidrográficas;
- Cálculo das áreas a florestar;
- Cálculo da disponibilidade ou excesso de agricultura;
- Áreas a serem trabalhadas para o correto manejo das sub-microbacias hidrográficas;
- Área deteriorada por sub-microbacia e curva de deterioração da microbacia inteira.

4.3.1.1 Delimitação da sub-microbacia hidrográfica e suas subdivisões

O trabalho começou com marcação dos divisores d'água da área em estudo, microbacia hidrográfica e de suas sub-microbacias hidrográficas, nas cartas topográficas.

Considera-se tal delimitação como sendo aproximada, devido ao fato de que as cartas topográficas nem sempre permitem que se faça o traçado no local exato.

Por isso, depois de demarcados os divisores d'água sobre a carta topográfica, a delimitação dos mesmos é feita sobre as fotografias aéreas, para obter-se maior precisão nos dados levantados.

Para identificar com facilidade as sub-microbacias, foi atribuída a cada uma delas um número.

4.3.1.2 Determinação dos parâmetros físicos

Para o cálculo dos parâmetros físicos de análise das sub-microbacias, utilizou-se a informação existente relativa ao comprimento das curvas de nível, comprimento da rede de drenagem e área das sub-bacias. As curvas de nível são as que constam nas cartas topográficas com escala 1:25.000 (eqüidistância de 10 metros). A rede hidrográfica identificada nas cartas topográficas 1:25.000, foi enriquecida através da fotointerpretação.

O comprimento das curvas de nível, rede de drenagem e área das sub-microbacias foram medidos em mesa digitalizadora com auxílio do programa Campeiro – SITER, 2.5.

4.3.1.3. Densidade de drenagem das sub-microbacias hidrográficas

No estudo da rede de drenagem utilizou-se a seguinte nomenclatura:

- Ravinas: drenos naturais que surgem a partir da linha de divisão de águas até os sulcos de drenagem bem definidos na meia encosta do terreno. As ravinas são sempre efêmeras;
- Canais: drenos naturais bem definidos no terreno, que vão desde o término das ravinas à base das encostas. Os canais podem ser perenes ou intermitentes;
- Tributários: drenos naturais com início na base dos canais e deságüe em outro rio, lago ou mar. Os tributários são sempre perenes (ROCHA, 1997).

A densidade de drenagem (D) corresponde ao somatório do comprimento das ravinas, canais e tributários presentes na sub-microbacia hidrográfica dividido pela área (equação 4.1).

$$D = (\sum l(R, C, T)) / A \quad (4.1)$$

Em que:

– D = densidade da rede de drenagem (km/ha);

– Σl (RCT) = somatório dos comprimentos das ravinas (R), canais (C) e tributários (T) em (km);

– A = área da Sub-microbacia (ha).

De uma forma geral, pode-se dizer que em situações de relevo suave, solo muito permeável ou cobertura bastante densa, D assume valores mais baixos que nas situações opostas, isto é, quando o relevo é acidentado e, ou o solo é impermeável e, ou a cobertura vegetal é fraca.

4.3.1.4 Declividade média das sub-microbacias hidrográficas

As declividades médias das sub-microbacias podem ser calculadas segundo a equação 4.2.

$$H = 100.(\Sigma lCN. \Delta h)/A \quad (4.2)$$

Em que:

– H = declividade média da sub-bacia (%);

– ΣlCN = somatório do comprimento das curvas de nível (CN) em (hm);

– Δh = eqüidistância entre curvas de nível (hm);

– A = área da sub-microbacia (ha).

A declividade média da sub-microbacia, em conjunto com o tipo de solo e cobertura vegetal, determina a maior ou menor velocidade do escoamento superficial da água, estando assim diretamente associado com a magnitude dos picos de cheia e conseqüentemente com maior ou menor erosão do solo.

4.3.1.5 Coeficiente de rugosidade (*Ruggdeness number*)

O coeficiente de rugosidade é um parâmetro que direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura/urbanização, campo/urbanização, campo/floresta. O coeficiente de rugosidade (RN), comparado com o uso atual da terra, determina áreas de conflitos.

O coeficiente de rugosidade, de uma sub-microbacia é dado pelo produto da densidade da rede de drenagem (D) pela declividade média da respectiva sub-microbacia (H), (equação 4.3).

$$\mathbf{RN = D.H} \quad (4.3)$$

Em que:

- RN = coeficiente de rugosidade;
- D = densidade da rede de drenagem (km/ha);
- H = declividade média da sub-microbacia (%).

4.3.1.6 Uso potencial

Com base no coeficiente de rugosidade, é possível calcular a aptidão do uso da terra, baseado apenas nas características físicas da sub-microbacia. Rocha (1997) considera que, a partir da amplitude de variação dos valores de RN numa sub-microbacia, é possível definir as seguintes classes de aptidão da terra:

- Classe A: terras apropriadas para culturas agrícolas/urbanização;
- Classe B: terras apropriadas para campo/urbanização;
- Classe C: terras apropriadas para campo e florestas;
- Classe D: terras apropriadas para florestas.

Para tal basta calcular o RN para cada uma das sub-microbacias. A partir da amplitude de variação do RN, obtém-se o intervalo de variação de cada classe. É possível então calcular os limites de variação de RN admitidos em cada classe de utilização, sabendo que a classe A corresponde os menores valores de RN enquanto que a classe D corresponde os maiores valores de RN encontrados. Finalmente, classifica-se cada uma das SMBH quanto ao uso potencial da terra.

O fato de uma SMBH ser classificada, de acordo com o RN, como tendo aptidão agrícola ou pecuária (classe A e B), não significa que toda área dessa sub-microbacia deva, sob o ponto de vista da conservação dos recursos água e solo, ser ocupada com culturas agrícolas. A classe de uso de cada sub-microbacia representa a vocação predominante a partir das condições médias dos parâmetros físicos determinados para essa SMBH.

Segundo Rocha (1997), as sub-microbacias com declividade média, menores que 15% devem ser florestadas com 25% de cobertura (mínimo), e declividades médias iguais ou maiores que 15%, devem ser florestadas com 50% de cobertura (mínimo). Isto porque se admite serem estes os níveis mínimos de cobertura florestal que garantem a produção de

biomassa superficial necessária à preservação dos recursos hídricos, fauna, flora, conservação do solo, à satisfação das necessidades em termos econômicos, energéticos e ecológicos.

Assim, para sub-microbacias hidrográficas com declividade média inferior a 15%, a área a florestar será igual a 25% da área total da sub-microbacias hidrográficas, subtraída do valor da área a florestar existente nessa mesma sub-microbacia, enquanto que para sub-microbacias hidrográficas com declividade média superior a 15% será de 50% da área total da sub-microbacias hidrográficas, subtraída da área florestal existente.

De acordo com a declividade média das sub-microbacias hidrográficas, é calculada a área que deveria ser ocupada com floresta para cada uma destas.

4.3.1.7 Interpretação das fotografias aéreas

Antes da interpretação, as fotografias aéreas foram examinadas quanto às suas condições de operacionalidade, quais sejam: recobrimentos, nitidez dos alvos, escalas, cobertura de nuvens, contrastes tonais, sombras e dilatação do papel.

4.3.1.8 Uso da terra

A interpretação do uso atual da terra foi realizada sobre aerofotogramas. A interpretação foi realizada procurando-se respeitar a área do retângulo útil do aerofotograma onde segundo Rocha (1978), é a região mais central, onde ocorrem as menores distorções.

Os aerofotogramas que cobrem a área de estudo, foram interpretados utilizando-se o estereoscópio de bolso OPTO EB1.

4.3.1.9 Reambulação (trabalhos de campo)

Reambulação é o serviço de averiguação dos temas interpretados (agricultura, urbanização, campo, florestas), atualização da toponímia, caminhadas dentro das sub-microbacias hidrográficas, registrando (fotos) paisagens, identificando todos os fenômenos que deterioram o meio ambiente, tais como: erosão e devastação florestal.

4.3.1.10 Tabulação dos dados

Os dados foram tabulados em 3 Quadros (Quadro 01, 02 e 03):

a) Preenchimento da coluna 1: é a última coluna do Quadro 01 a ser preenchida. Os valores de RN são de quatro tipos tradicionais:

A – Terras propícias à agricultura/urbanização;

B – Terras propícias a campo/urbanização;

C – Terras propícias a campo/florestamento;

D – Terras propícias ao florestamento.

Toma-se por base a coluna 09 (já previamente preenchida) e calcula-se a amplitude e o intervalo dos coeficientes de rugosidade.

b) Preenchimento da coluna 2: esta coluna terá numeração equivalente ao número de sub-microbacias hidrográficas. Cada número representará uma sub-microbacia no mapa e em campo.

c) Preenchimento da coluna 3: esta coluna refere-se ao somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários e são calculadas em mesa digitalizadora;

d) Preenchimento da coluna 4: esta coluna refere-se ao somatório dos comprimentos das curvas de nível;

e) Preenchimento da coluna 5: esta coluna refere-se às áreas das sub-microbacias hidrográficas, que são calculadas em mesa digitalizadora;

f) Preenchimento da coluna 6: $\text{coluna } \underline{6} = \text{coluna } 4 \times \text{equidistância das curvas de nível } (\Delta h) \text{ dividido pela área (coluna } \underline{5}) \text{ e encontra-se explicado no item declividade média de sub-microbacias hidrográficas;}$

g) Preenchimento da coluna 7: $\text{coluna } \underline{7} = \text{coluna } \underline{6} \times 100;$

h) Preenchimento da coluna 8: $\text{coluna } 8 = \text{coluna } 3 \text{ dividida pela área (coluna } 5) \text{ e encontra-se explicado no item (densidade de drenagem);}$

i) Preenchimento da coluna 9: $\text{coluna } \underline{9} = \text{coluna } \underline{8} \times \text{coluna } \underline{6};$

j) Preenchimento da coluna 14: $\text{coluna } \underline{14} = \text{coluna } \underline{10} + \underline{11} + \underline{12} + \underline{13}.$ Esta coluna representa o total, em florestas, para cada sub-microbacia e é preenchida pela avaliação das áreas florestais interpretadas em cada sub-microbacia, através de fotointerpretação e digitalização com o auxílio do programa Arcview GIS 3.2;

l) Preenchimento das colunas 15 a 25: estas colunas também provêm da fotointerpretação, de seus respectivos temas, e são calculadas pelo mesmo programa da coluna 14.

4.3.1.11 Estudo dos conflitos

a) Preenchimento da coluna 26 – Uso da Terra:

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe A (área destinada a agricultura)

$$\boxed{26} = \boxed{16} + \boxed{17} + \boxed{21} \quad \text{Se } \boxed{7} > 10\%;$$

$$\text{Se } \boxed{7} < 10\% \rightarrow \boxed{26} = \boxed{21}$$

Obs.: > 10% de declividade exige tratos conservacionistas, daí o conflito.

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe B (área destinada a campo):

$$\boxed{26} = \boxed{16} + \boxed{17} + \boxed{21} + \boxed{22} + \boxed{23} + \boxed{24} + \boxed{25}$$

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe C (área destinada a campo/florestamento):

$$\boxed{26} = \boxed{16} + \boxed{17} + \boxed{18} + \boxed{21} + \boxed{22} + \boxed{23} + \boxed{24} + \boxed{25}$$

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe D (áreas destinadas ao florestamento):

$$\boxed{26} = \boxed{15} + \boxed{16} + \boxed{17} + \boxed{18} + \boxed{21} + \boxed{22} + \boxed{23} + \boxed{24} + \boxed{25}$$

Observação importante:

Se as colunas $\boxed{16}$ e $\boxed{17}$ (3a ou 3b) forem anotadas com Programas de Microbacias (PM), a coluna 26 (conflito de Uso da Terra) será igual a zero (não haverá conflito). Isto é válido independentemente do valor da coluna 7 (válido para qualquer declividade).

b) Preenchimento da coluna 27 – percentual de conflitos.

$$\boxed{27} = \frac{\boxed{26}}{\boxed{05}} \times 100$$

4.3.1.12 Florestamentos

a) Preenchimento da coluna 28 – percentual de florestas

$$\boxed{28} = \frac{\boxed{14}}{\boxed{05}} \times 100$$

b) Preenchimento da coluna 29 – área a florestar

$$\boxed{29} = \frac{25 - \boxed{28}}{100} \times \boxed{05}$$

ou

$$\boxed{29} = \frac{50 - \boxed{28}}{100} \times \boxed{05}$$

O número 25 do numerador corresponde a um valor fixo, representando a área mínima que deve ter uma Microbacia em cobertura florestal (25%), para protegê-la contra erosão, contra os efeitos das secas e das enchentes (Rocha, 1988). Em sub-microbacias hidrográficas com declividade média até 15%, o florestamento mínimo necessário é de 25% e se a declividade média for maior que 15%, o florestamento mínimo será de 50% (daí a última equação).

c) Preenchimento da coluna 30 – percentual a florestar.

$$\boxed{30} = 25 - \boxed{28} \text{ (25 = valor fixo = 25\% de cobertura florestal), ou}$$

$$\boxed{30} = 50 - \boxed{28} \text{ (50 = valor fixo para declividade maior que 15\% = 50\% de cobertura florestal)}$$

4.3.1.13 Excesso (+) ou Disponibilidade (-) Agrícola

a) Preenchimento da coluna 31– Disponibilidade ou excesso em agricultura:

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe A (terras propícias à agricultura):

$$\boxed{31} = \boxed{05} - (\boxed{14} + \boxed{16} + \boxed{17} + \boxed{18} + \boxed{19} + \boxed{20} + \boxed{29})$$

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe B, C, e D (terras propícias, respectivamente, a campo, campo/florestamento e florestamento):

$$\boxed{31} = \boxed{16} + \boxed{17}$$

b) Preenchimento da coluna 32 – percentual de excesso ou disponibilidade em agricultura:

$$\boxed{32} = \frac{\boxed{31}}{\boxed{05}} \times 100$$

4.3.1.14 Áreas a serem trabalhadas

a) Preenchimento da coluna 33 – área a ser trabalhada para o manejo correto de cada sub-microbacia:

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe A (terras propícias a agricultura):

$$\boxed{33} = \boxed{26} + \boxed{29} + \boxed{31}$$

– Para sub-microbacias hidrográficas da classe B, C e D (terras propícias, respectivamente, a pecuária, pecuária/reflorestamento):

$$\boxed{33} = \boxed{29} + \boxed{31}$$

b) Preenchimento da coluna 34 – percentual da área a ser trabalhada para o manejo correto da sub-microbacia:

$$\boxed{34} = \frac{\boxed{33}}{\boxed{05}} \times 100$$

4.3.1.15 Deterioração das sub-microbacias hidrográficas

a) Preenchimento da coluna 35 – grau de deterioração das sub-microbacias hidrográficas:

$$\boxed{35} = \boxed{26} + \boxed{29}$$

b) Preenchimento da coluna 36 – percentual de deterioração de cada sub-microbacias hidrográficas:

$$\boxed{36} = \frac{\boxed{35}}{\boxed{05}} \times 100$$

c) Preenchimento da coluna 37 – prioridades de manejo por sub-microbacias hidrográficas: ao maior valor da coluna 36 corresponde a prioridade 1 e assim sucessivamente.

Classes de RN	Sub-micro-bacias	Uso da Terra (ha)															
		N (ha)				ΣN	2	3a	3b	4	5a	5b	Solo exposto c/ áreas susceptíveis à erosão	Associações			
		1a	1b	1c	1d									[2, 3b]	[2, (3b)]	[2, (3a)]	[3a (2)]
[01]	[02]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]
Total																	

Quadro 2 - Uso da terra por sub- microbacia hidrográfica.

LEGENDA USO DA TERRA

N = Florestas

1 – FLORESTAS

- 1a – Florestas em áreas planas
- 1b – Florestas em áreas declivosas
- 1c – Florestas ao longo dos rios
- 1d – Florestas plantadas

2 – CAMPO NATIVO
(áreas disponíveis)

3- CULTIVOS AGRÍCOLAS

- 3a – Cultivos anuais irrigados
- 3b – Cultivos anuais em terreno seco

4 – ÁREAS CONSTRUÍDAS

5 – AÇUDES

- 5a – Açudes e barragens
- 5b – Banhados e brejos

ASSOCIAÇÕES

[2, 3b] – Áreas de campo, intercaladas com cultivos anuais em terreno seco

[2, (3b)] – Áreas de campo, com esparsas áreas de cultivos anuais em terreno seco

[2, (3a)] – Áreas de campo, com esparsas áreas de cultivos anuais irrigados

[3a (2)] – Áreas de cultivos anuais irrigadas, com esparsas áreas de campos.

Obs.: As convenções utilizadas estão contidas em ROCHA (1991).

4.3.1.16 Diagnóstico Físico-Conservacionista – Códigos e critérios de estratificação

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 1 – Conflitos

ALTERNATIVAS	Valor ponderado (H<15%)	Valor ponderado (H> 15%)
0 – 5%	10	10
5,1 – 10	8	9
10,1 – 15	6	8
15,1 – 20	4	7
20,1 – 25	2	6
25,1 – 30	1	5
30,1 – 35	1	4
35,1 – 40	1	3
40,1 – 45	1	2
45,1 – 50	1	1
> 50	1	1

Código 2 – Cobertura florestal

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 3 – Área a florestar

Quadro 4 - Alternativas para o Diagnóstico Físico-Conservacionista.

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 4 – Disponibilidade em área para agricultura.

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 5 – Excesso em área para agricultura.

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 6 – Área a ser trabalhada para o manejo correto da Unidade.

ALTERNATIVAS	VALOR PONDERADO
0 – 10%	1
11 – 20	2
21 – 30	3
31 – 40	4
41 – 50	5
51 – 60	6
61 – 70	7
71 – 80	8
81 – 90	9
91 – 100	10

Código 7 – Deterioração da Unidade.

Quadro 4 - Alternativas para o Diagnóstico Físico-Conservacionista.

4.1.16.1 Infra-estrutura metodológica

CÓDIGOS	INDICADORES AMBIENTAIS	%	VALORES SIGNIFICATIVOS		
			Encon- trado	Min.	Máx..
1	Conflitos			1	10
2	Cobertura florestal			1	10
3	Área à florestar			1	10
4	Disponibilidade em área para agricultura			1	10
5	Excesso em área para agricultura			1	10
6	Área a ser trabalhada para o manejo correto da unidade			1	10
7	Deterioração da unidade			1	10
Total do Fator Físico Conservacionista (1 a 7)				7	70
UNIDADES CRÍTICAS DE DETERIORAÇÃO FÍSICO CONSERVACIONISTA					

QUADRO 5 - Valores significativos para ponderação da reta de Deterioração Físico Conservacionista.

4.3.1.16.2 Códigos e critérios de estratificação

A cada variável foi atribuído um valor mínimo 1 (melhor situação ambiental), até um valor máximo 10 (pior situação ambiental).

4.3.1.17 Cálculo da reta de deterioração físico conservacionista

A equação da reta define as deteriorações: $y = ax + b$

OBS: O valor y varia de zero a 100% de deterioração.

Tem-se:

$$ax + b = 0$$

$$x = \text{valor mínimo (07)}$$

$$ax' + b = 100$$

$$x' = \text{valor máximo (70)}$$

Logo:

$$a = 1,59$$

$$b = -11,21$$

$$\text{Equação definida: } y = 1,59x - 11,21$$

Onde:

x = valor significativo encontrado

y = unidade crítica de deterioração ambiental

Na Figura 3, pode-se observar o modelo matemático que origina a reta de deterioração.

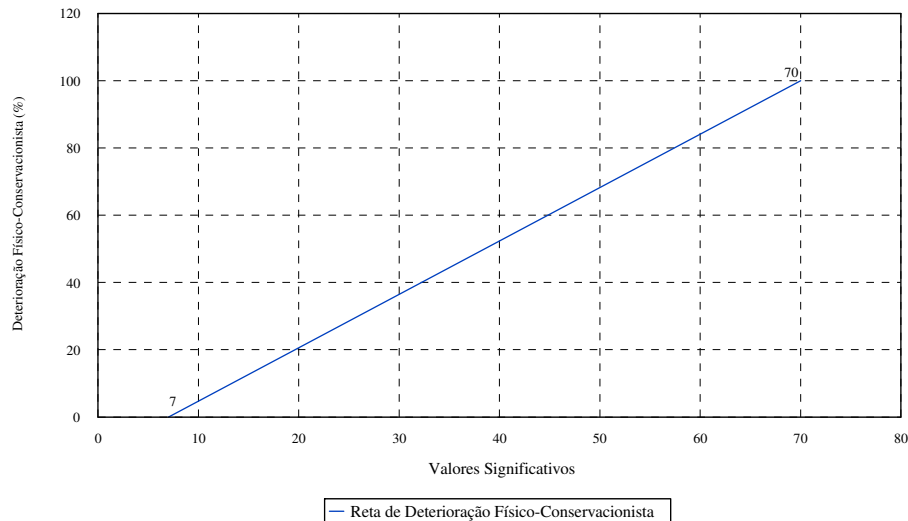


Figura 3 – Modelo Matemático de deterioração Físico Conservacionista/Valor mínimo (7) e valor máximo (70).

4.4 Metodologia para o desenvolvimento da MUSLE.

4.4.1 Amostragem granulométrica dos solos

A partir do mosaico georreferenciado no sistema de coordenadas UTM (datum SAD 69), foi possível localizar através de um GPS de navegação, com precisão nominal de 30 metros, locais representativos de cada tipo de solo encontrado em cada sub-microbacia. Foram coletadas amostras de solo para análise granulométrica, executada conforme as normas técnicas da ABNT – NBR 7181. As amostras H10, H11, H12, H13, H14, H15 e H16 (Figura 29), retiradas das sub-microbacias hidrográficas em estudo foram analisadas no laboratório de Solos da Fundação da Universidade de Cruz Alta-RS (UNICRUZ), para obter-se a previsão estimada da produção de sedimentos e análise dos resultados.

4.4.2. Aplicação da Equação Universal de Perda de Solos Modificada – MUSLE.

A equação universal de perdas de solo modificada (MUSLE), sugerida por WILLIAMS (1975), tem a seguinte forma:

$$Y = \alpha \cdot (Q_s \cdot q_p)^\beta \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (4.4)$$

Em que:

- Y = produção de sedimentos para uma chuva individual, em toneladas;
- Q_s = volume de escoamento superficial (m^3);
- q_p = vazão de pico do escoamento superficial (m^3/s);
- α e β = coeficientes calibrados para a bacia em estudo;
- K, LS, C, P = coeficientes também utilizados na USLE.

4.4.3 Determinação da vazão de pico, volume de escoamento e dos fatores K, LS, C e P

A determinação da vazão de pico e do volume de escoamento foi calculada pelo método do Soil Conservation Service – SCS a partir dos dados de precipitação anual e das características hidráulicas da microbacia (no caso do presente estudo).

Através da análise granulométrica é possível encontrar os teores de matéria orgânica e as porcentagens de silte, areia e argila.

O fator P de prática conservacionista, pode ser obtido através do Quadro 6. O Quadro referido atende às práticas conservacionistas mais comuns para culturas anuais.

Práticas conservacionistas	Valor de P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de capinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2
Terraço	0,1

Quadro 6 – Valores de P referentes a diferentes práticas conservacionistas
Fonte: Casagrande (2004).

O fator P, também pode ser tabelado em função das declividades, uma vez que a eficiência das práticas de controle de erosão depende dessa declividade.

Após obter-se o conjunto de informações necessárias para a aplicação da Equação Universal de Perda de Solos Modificada (MUSLE), $Y = \alpha \cdot (Q_s \cdot q_p)^\beta \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$, que engloba características da textura, estrutura e também fatores relacionados ao tipo de utilização do solo, é possível estimar a quantidade de sedimento capaz de ser produzido em cada sub-microbacia e desta forma deduzir o total de sedimentos produzidos na microbacia hidrográfica toda.

4.5 Avaliações da Percepção e Preferência da Paisagem

Esta metodologia foi usada primeiramente por Dearden (1984) e descrita por Kaplan e Kaplan (1989), e usada por Santos (1998). Por sua vez, este método estuda as percepções e preferências da paisagem, baseadas nas reações imediatas dos entrevistados às cenas particulares, apresentadas através do uso de fotografias tiradas na microbacia hidrográfica em estudo. Porém, neste estudo, houve algumas modificações.

As cenas cobrem uma larga escala de tipos da paisagem e revelam opções alternativas de uso do cenário. São necessárias de 30 a 35 fotografias (cenas) diferentes, que, por sua vez, seguem um padrão definido:

- Em grande escala panorâmica (céu, água etc.) devem ser excluídas;
- Somente as fotografias que apresentam uma classe de uso da terra são selecionadas;
- Fotografias contendo cachoeiras, montanhas etc. ou com algum atrativo natural não podem ser selecionadas; e
- Áreas construídas (casas, edifícios etc.) também não devem ser selecionadas.

As fotografias utilizadas neste estudo estão apresentadas no Anexo C, Figura 32.

4.5.1 Amostragem por inquéritos

São necessários cerca de 80/100 inquéritos válidos. Na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí-mirim/RS, foram validados 86 inquéritos.

Para o recolhimento dos dados, foi necessário selecionar bases de averiguações e coleta de dados todos na cidade de Santa Maria, realizados no dia 24 de março de 2006. Os pontos foram: no bairro Camobi: Supermercado Dois Irmãos, Padaria da Ju e Universidade Federal de Santa Maria; no bairro Centro: Calçada e Clube Caixeral e no bairro Nossa Senhora de Lurdes: Shopping Monet (Figura 4).



Figura 4 - Entrevista realizada em 24 de março de 2006 na cidade de Santa Maria/RS. Foto: CIPAM (2006).

Para realizar entrevistas breves, o número máximo de fotografias a cada entrevistado não deve ser maior do que 35. Neste estudo foram usadas 30 fotografias.

Os entrevistados não podem ser crianças ou adolescentes e devem ser de preferência visitantes.

Cada categoria não deve ter menos de 3 fotografias para ilustrar cada tipo de cena . Os entrevistados devem espalhar as 30 fotografias sobre cinco pilhas de acordo com sua preferência (Figura 4 e 5). No final da entrevista, a posição de cada fotografia será registrada como uma avaliação da preferência dada a essa cena em uma escala 5 pontos. O modelo do questionário utilizado nos inquéritos está disponível na Figura 31 do Anexo C.

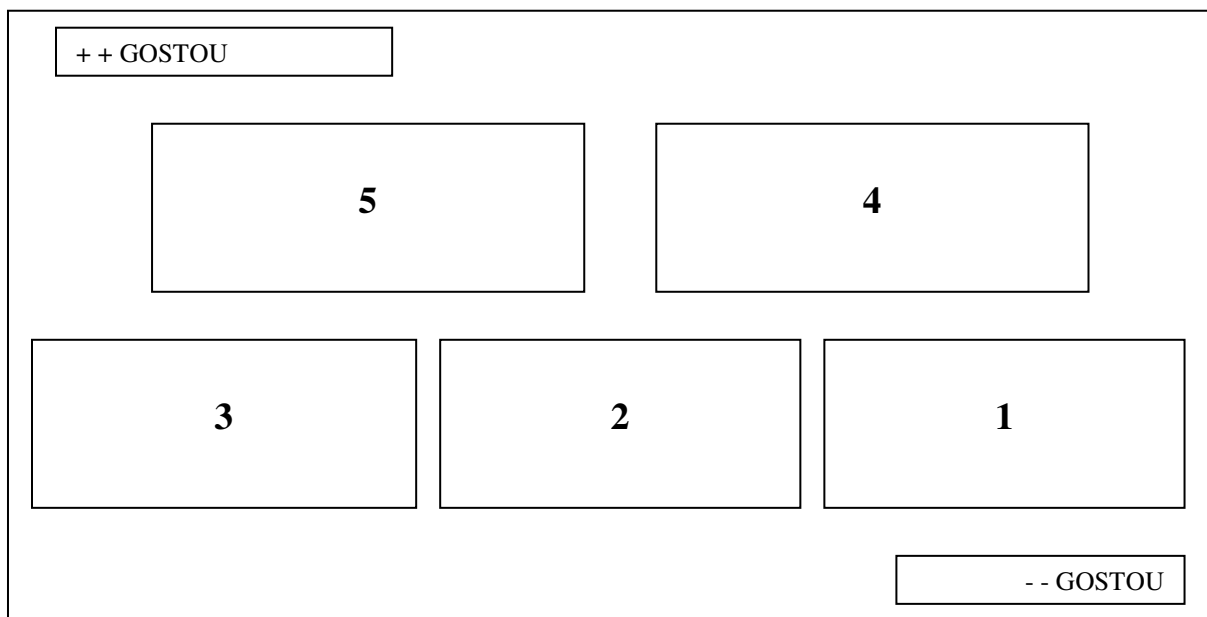


Figura 5 – Esquema mostrando como devem ser dispostas as fotografias pelos entrevistados.

4.5.2 Análise da percepção e preferência da paisagem

Após coleta de dados, através do programa Statistica 6.0, estabelece-se a matriz de correlação n obtida de uma matriz de dados brutos (coeficientes de relação, 30x86) onde as linhas representam 30 fotos e as colunas 86 entrevistados. As cenas com testes padrões similares da aglomeração são agrupadas usando uma análise hierárquica através do *cluster*. Foi usado no *cluster*, o algoritmo do tipo aglomerativo e a distância média das cenas, para estabelecer o grau de proximidade entre as cenas e os seus respectivos usos de ocupação.