

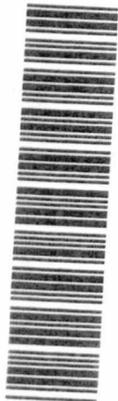
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIA
CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

TITULO DA DISSERTAÇÃO:

"Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, de pequenas bacias hidrográficas - um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque - SC)."

Elaborada por:

Angela da Veiga Beltrame



01802128

Orientador: prof. Pedro Hidalgo Ramirez

Co-Orientador: prof. Odair Gercino da Silva

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Area de Concentração: Utilização e Conservação de
Recursos Naturais.

Florianópolis, Santa Catarina

Maio de 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS
COORDENADORIA DE POS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

"Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, de pequenas bacias hidrográficas - um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque - SC)."

Elaborada por:

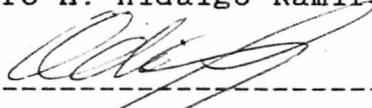
Angela da Veiga Beltrame

Dissertação submetida ao curso de Mestrado em Geografia, Area de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

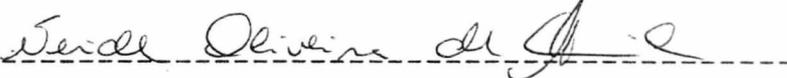
COMISSAO EXAMINADORA:



Prof. M. Sc. Pedro A. Hidalgo Ramirez (Orientador)



Prof. Dr. Odair Gercino da Silva (Co-Orientador)



Prof^a. M. Sc. Neide Oliveira de Almeida (UFSC)



Prof^a. M. Sc. Maria Dolores Buss (Suplente-UFSC)

Aprovada em defesa pública
em 11 de maio de 1990.
Florianópolis, SC.

À todos aqueles que se dedicam em
preservar o ambiente natural, para as
gerações presentes e futuras.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação foi possível, por que contou com a ajuda de professores e amigos. Gostaria de mencionar os que me acompanharam nessa caminhada;

Prof. Pedro Hidalgo R. (CIDIAT/MARNR - Venezuela); Prof. Odair G. da Silva (CCH/UFSC); Prof^a. Neide O. de Almeida (CCH/UFSC); Prof. Luiz Fernando Scheibe (CCH/UFSC); Prof. João J. Bigarella (UFSC); Prof. Roberto M. Klein (IBGE e HBR); Prof. Mário Guerra (CCA/UFSC); Prof. Antônio A. A. Uberti (CCA/UFSC); Prof. Henrique Lisboa (CTC/UFSC); Prof. César Pompêo (CTC/UFSC); Prof. Marc Pierre Bordás (UFRGS); Prof. Ivan Piedra (Univ. Havana - Cuba); Prof. Abelardo A. de Queiroz (UFSC); Eng^o. Agr^o. Artêmio Frasson (Secr. Agric. Abast. e Irrig. SC); Eng^o. Agr^o. Valdemar H. de Freitas (ACARESC); Prof. Gilberto Tassinari (ACARESC); Prof. Jonas T. dos Anjos (CCA/UFSC); Eng^o. Agr^o. Newton Carlos da Silva; Téc. Agríc. Newson Walter (ACARESC); Prof^a. Gerusa Maria Duarte (CCH/UFSC); Eng^a. Agr^a. Sueli Carreão (EMPASC/LARS-SC); Téc. Comp. José Carlos Moreira (INPE/LARS-SC); Geóg. Carlos R. Vieira (Lab.Mec.Solos/UFSC); Quím. Clóvis G. de Bem (CIDASC); Eng^o. Osmar Lopes Sobrinho (Pref.Munic.Brusque); Sr. Ayres Gevaerd (Soc.Amigos de Brusque); Eng^o. Agr^o. Pedro Paulo Chiminello; Eng^o. Augusto Schunemann Neto (2^o D./DENAEE); Arq. Joel Pacheco; Sra. Yvone Maria V. da Veiga (minha mãe).

Ao Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas e a Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina, pelos materiais de consulta; ao Conselho Nacional de Pesquisa e à Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realizar este curso.

Em especial, ao meu esposo, companheiro e amigo Elpídio Beltrame, que com estímulo, perseverança e intensa dedicação, não mediu esforços nem cansaços para enriquecer este trabalho.

RESUMO

A cada dia torna-se mais necessária a definição de uma metodologia adequada e aplicável ao planejamento conservacionista de pequenas bacias hidrográficas de Santa Catarina. A redução da fertilidade dos solos e produtividade agrícola, o assoreamento de rios, a redução dos mananciais são alguns dos reflexos da degradação física em bacias hidrográficas. Neste sentido, desenvolveu-se uma proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, aplicando-a à bacia do rio do Cedro (Brusque - SC), escolhida como área-teste. Esta proposta, basea-se na Metodologia para o Diagnóstico Físico-Conservacionista de Bacias Hidrográficas, desenvolvida pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Aguas e Terras (CIDIAT) e Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR), da Venezuela.

Para efeito comparativo do diagnóstico, a bacia foi subdividida em três setores (A, B e C). A metodologia determina sete parâmetros: o nível de semelhança entre a cobertura vegetal original com a atual; o grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual; a declividade média; a erosividade da chuva; o potencial erosivo do solo; a densidade de drenagem e o balanço hídrico. Para a determinação do diagnóstico e confecção de treze mapas temáticos da bacia, foram utilizados fotos aéreas; imagem multiespectral digital do satélite LANDSAT TM-5; dados de análises granulométricas dos solos; dados de precipitação; mapa topográfico e geológico (esc. 1:50.000) e bibliografias.

Como resultado do diagnóstico, obteve-se um valor numérico para cada setor da bacia, resultante da integração dos parâmetros em uma fórmula descritiva, que representa o valor crítico de degradação dos recursos naturais renováveis.

A metodologia adaptada e aplicada à bacia do rio do Cedro, mostrou-se perfeitamente viável de ser utilizada em outras pequenas bacias hidrográficas de Santa Catarina.

ABSTRACT

Each day becomes more necessary a definition of an adequate methodology applicable to the econservacionist's plan of small hydrografic basins in Santa Catarina. The ground's fertility reduction and agricultural productivity, the revver's silting up, the fountain's reduction are some of the reflections of physical degradetion in hydrografic basins. In this sense, a metodological proposal was developed for a physical environment's diagnostic included conservacionist purpose, applying it to the Cedro's River basin (Brusque - SC), choosed as a testing-area. This proposal bases itself on a methodology for the Physical-Conservacionist diagnostic, developed by the Interamerican Land and Water Development Centre (CIDIAT) and the Environment of Natural Renewable Ministry (MARNR) from Venezuela.

To this comparative efect of the diagnostic, the basin was subdividid in three sectors (A, B and C). The methodology determines seven parametres: the similarity level between the original vegetal cover with the actual one, the protection level provided for the ground by the actual vegetal cover, the average incline, the rain's erosivity, the erosion's densitivity, erosive ground's potential, the drainage's densitivity and the hydric balance. For the diagnostic's determination and manufacture of three thematic basin maps, were used air phots, multiespectral and digital image from Land TM-5 satelite, ground's granulometric analisis, data of precipitation, topographic and geologic map (esc 1:50.000) and bibliographies.

As a result of the dianostic, we had a gain of a numeric value for each basin's sector, resultant from the parametres' integration in a descriptive formula from the degradetion's critic value form the naturally newed resources.

The methodology applied and adapted to the Cedro's River, showed itself perfectly workable to be used in other small hydrografic basins in Santa Catarina.

INDICE

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - A OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO DO CEDRO E A INFLUENCIA SOBRE OS SEUS RECURSOS NATURAIS	4
3 - FATORES NATURAIS DE DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS.....	25
4 - CONCEPÇÕES DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	29
4.1. Metodologias de Avaliação do Meio Físico para fins conservacionistas.....	29
4.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento Conservacionista.....	48
5 - METODOLOGIA DO DIAGNOSTICO FISICO-CONSERVACIONISTA E ANALISE DOS PARAMETROS COMPONENTES.....	57
a) Localização da Bacia.....	63
b) Setorização da Bacia.....	63
5.1. Zona de Vida.....	64
5.2. Degradação Específica.....	67
5.3. Sedimentos Medidos na Estação.....	73
5.4. Declividade Média.....	77
5.5. Geologia e Erodibilidade das Rochas.....	83
5.6. Cobertura do Processo Atual de Erosão.....	89
5.7. Vegetação.....	90
6 - APLICAÇÃO DO DIAGNOSTICO FISICO-CONSERVACIONISTA ADAPTADO, NA BACIA DO RIO DO CEDRO.....	96
6.1 Informações Necessárias.....	96
6.1.1. Informações cartográficas.....	96
6.1.2. Imagens orbitais e sub-orbitais.....	96
6.1.3. Dados de precipitação e evapotrans- piração.....	97
6.1.4. Informações quanto às características	

físicas e químicas dos solos.....	97
6.1.5. Informações bibliográficas.....	97
6.2. Localização e Setorização da Bacia.....	99
6.2.1. Localização.....	99
6.2.2. Setorização.....	101
6.3. Determinação dos Parâmetros da Fórmula	
Descritiva.....	103
6.3.1. Vegetação.....	103
a) Cobertura vegetal original.....	103
b) Cobertura vegetal em 1988; situação em 1988	
e estudo comparativo do uso da terra entre os	
anos de 1957, 1978 e 1988.....	112
6.3.2. Declividade média.....	125
6.3.3. Erosividade da Chuva.....	128
6.3.4. Potencial erosivo do solo.....	133
a) Geologia.....	133
b) Geomorfologia.....	136
c) Textura do solo.....	139
d) Avaliação do potencial erosivo dos	
solos da bacia.....	148
e) Caracterização química dos solos	
da bacia.....	156
6.3.5. Densidade de drenagem	157
6.3.6. Balanço hídrico.....	158
6.4. Fórmula Descritiva Sugerida.....	161
6.4.1. Fórmula genérica.....	161
6.5. Cálculo do Valor Crítico do Processo Erosivo...164	
6.6. Discussão do Resultados.....	165
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	171
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	177

LISTA DE TABELAS

Tabela	PG.
1. Efeito do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão. Médias ponderadas para três tipos de solo do Estado de São Paulo.....	26
2. Perdas de solo em parcelas cobertas e descobertas.....	27
3. Classificação quanto ao grau de semelhança existente atualmente e aquela originalmente originalmente, de acôrdo com o triângulo de Holdridge.....	67
4. Índices definidos aos distintos valores médios de degradação, causada pela precipitação.....	68
5. Classes de declividade.....	78
6. Intervalos de declividade apresentados no Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso.....	86
7. Classificação quanto à área percentual da bacia, afetada pela erosão.....	89
8. Nível de semelhança da cobertura vegetal atual com a original, nos setores A, B e C.....	111
9. Matriz de classificação Maxver em relação às amostras (em%).....	115
10. Uso da terra nos setores A, B e C e da bacia do rio do Cedro (média dos setores).....	118
11. Tipo de cobertura vegetal e o respectivo índice de proteção fornecido ao solo, de acordo com a área ocupada pela mesma.....	120
12. Índice de proteção total e o símbolo correspondente.....	121
13. Índices e símbolos respectivos da proteção oferecida pela cobertura vegetal, dos setores A, B e C.....	121
14. Dados de uso da terra (em hectares e percentuais), da bacia dos cedro em 1957, 1978 e 1988.....	124
15. Classificação da declividade média dos setores A, B e C.....	136
16. Dados de altitude, amplitude altimétrica, altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico da bacia do Cedro.....	128
17. Aplicação do Método de Thiessen.....	129
18. Estações predominantes em cada setor da bacia e a área percentual de influência das mesmas.....	131

19. Classificação dos índices de erosividade, para o Estado de Santa Catarina, com respectivo símbolo e subíndice.....	131
20. Índices de erosividade para os setores A, B e C e respectivos símbolos e subíndices.....	132
21. Distribuição das áreas percentuais ocupadas por cada unidade geológica nos setores A, B e C.....	136
22. Percentuais simples da suscetibilidade da textura à erosão, de acordo com as distintas unidades geológicas.....	147
23. Matriz de integração entre índices de declividade e de suscetibilidade da textura à erosão.....	149
24. Escalonamento dos índices do potencial erosivo, qualificação e símbolo respectivo.....	150
25. Área ocupada por cada classes de potencial erosivo dos solos nos setores A, B e C e simbologia respectiva.....	154
26. Cálculo do potencial erosivo dos solo por setor.....	155
27. Resultados da análise química de amostras de solos da bacia do Cedro.....	156
28. Valores da densidade de drenagem dos setores A, B e C, com respectiva qualificação e simbologia.....	158
29. Valores anuais do escoamento superficial (Q) e déficit hídrico anual das estações Brusque Botuverá e Nova Trento, segundo ORSELLI & TAVARES (1988).....	159

LISTA DE QUADROS

Quadro	pg.
1. Parâmetros , símbolos e valores mínimos e máximos adotados na metodologia do Diagnóstico Físico Conservacionista.....	62
2. Tipo de cobertura vegetal e índice de proteção correspondente, de acôrdo com MARNR (1978).....	91
3. Tipo de cobertura vegetal e índice de proteção oferecido pela mesma, de acôrdo com SEGOVIA & PALMA (1987).....	92
4. Tipo de cobertura vegetal e a proteção oferecida pela mesma, segundo LLANO & CRIADO (1965).....	93
5. Materiais e informações utilizado para o diagnóstico físico-conservacionista da bacia do Rio do Cedro.....	98
6. Classificação do tipo de cobertura vegetal quanto à proteção fornecida ao solo.....	120
7. Classes de declividade, respectivos índices e símbolos utilizados no diagnóstico físico-conservacionista da bacia do rio do Cedro.....	126
8. Escala granulométrica utilizada na aplicação do diagnóstico do meio físico da bacia do Cedro, basead na classificação de Wentworth ou Americana, segundo SUGUIO (1973).....	141
9. Aspectos em comum observados nas amostras sobre o mesmo embasamento geológico.....	149
10. Classificação da suscetibilidade da textura à erosão, baseada na relação entre a velocidade mínima do fluxo de água e a gronulação do material transportado.....	146
11. Resumo das características das classes do potencial erosivo dos solos da bacia do Cedro.....	154
12. Classe do potencial erosivo dos solos por setores e respectivos símbolos.....	155
13. Classificação dos valores de densidade de drenagem e simbologia respectiva.....	157
14. Classificação qualitativa dos valores do balanço hídrico e respectivos símbolos.....	159
15. Classificação do BH para os setores A, B e C da bacia do rio do Cedro.....	159

LISTAS DE FIGURAS:

Figura	pg.
1. Resumo da variação do tipo e da intensidade máxima de utilização da terra sem risco de erosão acelerada em função das classes de capacidade de us (reproduzido de LEPSCH, 1983 p. 21).....	32
2. Fluxograma do planejamento do uso racional da terra (reproduzido de LEPSCH, 1983 - p 143).....	33
3. Estimador de Perda de solo para a Africa Meridional (SLESMA) - (fonte: STOCKING, 1985 - p.72)	36
4. Roteiro de Investigação. Variação Espacial da Capacidade de Uso da Terra. Um ensaio metodológico de Cartografia Temática. (reproduzido de SIMIELLI, 1978 - p.18).....	40
5. Método de planejamento ambiental de Mac Harg.....	41
6. Metodologia para determinar os usos preferenciais; fonte: SHORT (1986).....	45
7. Esquema da interrelação entre os diagnósticos componentes do DIBH, segundo a metodologia do CIDIAT & MARNR (1984).....	58
8. Gráfico da equação da reta relacionando os valores obtidos com a fórmula descritiva (unidades de risco de erosão) e o valor crítico de erosão.....	62
9. Classificação das Zonas de Vida, segundo L. Holdridge, citada em MARNR (1978).....	66
10. Representação gráfica da relação entre o coeficiente de Fournier e a degradação específica, causada pela chuva (MARNR & CIDIAT, 1984).....	68
11. Figuras geométricas aplicadas à avaliação da declividade média em bacias hidrográficas. Reproduzido de LLANO & CRIADO (1968 - p. 54).....	78
12. Representação gráfica hipotética do relevo de três bacias hidrográficas distintas. (Reproduzido de LLANO & CRIADO (1968 - p. 55).....	79
13. Gráfico da relação entre a velocidade média de deslocamento das partículas e o diâmetros das mesmas Reproduzido de HJULSTROM, 1935. (In.: BIGARELLA & MAZUCHOWIKY, 1985)..	86.....64
14. Nomograma de Wischmeier et alii (1971), para avaliação do fator K de erodibilidade. Reproduzido de LEPRUN, 1981 - p.27.....	86
15. Localização da Bacia do Rio do Cedro.....	99

16. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Situação.....	100
17. Perfil longitudinal do rio do Cedro.....	101
18. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Setorização.....	102
19. Bacia do rio do Cedro - Mapa Hipsométrico.....	104
20. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Declividade.....	105
21. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Cobertura Vegetal Original.....	108
22. Bacia do rio do Cedro - Mapa do Uso da Terra em 1988.....	110
23. Mapa do uso da terra em 1988, da bacia do rio do Cedro, obtido por impressão computadorizada de imagem digital do satélite LANDSAT TM -5.....	116
24. Mapa do uso da terra em 1988 da bacia do Cedro fotografia do vídeo do SITIM de imagem digital do satélite LANDSAT TM - 5.....	117
25. Bacia do rio do Cedro - Mapa de uso da terra em 1957.....	123
26. Bacia do rio do Cedro - Mapa de uso da terra em 1978.....	124
27. Curvas hipsográficas dos setores A, B e C, com indicação da altura média (H).....	127
28. Localização das estações pluviométricas em relação à bacia e o traçado dos polígonos de Thiessen.....	130
29. Precipitação média mensal das Estações de Brusque, Nova Trento e Botuverá, entre 1978 e 1987.....	132
30. Bacia do rio do Cedro - Mapa geológico.....	134
31. Bacia do rio do Cedro - Foto de imagem multiespectral, digital, do satélite LANDSAT TM - 5 de 27/03/1988; bandas 4d3, 5 e 7, com realce da geomorfologia.....	137
32. Bacia do rio do Cedro - Mapa Geomorfológico.....	138
33. Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de solos para análises granulométricas (G) e para análises químicas (Q).....	140
34. Gráficos das análises granulométricas realizadas em 17 amostras de solos da bacia do Cedro.....	142, 143, 144
35. Relação entre o efeito da velocidade da corrente sobre os sedimentos de acordo com as distintas granulações. Baseado em HJULSTRÖM (1935, In.: BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985).....	148

36. Gráfico dos percentuais simples da suscetibilidade da textura à erosão do solo superficial.....	148
37. Bacia do rio do Cedro - Mapa do Potencia erosivo do Solo.....	151
38. Gráfico do balanço hídrico da estação de Botuverá, Nova Trento e Brusque.....	160
40. Bacia do rio do Cedro setorizada e as respectivas fórmulas descritivas.....	163
40. Gráfico da equação da reta.....	164
41. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Conflitos de uso da terra.....	167
42. Bacia do rio do Cedro - Mapa de Uso Racional da Terra.....	169

1. INTRODUÇÃO:

Este estudo foi desenvolvido com base em necessidades atuais, de se encontrar metodologia apropriada para diagnosticar o meio físico com fins conservacionistas de pequenas bacias hidrográficas catarinenses.

Procura ser um subsídio metodológico aos trabalhos atualmente em andamento, especialmente por parte de empresas estatais, que atuam em planejamento conservacionista de microbacias.

O trabalho analisa diversas metodologias para avaliação do meio físico, comenta detalhadamente a metodologia para o diagnóstico Físico-Conservacionista de bacias hidrográficas, desenvolvida pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Aguas e Terras (CIDIAT) e Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR) da Venezuela. Esta última metodologia, foi adaptada para ser aplicada à uma pequena bacia hidrográfica Catarinense.

A área-teste utilizada para a aplicação da metodologia proposta, é a bacia do rio do Cedro (afluente do Rio Itajaí Mirim) com 6.724 hectares, pertencente ao município de Brusque-SC. Na escolha da área, não foi levado em consideração qualquer característica específica da bacia, uma vez que a metodologia proposta, pretende ser aplicável a qualquer microbacia catarinense. A escolha deu-se, em virtude de que na mesma já se desenvolviam trabalhos de extensão, integrados ao Programa Estadual de Microbacias, desenvolvido por empresas da Secretaria da Agricultura, Abastecimento e Irrigação de SC.

Este estudo apresenta duas grandes abordagens: a primeira refere-se aos recursos naturais da área-teste, de forma a contribuir para o conhecimento da mesma; apresenta dentre outras a metodologia do Diagnóstico Físico-Conservacionista, discutindo a obtenção de seus parâmetros (capítulo 2); a segunda, trata da aplicação da metodologia adaptada a partir da metodologia venezuelana (capítulo 3), resultante do estudo apresentado no capítulo 2.

O diagnóstico do meio físico da bacia, preocupa-se fundamentalmente com a manutenção de recursos naturais

renováveis (água, solo e vegetação).

No estudo dos parâmetros para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, elegeu-se indicadores (parâmetros) potenciais de proteção ou de degradação dos recursos naturais renováveis da bacia hidrográfica. Os parâmetros foram selecionados em virtude de sua capacidade potencial intrínseca de contribuírem e/ou refletirem a degradação dos recursos naturais renováveis, de uma bacia hidrográfica. Assim sendo, considerou-se quatro fatores potenciais naturais de degradação física e a partir deles, definiu-se sete parâmetros componentes da fórmula descritiva do estado físico-conservacionista da bacia. São eles:

I - Vegetação; considerada sob dois aspectos:

a) pelo grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a cobertura vegetal original dos setores da bacia (definiu-se o parâmetro CO);

b) pelo grau de proteção da cobertura vegetal fornecido ao solo (definiu-se o parâmetro CA).

II - Clima; considerado sob dois aspectos:

a) pela erosividade da chuva (definiu-se o parâmetro E);

b) pelo balanço hídrico dos setores da bacia (definiu-se o parâmetro BH).

III - Características geológicas e pedológicas; consideradas sob dois aspectos:

a) pela suscetibilidade da textura à erosão, associada à declividade (definiu-se o parâmetro PE);

b) pela densidade de drenagem (definiu-se o parâmetro DD).

IV - Características do relevo; considerado em termos de declividade média (parâmetro DM), observando-se também a geomorfologia, a curva hipsométrica, a altura média, o coeficiente de massividade e o coeficiente orográfico.

Os fatores antrópicos apresentam influência marcante sobre o estado de conservação física em que se encontra a área. Entretanto, considerou-se que tal influência, pela importância que apresenta, merece estudos específicos e aprofundados, o que poderia ser feito através de um diagnóstico sócio-econômico da bacia. Do mesmo modo, sabe-se

que para a realização de um diagnóstico integral da bacia hidrográfica, há necessidade de outras abordagens sobre os fatores de degradação dos recursos naturais renováveis. Neste contexto, o diagnóstico físico-conservacionista apresenta-se como um componente, que poderá embasar os demais que farão parte do diagnóstico integral da bacia.

Enfim, com base na metodologia desenvolvida pelo CIDIAT-MARNR/Venezuela, adaptou-se e aplicou-se a metodologia para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas da bacia do rio do Cedro, considerando-se fatores potenciais naturais de degradação física.

Finalmente, a partir da metodologia adaptada e aplicada na bacia do rio do Cedro, nos capítulos 4 e 5, discute-se os resultados obtidos, com vistas à aplicação da mesma em outras pequenas bacias hidrográficas.

2. A OCUPAÇÃO DA BACIA DO RIO DO CEDRO E A INFLUENCIA SOBRE OS SEUS RECURSOS NATURAIS RENOVAVEIS:

Desde muito tempo, um dos graves problemas de degradação dos recursos naturais renováveis, é a erosão, podendo ser um dos motivos da queda das primeiras civilizações. As regiões que no passado, tiveram desenvolvimento arrojado como Mesopotâmia, nordeste de Bagdá, planícies da Síria e Arábia, Palestina, norte da Africa e outras, e que atualmente correspondem a grandes áreas improdutivas ou desérticas, provam com suas ruínas, que foram bastante férteis e capazes de sustentar populações numerosas (BERTONI & LOMBARDI, 1985).

Com o descobrimento da América, os colonizadores compreenderam claramente a quantidade e a qualidade dos recursos naturais do Novo Mundo. Certamente pela abundância e pela impressão de serem esses recursos inesgotáveis, os conquistadores mostraram um caráter depredador. A colonização portuguesa e espanhola é caracterizada pela apropriação dos recursos naturais, em troca da devastação e destruição da natureza originalmente existente, desrespeitando princípios de conservação do solo, da água ou da vegetação (HIDALGO, 1985).

O Brasil, segundo, BERTONI & LOMBARDI (1985),

"apesar de sua juventude e da vastidão de seu território, já apresenta em sua curta história e no rastro de suas explorações agrícolas, comprovações irrefutáveis e sinais evidentes da gravidade do problema de declínio da fertilidade de suas terras"
(BERTONI & LOMBARDI, 1985 - p.10,11)

Vários grupos de imigrantes europeus povoaram vastas regiões do Brasil. Em Santa Catarina, grande parte de seu território foi colonizado por imigrantes alemães e posteriormente italianos.

A crise por que passava o povo europeu no século passado, especialmente os de língua alemã, a concentração de terras pela aristocracia européia, o regime político absolutista e o mito das fabulosas riquezas naturais brasileiras, levaram um grande contingente populacional alemão, a se estabelecer no Brasil, principalmente em fins do séc. XIX (PIAZZA, 1986).

A colonização do Vale do Itajaí-Açú iniciou-se em 1850, com a formação da Colônia Blumenau. Em 1860 foi a vez da colonização do Vale do Itajaí Mirim, facilitada pela navegabilidade deste rio, na maior parte de sua extensão. A colônia passou a ser chamada pela população de Colônia "Brusque", em homenagem ao Presidente da Província Francisco Carlos de Araújo Brusque. Juntaram-se a eles os imigrantes italianos e franceses, a partir de 1875. Em 1890 a colônia passou a chamar-se oficialmente Brusque, onde já era notável o crescimento econômico, antes baseado no excedente da produção agrícola e artesanal, que evoluiu para unidades fabril familiares e posteriormente às indústrias têxteis atuais.

Cita o médico naturalista J. J. Von Tschudi¹ em anotações sobre sua visita à colônia Brusque entre 1860 e 1862 que :

" as condições das terras são menos favoráveis que em Blumenau porque a região é mais montanhosa, os vales são mais estreitos. O solo, contudo, é mais frutífero e dá ao colono suficiente subsistência" (TSCHUDI, 1862 in. PIAZZA, 1986 - p. 64).

A tradição tecelã que existia desde 1862, ampliou-se com a vinda de tecelões poloneses de língua alemã. Os imigrantes italianos, que superaram em número os demais grupos de imigrantes, passaram então a dedicar-se à produção agrícola mais especificamente, à cultivar produtos de subsistência para as populações urbanas e para exportação. Entre eles está o milho, cultivado de forma tradicional, o arroz, a uva, o bicho-da-sêda, a amoreira e o fumo; destacando-se como produtos de exportação o arroz, a erva-mate, a farinha de mandioca, o açúcar, o fumo, a banana.

A exploração da madeira também destacava-se no quadro econômico do município de Brusque. O Dr. Von Tschudi ressaltou em seus registros, a excelente qualidade das madeiras então existentes no Vale do Itajaí Mirim, no início da década de 1860, cortadas e exploradas na época por 14 serrarias do vale (PIAZZA, 1986).

¹Johann Jakob Von Tschudi, era médico e naturalista suíço, que visitando o sul do Brasil entre 1860 e 1866, deixou importantes registros sobre as colônias de Santa Catarina (in.: PIAZZA, 1986).

O colonizador Constâncio Krumel em 1923, recebeu do governo do Estado a concessão de 6 mil hectares de terra, no braço sul do alto Itajaí Mirim (PIAZZA & HÜBNER, 1983). Encaminhou para a área colonos de origem alemã, provenientes do Vale do Capivari (tributário do Rio Tubarão) e descendentes italianos de regiões próximas.

"Naquele local vai se desenvolver uma atividade extrativista da madeira, que ocasionou nestes últimos cinquenta anos, um virtual desmatamento, cujas florestas foram substituídas, paulatinamente, por uma agricultura de subsistência."(PIAZZA & HÜBNER, 1983 - p.128).

Era de interesse do governo brasileiro no início da ocupação das terras, que os imigrantes se estabelecessem em áreas de floresta das províncias meridionais, que fossem pequenos proprietários, que usassem a mão-de-obra familiar e não competissem no mercado de escravos e nem na criação de gado.

"O povoamento não foi um processo espontâneo como muitos pensam, mas sim controlado rigidamente pelo Estado ou por companhias de colonização particulares com regras definidas por lei; uma legislação que mudou com certa frequência as regras do sistema, o que também deve ter causado não poucos transtornos" (SEYFERTH, 1986 - p534).

A área ocupada pela colônia "Brusque" em 1860, estava totalmente recoberta pela "Mata Atlântica" ainda virgem, sendo desmatada em ritmo crescente, especialmente a partir do início do séc, XX. Nesta época, intensificou-se o uso das queimadas, da extração da lenha e aumentou o número de serrarias. Aquela exuberante cobertura vegetal passou a restringir-se às áreas que não puderam ser aproveitadas pela agricultura, por limitações do relevo ou da fertilidade. O relevo acidentado representou um obstáculo ao aproveitamento agrícola das terras do Vale do Itajaí Mirim, uma vez que os terrenos planos e alagadiços, próprios à lavoura e pecuária, limitavam-se às margens do curso inferior deste rio.

Na venda e distribuição de lotes aos colonos imigrantes, não era dada qualquer importância à fertilidade das terras (SEYFERTH, 1974). Ao chegar na colônia, o imigrante comprava por concessão provincial, às vezes com certa demora, um lote de terra em torno de 15 a 30 ha., de

formato alongado, com largura entre 200 e 300 metros, estendendo-se desde a margem do rio até a linha de cumeeada. Neste processo não era dado qualquer importância à fertilidade das terras (SEYFERTH, 1974).

Os imigrantes alemães estavam despreparados para explorar terras com mata virgem e despovoadas, realidade esta, muito diferente daquela existente na terra natal na mesma época. Não dispunham de equipamentos necessários ao trabalho, nem técnicas agrícolas ou roupas adequadas à região. Não podiam contar com a tração animal, pois tal recurso era geralmente muito caro ou inexistente.

Descrevendo a admiração e o temor do imigrante alemão ao receber seu lote de terra, MIRA (1920) escreveu:

"modestos como chegavam, eram conduzidos para os núcleos coloniais onde lhes era dada residência provisória uma pequena casa de madeira, alguns instrumentos agrários e a floresta bravia à espera de trabalho. A primeira sensação do colono devia ter sido de estupefação e de medo da natureza luxuriante, cheia de sombras e árvores colossais. Mas elle se atirava à desbravá-la, e a cada manhã ao surgir do sol se extasiava na sua obra de avançamento" (MIRA, 1920 - p.228).

A floresta era considerada como uma grande inimiga do colono, cuja destruição ele se orgulhava em realizar.

E assim após a derrubada, os ramos menores eram deixados secar ao solo e a madeira era retirada. Após seis a oito dias, os ramos eram queimados e a cinza resultante, usavam na adubação. Prosseguia um policultivo essencial à subsistência da família e apenas um pequeno excedente era vendido.

Os vales apertados, as pequenas e restritas áreas de várzeas, a distância do mercado consumidor, levaram o colono à desenvolver um sistema de cultivo para subsistência, com reduzidas condições de progresso econômico. O cultivo no mesmo solo era contínuo por dez ou mais anos e posteriormente ficava em repouso com pasto ou capoeira, sendo que os cultivos desenvolviam-se em outra área da propriedade (SEYFERTH, 1974). Em virtude do pequeno tamanho da propriedade, o período de repouso era curto e este terreno voltava a ser trabalhado, (sistema de rotação de terras) cultivando-se as mesmas espécies, sem qualquer tipo

de adubação.

O Vice-Presidente da Província de Santa Catarina em 1877, Dr. Ermírio Espírito Santo, em relato sobre a colônia Brusque cita:

"Nos primeiros anos, depois das derrubadas, des-cortinaram-se terrenos fertilíssimos; em seguida, vieram as chuvas e lá se foi o humus fecundo, ficando ao lavrador a terra que só pode produzir a poder do arado e de estrume" (SANTO, 1877, in.: CABRAL, 1958 - p.293).

O solo então, foi empobrecendo e as espécies mais exigentes em fertilidade (milho, cana-de-açúcar e fumo), foram sendo substituídas por feijão e batatas e posteriormente pela mandioca, que se adapta em terrenos pobres. O sistema de rotação de culturas utilizado na época da colonização, era antes para aproveitar a terra ao máximo, que necessariamente para tentar recuperar o solo desgastado.

"Houve não só o fracasso da plantação de cereais e da batata conhecida como "inglesa", como também a floresta densa e a técnica da coivara impediam a utilização racional do arado (...). Se por um lado, a burocracia governamental e a falta de verbas para a colonização consistiam em grave problema, por outro lado a organização do trabalho agrícola sob novas bases foi o teste mais difícil e também o mais problemático, uma vez que os imigrantes alemães adotaram uma técnica de cultivo das mais predatórias que existem: a coivara (ou a derrubada-queimada), comum no meio rural brasileiro que com propriedade foi chamado pelos alemães de "Raubbau" (agricultura de rapina). A adequação à este método de cultivar a terra foi provavelmente inevitável em face da floresta. O insucesso do cultivo de cereais europeus (como cevada, trigo, centeio e aveia) determinou a utilização de plantas nativas como o aipim, a batata-doce, a cana-de-açúcar, etc..." (SEYFERTH. 1978 - p.40).

Sem dúvida, a agricultura era a subsistência do colono e de sua família. Embora o excedente da produção fosse reduzido, este representava sua única fonte de renda. A pecuária era atividade secundária, composta por aves, porcos e vacas leiteiras, destinada ao consumo doméstico. Este pequeno excedente da produção agrícola, o colono comercializava com o vendeiro, que definia o preço, geralmente muito abaixo do real. O pequeno capital circulante concentrava-se, na maioria dos casos, nas mãos dos vendeiros, que aos poucos foram enriquecendo. E foi a

partir desta capitalização que se inicia a implantação da indústria têxtil em Brusque no ano de 1892, motivada pelos altos preços das roupas e tecidos nas regiões coloniais, além de encontrar na própria colônia um favorável mercado consumidor (SEYFERTH, 1974).

No início do séc. XX, já era sentido o enfraquecimento da atividade agrícola, agravado pelo esgotamento dos solos e escassez de novas áreas para expansão agrícola. Nesta época também, a atividade agrícola vai sendo reduzida e a extração da madeira começa a ser uma das bases da economia local (LAGO, 1960).

"Boas terras existiam no vale do Cedro e mais longe, no vale do Tijucas. A área maior (...), era acidentada, montanhosa, de difícil aproveitamento para uma lavoura que permitisse a subsistência e o comércio com o produto excedente. A mata foi assim, o recurso extremo de muitos colonizadores. Mas o aproveitamento foi desordenado, sem planejamento..."(GEVAERD, 1979 -p.3)

A indústria, passa a atrair os colonos, especialmente os artesãos, que na esperança de trabalharem por um salário, vão fazendo da indústria sua fonte de renda principal. Embora não se desligando totalmente da atividade agrícola, o colono passou a dedicar apenas o excedente de seu tempo à esta atividade. A indústria em Brusque, dá início a um processo de desruralização no município, a partir do início do século XX. O colono, agora também operário, continua a morar no campo mesmo tendo que percorrer diariamente alguns quilômetros até a indústria. Desenvolveu-se assim, um movimento pendular, no sentido campo-cidade ao mesmo tempo que multiplicaram-se o número de camponeses operários. A agricultura, seja pelo surgimento da indústria têxtil, seja pelo esgotamento do solo agrícola, pelo relevo acidentado ou pela escassez de terras para as gerações seguintes dos imigrantes que se instalaram no Vale do Itajaí Mirim, perdeu sua importância no quadro econômico do município de Brusque. As famílias que continuaram retirando da terra o seu sustento, atualmente cultivam espécies de interesse industrial como mandioca e fumo (SEYFERTH, 1974).

E assim, a atividade agrícola foi enfraquecendo a tal ponto, que atualmente o município de Brusque produz apenas

10% do que consome (LOPES SOBRINHO, comunicação pessoal em 11/09/1989)², deixando de ser essencialmente agrícola para ser caracteristicamente industrial.

Decorrido mais de um século da entrada dos primeiros imigrantes colonizadores no território catarinense, o desmatamento desordenado ainda persiste. Brusque conta com 27 empresas e cerca de 20 a 30 estufas de fumo consumidoras de lenha e mais de uma dezena de madeireiras que consomem madeiras do município e de regiões vizinhas. Embora haja obrigatoriedade de reflorestamento, tanto por parte de lenheiros como de empresas, não há fiscalização apropriada. Somente três indústrias possuem reflorestamento para auto-consumo (LOPES SOBRINHO, comunicação pessoal em 11/09/1989).

Em termos estaduais a situação não é diferente. Cerca de 10 mil hectares de cobertura vegetal do Estado, são devastados todos os anos (Jornal O ESTADO, 26/06/88). Atualmente, apenas 10% do território catarinense é coberto com florestas nativas, que no passado ocupavam 85% deste mesmo território (CARUSO, 1983).

Muitos problemas sócio-econômicos são derivados de efeitos causados pela degradação dos recursos naturais renováveis, embora quase nunca seja feita tal relação.

É a cidade que recebe este contingente populacional, que teve seu padrão de vida no meio rural rebaixado à níveis insuportáveis, consequência de um ambiente degradado pela própria ação antrópica.

Embora a degradação dos recursos naturais do meio rural tenha causado problemas sociais, o parcelamento do solo (reduzindo a área útil para agricultura), a falta de áreas disponíveis para as gerações seguintes, a mecanização da agricultura dispensando grande parte da mão-de-obra e o desenvolvimento industrial, são fatores que acentuaram o êxodo rural. De qualquer modo, o esgotamento do solo pelo uso intensivo e o descaso em sua recuperação ou manutenção do nível de fertilidade, chega ao ponto de uma família não mais poder sustentar-se naquela propriedade, como faziam

² Essas informações foram obtidas através de entrevista com o Secretário Municipal da Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente de Brusque - Dr. Osmar Lopes Sobrinho, em 11/09/1989.

seus antepassados. A disponibilidade dos recursos naturais não está mais em relação harmônica com a densidade populacional e tal contingente necessita de outras atividades economicamente rentáveis.

Processo semelhante vem ocorrendo em relação à população do meio rural no município de Brusque. Segundo LAGO (1960), o êxodo da população do campo talvez esteja fornecendo alguma "vantagem" em termos de densidade populacional no meio rural do município de Brusque:

"O número de colonos caboclistizados, ainda que nos pareça ser reduzido, não espelha a realidade, porquanto o êxodo rural atua como fator de equilíbrio, mesmo considerando-se que o deslocamento de populações rurais seja decorrente da exaustão dos solos, sob práticas agrícolas em grande parte rudimentares e destrutivas" (LAGO, 1960 - p.354).

A necessidade de se dar relevância à conservação dos recursos naturais renováveis, torna-se cada vez mais profunda. Para tanto, especialmente o governo através de seus órgãos competentes deve tomar decisões definitivas que resistam às instabilidades da economia e da política nacional embasadas em ações científicas e interdisciplinares, viáveis e adaptadas à realidade brasileira. Na falta de tais decisões e ações, os reflexos da degradação do ambiente rural continuarão a insidir sobre o ambiente social urbano .

Por mais processos artificiais por que passe um produto, este sempre terá sua origem em algum recurso natural. É a partir desses recursos que o homem gera a economia de uma nação.

No uso da terra para fins econômicos ou de subsistência, consome-se biomassa e nutrientes do solo, que quando mau aproveitados e sem a devida reposição, desconsiderando o uso de técnicas conservacionistas, gera-se um processo de depauperamento gradativo desse recurso natural. Talvez pela contabilização dessas perdas através do levantamento de indicadores, poderia se avaliar com maior precisão esse "progresso" econômico e com isso modificar políticas, em favor dos recursos naturais.

Para os países do Terceiro Mundo, especialmente os grandes exportadores de matérias-primas, a contabilização de

tais perdas seria bastante interessante. ALMEIDA (1986) relaciona muito bem a degradação ambiental nos países subdesenvolvidos, em favor do crescimento econômico:

"Se o desenvolvimento tecnológico, responsável por tão profundas alterações ambientais, legou um razoável nível de vida para as populações dos países desenvolvidos, o mesmo não ocorreu para as populações do Terceiro Mundo. Como importadores de tecnologia e capital e, basicamente fornecedores de matérias-primas e alimentos, os países subdesenvolvidos, entre eles o Brasil, assistem a uma degradação ambiental sem um concomitante desenvolvimento econômico capaz de melhorar as condições de vida da população" (ALMEIDA, 1986 - p.59 e 60).

Observando especificamente o desenvolvimento da economia brusquense, BUCHELE Jr.(1960), cita que no início da colonização, Brusque era uma região essencialmente agrícola. Com o desenvolvimento da indústria têxtil e o esgotamento dos solos agrícolas (agravado pela erosão, uso de técnicas predatórias como queimadas e rotação inadequada de culturas, não utilização de adubos, terrenos acidentados, parcelamento e uso intensivo do solo), a pecuária, a extração de madeira e a própria agricultura, foram levadas à um segundo plano como atividades econômicas da população. A produção agrícola e pecuária brusquense passam a ser apenas de subsistência, não sendo suficiente para atender a demanda do município, fazendo-se necessário a importação de produtos agrícolas de outras regiões (BUCHELE Jr., 1960).

Pesquisas realizadas pela prefeitura municipal de Brusque em 1988, indicam que a extração de lenha para abastecimento de estufas de fumo que são em torno de 20 a 30, indústrias têxteis e olarias, chega a ser de 160.000 m³/ano. Algumas empresas (Büttner S/A, Renaux S/A e Companhia Industrial Schlosser S/A), possuem reflorestamento próprio para auto-abastecimento. A prefeitura de Brusque em conjunto com empresas e proprietários de terra, está desenvolvendo um Plano de Reflorestamento, que pretende reflorestar com 200.000 mudas de espécies nativas, áreas de preservação permanente (margens de rios, nascentes, etc.). Para tanto, já conta em seu horto florestal, com viveiro de mudas (LOPES SOBRINHO, comunicação pessoal em 11/09/1990).

Atualmente, o município de Brusque conta com uma

população estimada em torno de 47.307 habitantes³ e produz apenas 10% do consumo em termos de produtos agrícolas, o restante é importado (PR, SP, MG, outros municípios de SC, etc.). Em algumas comunidades da bacia do rio do Cedro, apesar de ser a segunda região agrícola do município de Brusque, é comum a população comprar hortaliças provenientes de outros municípios, pois até mesmo o cultivo para subsistência está desaparecendo. Ainda assim, a bacia do rio do Cedro é considerada segunda região agrícola do município (LOPES SOBRINHO, comunicação pessoal em 11/09/1989).

A indústria levou à um processo de "desruralização" do homem do campo, embora que por volta de 1960 a agricultura ainda ocupasse o maior número de pessoas. Como nos tempos coloniais, a agricultura agora em declínio, se caracteriza pela policultura, atualmente em propriedades de área bastante reduzida em relação àquelas trabalhadas pelos imigrantes, devido ao parcelamento do lote colonial. Como produtos produzidos na região, cita-se a cana-de-açúcar, o fumo, a mandioca, o milho, o pepino, a banana, a batatinha, o feijão, a batata-doce, a abóbora, o arroz de irrigação, a laranja, a bergamota, o pêssego e a uva. Sobressai-se o milho usado para subsistência da propriedade, a mandioca destinada aos engenhos de farinha e fecularias, o fumo que substituiu culturas tradicionais por seu rendimento pecuniário, a batata doce e a batatinha para consumo doméstico tradicional e a cana-de-açúcar, que cultivada em pequena escala, é usada na produção de açúcar para subsistência e alimentação animal. A pecuária, bastante restrita ao consumo doméstico, é praticamente inexistente como criação de gado de corte (BUCHELE Jr., 1960) (PREFEITURA MUNIC. BRUSQUE/SECR. DESENV. ECONÔMICO DO ESTADO, 1973).

As atividades extrativas, embora já tenham ocupado lugar de destaque, desde a década de 50 não são mais expressivas. Continua a existir entretanto, intensa extração de lenha, cuja exploração resulta num aumento da área com capoeira.

É na indústria têxtil que a economia de Brusque mais se

³.Dados estimados do IBGE, para 1989 (IBGE, 1987. Informações Básicas - Ano de referência 1987).

desenvolve, mobilizando grande quantidade de mão-de-obra (BUCHELE Jr., 1960).

O município é considerado atualmente o segundo maior produtor de fios e tecidos do Estado de SC., por isso conhecido como "a cidade dos tecidos" e "berço da fiação catarinenese", muito embora a indústria metalúrgica também tenha ocupado certo espaço a partir dos anos 80⁴.

Na região compreendida pela bacia do rio do Cedro, os dados locais mais recentes indicam o milho, a mandioca e o fumo como os cultivos mais expressivos, sendo os dois últimos exportados para outros estados. LAGO, 1960, cita que a produção de cana-de-açúcar é destinada para produção de açúcar mascavo, aguardente e principalmente para alimentação bovina. O arroz é praticamente inexistente e o feijão, consorciado com o milho, destina-se ao consumo doméstico. Pelo desgaste dos solos e relevo acidentado, os cultivos de milho, fumo e mandioca concentram-se nas áreas planas, formadas pelos terraços fluviais. Na bacia do rio do Cedro, segundo LAGO (1960):

"a agricultura plenamente em decadência, contrasta com os tipos de habitação de relativo conforto, o que se deve ao fato de grande porcentagem de seus moradores serem operários das indústrias no centro urbano brusquense." (LAGO, 1960 - p.344).

"Já aventamos algumas razões, relacionadas à acelerada erosão que se processa nos solos, em grande parte devido ao incontrolável desmatamento para fins comerciais e dos métodos agrícolas que não apresentaram evolução suficiente para apagar as características do rudimentarismo caboclizado. A diminuição generalizada da produtividade das zonas rurais oferece um aspecto de áreas saturadas, o que tem motivado o fenômeno comum do movimento brasileiro - o êxodo rural". (LAGO, 1960 - p.30).

Outro recurso natural que o território de Brusque possui como economicamente viável, é a existência de abundantes fluxos de água permanentes. Utilizada pela população rural para o consumo doméstico e das criações, a água também gera energia para pequenas indústrias de produtos agropecuários (serrarias, atafonas, engenhos de açúcar, fecularias e beneficiamento de arroz). Entretanto, a vegetação nativa da área, é a grande responsável pela

⁴. Informações pessoais fornecidas por funcionário do IBGE/Brusque em setembro/1989.

manutenção desses fluxos. Com o desmatamento, ocorrem alterações no regime hidrológico, causando irregularidades na intensidade dos fluxos, levando à redução da energia hidráulica obtida desses cursos d'água (LAGO, 1960).

No afã de estimular cada vez mais o desenvolvimento econômico, as políticas governamentais ignoram a existência de limites ecológicos, o que impede um progresso racional. Muitas vezes, tais políticas desconsideram que esse crescimento econômico deva ser função das necessidades do homem e que se assim não for considerado, este passa a representar um aumento irreal das satisfações sociais e do bem estar da comunidade.

Uma política coerente de preservação dos recursos naturais renováveis, não deve conduzir apenas à processos que fomentem a reciclagem, eliminação ou redução de produtos que degradam o ambiente, mas deve promover a saúde, o bem estar do homem e o desenvolvimento econômico compatível com o equilíbrio ambiental; deve ser orientada quanto à prevenção de problemas futuros, antes que o próprio ambiente o exija.

Parâmetros conservacionistas podem proporcionar uma visão dos benefícios reais quando comparados com a contabilização dos gastos com a conservação ambiental. A avaliação dos efeitos ecológicos na elaboração de qualquer projeto, deve ser considerada nas primeiras etapas de elaboração do plano e durante todo o seu desenvolvimento (I.U.C.N., 1984).

De 30 anos para cá, manifestações em torno da questão ambiental, estenderam-se do meio científico, econômico ou político, para população independente da especialidade.

As manifestações em torno da questão ambiental, aliadas aos efeitos legados ao ambiente decorrentes do "progresso", levam à formulação de regulamentos, leis e políticas na intensão de proteger o ambiente e os recursos naturais. Entretanto, para a estruturação desta legislação, BRANCO & ROCHA (1987) recomendam que a política adotada em um país ou região "...parta de uma estruturação legal e institucional originada no poder federal ou central com caráter normativo" (p. 174).

Nesta estruturação devem ser previstos órgãos como o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) que possuam o devido respaldo federal, para atuar adequadamente. Com esta organização, poderá se desenvolver organismos de execução, responsáveis na proteção dos recursos naturais em conjunto ou separadamente, o que pode ser definido a partir de programas. Muitas vezes, certas medidas de proteção ambiental, devem ser tomadas e executadas pelo escalão municipal ou mesmo local.

Uma política de proteção dos recursos naturais, deve se fixar na ação do homem sobre o ambiente, na intensão de nortear manejo adequado, racionalizando o uso desses recursos e quando necessários corrigindo manejos inadequados. Deve propiciar um aumento de produtividade, elevação do nível técnico de produção conciliado com as técnicas conservacionistas, o que sem dúvida se refletirá na melhoria do padrão de vida da população seja rural ou urbana.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente , elaborado pela CEPAL (Comissão Econômica para América Latina e Caribe), objetiva integrar a problemática ambiental nas estratégias políticas, programas e ações dos países da América Latina e Caribe. Ressalta que para o desenvolvimento de políticas conservacionistas é necessário o conhecimento dos elementos influentes no crescimento econômico do país e suas relações com os recursos naturais; a distribuição da renda da população e a influência desta na preservação do ambiente: a importância da economia externa e seus efeitos na proteção dos recursos naturais; o funcionamento da estrutura econômica frente ao manejo racional do ambiente; o nível de educação da população e o modo de produção dominante; e finalmente qual a predominância das relações sociais e técnicas da sociedade bem como sua avaliação frente a preservação ambiental. Todas as questões relacionadas são indispensáveis para o bom desempenho de uma política de proteção do ambiente. "La dimension ambiental se incorpora en la medida en que sea considerada como una cuestion política" (CEPAL, 1987 - p.2). A CEPAL através deste programa da ONU para o meio ambiente, ressalta ainda

que nenhum país da América Latina vem executando algum programa nacional de proteção do patrimônio nacional ou cultural, programas esses que poderiam ser bons instrumentos para planejadores e aqueles responsáveis por decisões político-econômicas.

A percepção da problemática ambiental é sentida distintamente entre os diferentes grupos sociais. Por isso, é importante e necessário denúncias por parte da comunidade, que muitas vezes sente os problemas mais de perto do que o político que possui o poder legal para tomar decisões. A este cabe então atenção e sensibilidade para perceber a profundidade da questão.

"As metas do governo somente poderão ser concretizadas, se paralelamente existir uma comunidade organizada, preocupada com o uso racional do meio ambiente" (BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985 - p.19).

Atualmente cada Estado da federação, já conta com um órgão público próprio de proteção ao meio ambiente. Entretanto, ainda se confirma o que disse MONTEIRO (1981):

"...falta ainda uma legislação unificada que fixe claramente os objetivos e determine a área de competência dos órgãos responsáveis - sem esquecer a solução dos problemas da carência de recursos econômicos e humanos para que o "aparatus" estatal possa realmente conduzir e efetivar uma política ambiental" (MONTEIRO, 1981 - p.33).

A nível estadual, Santa Catarina possui a Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA), à qual vincula-se a Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA), o Conselho Estadual de Tecnologia e Meio Ambiente (CETMA) e o Conselho de Recursos Hídricos (CRH). Através da FATMA, criada em 1975, a SEDUMA protege, fiscaliza, analisa e aprova projetos, autoriza a implantação de atividades industriais, executa análises laboratoriais, laudos técnicos, efetua vistorias, cadastra atividades que influem no meio ambiente. Poderá ainda, celebrar convênios com órgãos governamentais (federal, estadual e municipal) com o objetivo de executar e fiscalizar serviços relativos ao meio ambiente. Já ao CETMA, cabe baixar por resolução, normas sobre a tramitação interna e julgamento dos processos

administrativos que tratam a legislação ambiental municipal (Fund. Amparo à Tecnol. e Meio Ambiente/Acessoria Jurídica, 1981).

As instituições ambientais entretanto, não só constituem por si mesma a resolução dos problemas do meio ambiente, mas são úteis ferramentas quando bem estruturadas técnico-financeiramente, no uso racional e conservação dos recursos naturais.

A nível de município, Brusque conta com o apoio da Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente, na preservação de seus recursos naturais e no futuro contará com um Conselho Municipal de Meio Ambiente, de acordo com exigência da lei orgânica municipal, promulgada em 4 de abril de 1990.

Para se promover o programa de desenvolvimento de uma nação, respeitando o seu ambiente natural, é indispensável uma legislação eficiente. No Brasil, as leis relacionadas à preservação do ambiente, têm se constituído em reações frente às necessidades setoriais e até mesmo frente à algumas emergências.

Quando existente, a legislação é muito abrangente, com interpretações duvidosas, às vezes conflitante com o ambiente, dependente de leis regulamentares e ainda, em muitos casos não é aplicada. Apesar de tudo, a lei já representa um compromisso governamental frente aos recursos naturais.

A Nova Constituição brasileira, promulgada em 5 de outubro de 1988, acrescenta o primeiro artigo sobre o meio ambiente, composto por seis parágrafos. Embora signifique um considerável avanço, comparando-se com as constituições anteriores, observamos que este artigo é um tanto quanto genérico, duvidoso e até mesmo audacioso para as condições brasileiras. Considerando-se por exemplo, o item I do parágrafo 1º e também o parágrafo 2º:

*"Art.225. Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
Parágrafo 1º: Para assegurar a efetividade desse di-*

reito incumbe ao Poder Público:

I - Preservar e restaurar processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas (...).

Parágrafo 2: Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a restaurar o meio ambiente degradado de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei" (Constituição da República Federativa do Brasil - 1988. p.98 e 99).

É interessante observar nos parágrafos acima, como a legislação é simplista quando trata de "processos ecológicos" e do "meio ambiente degradado". É como se considerasse que ambos pudessem ser restaurados como antigas edificações desgastadas pelo tempo. Esquece-se entretanto, que muitos processos de degradação ambiental são irreversíveis, que a perda de muitos ecossistemas é irrecuperável. Talvez nem mesmo a própria natureza, o tempo e as mais sofisticadas técnicas conservacionistas possam recuperar o que foi degradado. A legislação deveria ser mais específica, preocupando-se mais com os meios que com os fins. De nada servem as leis se não há tecnologia, recursos financeiros e humanos, nem fiscalização para fazer cumprí-la.

A concepção da legislação ambiental presente nesta constituição, mudará substancialmente se a execução das leis contar com grupos interdisciplinares, devidamente capacitados e remunerados para fazer acatar e vigiar o cumprimento das leis. Mas sem dúvida, é essencial que a legislação seja ecológica, econômica e socialmente adaptada.

ALMEIDA(1986), ressalta a validade do desenvolvimento científico frente à uma legislação ineficiente:

"Se de um lado as pesquisas científicas assumem grande relevância, estas nada valem se não for assumida uma postura política para defender e restabelecer a qualidade ambiental. Se a legislação vigente (Código Florestal, Código de Aguas, Código de Minas, etc.) é contraditória, incompleta e permissiva, é necessário discutí-la, revisá-la e aprimorá-la para que cumpra suas funções à contento" (ALMEIDA, 1986 - p. 60-61).

Embora a nova Constituição Brasileira mostre-se aberta, é flexível à interpretações ou descaminhos contrários ao que ela se propõe.

O Estado de Santa Catarina desde 1980 conta com uma legislação ambiental básica, composta por uma lei e um

decreto. A lei n. 5793 de 15 de outubro de 1980, dispõe sobre a melhoria e proteção da qualidade ambiental, estabelecendo normas gerais. Define que a FATMA ou outro órgão que venha a ser criado, deve manter serviços permanentes de segurança e prevenção de acidentes danosos ao meio ambiente. O decreto nº 14.250 de 05 de junho de 1981, regulamenta dispositivos da lei nº 5793 à respeito de conceitos de proteção de águas, do solo, da atmosfera e controle sonoro; das áreas de proteção especial e das zonas de reserva ambiental; das atividades empresariais; do controle da proteção ambiental; das infrações e penalidades, da formação do processo, do recurso e da execução das decisões; recolhimento das multas e por último das disposições gerais.

Tratando-se especificamente da legislação referente à cobertura vegetal brasileira, existe lei específica: o código florestal brasileiro. A história da proteção à vegetação brasileira é bem descrita por CARUSO (1983). Inicia-se em 1442, a partir de normas legais portuguesas que procuram regularizar e proteger as florestas e a prevenção de incêndios, Em 1502, Portugal determina que o pau-brasil, antes exportado indiscriminadamente, passa a ser feito apenas com autorização da corôa. Entretanto, a falta de fiscalização permite a exploração ilegal. Em 1697, Portugal assume o monopólio da extração comercial do pau-brasil, até 1834. Outra regulamentação foi feita pela corôa em 1754, agora não só protegendo o pau-brasil, mas como todas as árvores produtoras de madeira para construção naval em terras do governo. Em 1798, esta norma estende-se também para propriedades privadas. Dentre as espécies estão o Louro preto (*Cordia - trichotoma*), Cedro vermelho (*Cedrella fissilis*), Oleo vermelho (*Copeífera trapezifolia*) Canela preta (*Ocotea catharinensis*), Ipê (*Tabebuia avellanadae*; *T. pulcherrima*; *T. umbellata*), Peroba (*Aspidosperma pyricollum*) e outras. Mas o desmatamento prossegue, pois uma fiscalização rígida desagradaria os ricos fazendeiros, que mantinham os partidos Conservador e Liberal. Tais leis serviam apenas para preservar (quando conseguiam) interesses econômicos da corôa, sem qualquer objetivo de preservação

ambiental. Em 1889, já na República, revogam-se algumas leis, autorizando o desmatamento em propriedades privadas sem necessária autorização do governo. É entregue aos estados o domínio das terras devolutas e a autonomia de elaborar as próprias leis florestais. Em 1928, cria-se as áreas com florestas protetoras e as "reservas florestais". Somente em 1934 é criado o primeiro Código Florestal Brasileiro...

"...porém este código que deveria ter por finalidade limitar o desmatamento, incrementar o reflorestamento e estabelecer medidas de defesa do solo e da vegetação para a conservação das florestas, devido ao seu importante papel da manutenção da vida, vem ao contrário, legalizar a exploração irracional das florestas" (CARUSO, 1983 - p.138).

Dá vantagens às florestas homogêneas, desprotegendo as florestas heterogêneas e todo equilíbrio ecológico que ela sustenta. Somente em 1964 é que esse código é revogado e institui-se o Novo Código Florestal Brasileiro. Entretanto, CARUSO (1983) cita:

"...nele também se privilegia a implantação de florestas homogêneas em prejuízo das heterogêneas, o que vem favorecendo o desequilíbrio irreversível do ecossistema com a eliminação quase total da flora e da fauna primitivas" (CARUSO, 1983 -p.141).

Com ele, foi estimulada a destruição de florestas heterogêneas nativas, em favor de florestas homogêneas como reflorestamento com Pinus e o Eucaliptus.

A ineficiência da legislação se reflete claramente na situação ambiental dos países latino americanos.

A legislação ambiental estadual, antes de ter o caráter punitivo que apresenta, deveria ter aspectos positivos, incentivadores, sugerindo alternativas, criando subsídios em favor da proteção, conservação e uso racional do meio ambiente.

O município de Brusque, a partir de 4 de abril de 1990, conta com uma nova lei orgânica municipal.

A nova lei orgânica, em seu capítulo X, conta com 4 artigos sobre a preservação ambiental do município.

Cabe ao poder público do município:

- defender e preservar o meio ambiente e para tanto, deverá se articular junto à outros órgãos estaduais,

regionais e federais competentes;

- definir espaços territoriais a serem especialmente protegidos;

- exigir estudo prévio de impacto ambiental para permissão de instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação ambiental e fiscalizar atividades causadoras significativas no meio ambiente;

- na ordenação de seu território, cabe ao município identificar e fiscalizar a proteção e/ou recuperação de mananciais de água;

- levantar e mapear todos os recursos naturais e suas eventuais causas de degradação;

- impedir na forma da lei as diversas formas de poluição visual e sonora.

Com base na nova lei orgânica, o município de Brusque, contará com o Conselho Municipal de Meio Ambiente, órgão autônomo, deliberativo, formulador de política municipal de meio ambiente e composto por membros do poder público, sociedade civil e entidades ambientalista. Esse conselho será responsável em julgar os estudos de impactos ambientais citados anteriormente.

A lei orgânica do município de Brusque entrou em vigor a partir de 4 de abril de 1990, com a sua promulgação. (CAMARA MUNICIPAL DE BRUSQUE, 1990).

Esta nova lei orgânica, se cumprida à contento, significará um precioso instrumento na preservação dos recursos naturais do município de Brusque.

Em termos ecológicos, com o aumento da complexidade dos ecossistemas, cresce também a profundidade do perfil de solo fértil que recobre a rocha-mãe, dando condições de sustento à vegetação de grande porte, que na sucessão desses sistemas, atingiram o climax. Tais espécies devem ser de alta produtividade para garantir sua dispersão e devem contar com um ambiente estável, essencial para sua sobrevivência. Já espécies anuais utilizam sua energia para crescer rapidamente e para produção de sementes. Obviamente existe uma sucessão de estágios evolutivos entre as espécies de vegetais mais simples e aquelas que atingiram o climax. Na agricultura o homem se utiliza, na maioria dos casos, de

espécies anuais de crescimento rápido, produtivas, adaptadas à ambientes temporários, que ocupam estágios intermediários na sucessão (PASCHOAL, 1987).

*"Ao derrubar matas para instalar agricultura, o homem remove sistemas biológicos complexos, multies-
truturados, extremamente diversificados e estáveis.
Coloca em seu lugar sistemas simples e instáveis,
característicos dos primeiros estágios da sucessão
ecológica"*(PASCHOAL, 1987 - p.43).

O município de Brusque apresenta "pouquíssimo resto de revestimento natural" (BUCHELE JUNIOR, 1960 - p. 378). A exploração indiscriminada da mata original e mesmo da mata secundária do município de Brusque, que continua a ocorrer ainda hoje, tem provocado consequências ecológicas danosas.

Um aspecto importante proporcionado pelo manto vegetal preservado, é a manutenção do ciclo da água, seja restituindo a água à atmosfera por meio da evaporação, seja recarregando as reservas freáticas, córregos e rios ao mesmo tempo que rehidrata os solos. A relação entre esses dois recursos naturais, vegetação e água, é de tal modo integrada, que a destruição de um afetará a manutenção do outro.

É na mata que se refugia a fauna silvestre e será esta mesma mata preservada que poderá salvaguardar a existência desse recurso natural.

A mata é também o recurso natural que minimiza os efeitos catastróficos das enxurradas. Há registros de que a região de Brusque sofre periodicamente, desde os tempos coloniais com esta calamidade. TSCHUDI (1962, in.: PIAZZA, 1988), registrou enchentes em 1861 e 1862, sendo esta última, segundo SCHNEBURG (1º Diretor da Colônia Itajaí, mais tarde Brusque), considerada "verdadeiro desastre para a vida da colônia, embora felizmente não houvesse feito vítimas"(In.: CABRAL, 1958 - p. 92).

HERING (1983), registra também uma grande enxurrada ocorrida em 1880, que causou enchentes no vale do Itajaí Mirim. Outras enchentes de maior ou menor intensidade, ocorreram na região, em 1957, 1960, 1983 e 1984, sendo esta última uma das mais intensas que atingiram o município de Brusque (LOPES SOBRINHO, comunicação pessoal em 11/09/1989).

A ocorrência de enchentes em Brusque, são fenômenos

naturais periódicos, cujos efeitos podem se tornar tanto mais intensos, quanto menor a capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo.

Sem dúvida, os recursos naturais renováveis, quanto mais preservados, maior proteção fornecerão ao ambiente e aos que nele vivem.

3. FATORES NATURAIS DE DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS:

O clima é um dos fatores naturais que, direta ou indiretamente, influenciam a degradação dos recursos naturais renováveis. Umidade e temperatura elevada acentuam o intemperismo das rochas favorecendo o espessamento do regolito, que pela quantidade e intensidade das chuvas, são passíveis de erosão. Nas regiões áridas e semi-áridas e mesmo em terrenos arenosos o vento atua como agente de erosão. Na degradação do recurso solo por exemplo, a chuva exerce atuação bastante expressiva.

"A chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na erosão dos solos" (BERTONI & LOMBARDI, 1985). O efeito erosivo das chuvas se dá pela erosividade e pelo escoamento superficial (CASTRO, 1967).

Ao atingirem um terreno desnudo, as gotas de chuva desprendem as partículas de solo, transportam-nas por salpicamento e pela água do escoamento superficial, as partículas são transportadas para menores altitudes, caracterizando a erosão.

A chuva também exerce papel fundamental na manutenção do ciclo da água e conseqüentemente no balanço hídrico.

BRANCO & ROCHA (1987), comentando sobre a parcela de água precipitada sobre a superfície sólida, afirmam:

"É através da infiltração que se realiza o recarregamento das reservas freáticas e a rehidratação dos solos, ou seja, dos depósitos de água disponível para a vegetação terrestre e para as atividades biológicas que se desenvolvem nas camadas superficiais dos continentes. Daí o seu papel fundamental com relação à manutenção dos ecossistemas terrestres" (BRANCO & ROCHA, 1987 - p.40).

Os mesmos autores também frizam a importância da cobertura vegetal na devolução de água à atmosfera, mantendo a umidade atmosférica, a regularidade das precipitações pluviométricas e outros fatores meteorológicos:

"...considerando-se a enorme proporção que representa a somatória das superfícies das folhas em relação à superfície do solo correspondente, é fácil avaliar-se o papel multiplicador ou acelerador desempenhado pela vegetação em relação à transferência

de umidade do solo para a atmosfera. Além disso o sistema radicular de árvores e arbustos, podendo atingir profundidade de dezenas de metros, constitui um mecanismo de alta eficiência em relação à esse transporte, permitindo a movimentação rápida de enormes volumes de água" (BRANCO & ROCHA, 1987 - p.40, 41).

Além de exercer papel fundamental na manutenção do ciclo da água, BERTONI & LOMBARDI (1985) enumeram os efeitos da cobertura vegetal sobre o solo, contra a erosão:

- " - proteção direta contra os impactos das gotas de chuvas;
- dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;
- decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água;
- melhoramento da estrutura do solo pela capacidade de retenção de água;
- diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície." (BERTONI & LOMBARDI, 1985 - p. 54)

Acrescentam ainda, que o aumento do conteúdo de matéria orgânica no solo, faz com que melhore sua porosidade e capacidade de armazenamento de água.

Na tabela 1 encontram-se resultados obtidos pela Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico de Campinas (SP), sobre perdas de três tipos de solos sob diferentes tipos de cobertura vegetal, no Estado de São Paulo:

Tabela 1: Efeito do tipo de uso do solo sobre as perdas por erosão. Médias ponderadas para três tipos de solo do Estado de São Paulo.

Tipo de uso	Perdas de Solo (t/ha)	Água(% chuva)
Mata	0,004	0,7
Pastagem	0,4	0,7
Cafezal	0,9	1,1
Algodão	26,6	7,2

Fonte: BERTONI & LOMBARDI, 1985. (p. 55)

Observa-se nitidamente a maior proteção dada ao solo pela mata, resultando em menores perdas de solo e maior capacidade de retenção de água.

HUDSON (1971), também ressaltando a importância da cobertura vegetal para a redução da erosão, apresenta resultados experimentais, verificados em parcelas de solo

sob mesmas condições quanto à declive, tipo de solo e precipitação, sendo um tratamento com 100% de cobertura e outro sem cobertura.

Ambas parcelas foram capinadas e uma delas recebeu uma cobertura suspensa feita em tela de arame de malha pequena, sendo a outra mantida descoberta. Os resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Perdas de solo em parcelas cobertas e descobertas:

Ano	solo com tela de arame	solo descoberto
1953/54	nada	146,2 t/ha
1954/55	2,0 t/ha	204,5 t/ha
1955/56	4,5 t/ha	135,6 t/ha
1956/57	0,2 t/ha	132,4 t/ha
1957/58	0,2 t/ha	49,5 t/ha
1958/59	2,5 t/ha	202,0 t/ha
1959/60	nada	7,4 t/ha
1960/61	nada	121,4 t/ha
1961/62	nada	138,5 t/ha
1962/63	nada	128,2 t/ha
total: 9,4 tha (em 10 anos)		1.265,7 t/ha

Fonte: Hudson, 1971 - p. 205.

Segundo este autor, a proteção fornecida pela cobertura artificial de tela de arame, é semelhante àquela fornecida por pastagens e forrageiras. A perda de solo na parcela sem cobertura, chegou a ser mais de 100 vezes maior àquela observada no solo coberto.

As características geológicas do terreno, sua litologia e estrutura, influenciam as características pedológicas, mesmo naqueles solos profundamente desintegrados (BRADY, 1979), no entanto muitas vezes sobre o mesmo embasamento geológico podemos encontrar diferentes tipos de solo. Outros fatores exercem influencia sobre a formação do solo, além da natureza do material originário. São eles:

- o clima, principalmente temperatura e precipitação;
- os organismos vivos (cobertura vegetal, fauna do solo);
- a topografia;
- o período de tempo que os materiais originários ficaram sujeitos à formação do solo (BRADY, 1979).

Tais fatores podem levar à formação de diferentes tipos de solo, muitas vezes sobre o mesmo embasamento geológico.

"Os solos são resultantes da ação conjunta dos fatores climático, biológicos, relevo e tempo que atuam sobre o material originário, causando nestes transformações físicas, químicas, translocações e incorporações orgânicas" (MEC/MINTER/SUDESUL/GOV. ESTADUAL DE SC/UFMS/SUDESUL, 1973 - vol. 1 - p.17).

Assim, o potencial erosivo de um solo, depende mais da interação dos fatores que lhe deram origem que de seu embasamento geológico. A avaliação do potencial erosivo portanto, deve levar em conta sempre que possível especialmente as características do solo (como textura, estrutura, profundidade, permeabilidade e outras), mais do que propriamente seu material e origem.

Já as características de drenagem, em especial a declividade que é a relação entre o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia pode indicar o potencial erosivo da mesma. Segundo CHRISTOFOLETTI (1980), este fator é muito influenciado pelo substrato rochoso. Onde a infiltração de água é mais difícil, aumenta o escoamento superficial o que conseqüentemente levará à uma maior esculturação de canais. O autor cita ainda, que entre as rochas clásticas⁵ de granulometria fina, a densidade de drenagem é mais elevada, ocorrendo o contrário em rochas de granulometria grosseira.

Assim poderia-se explicar a relação entre a densidade de drenagem e sua influência no potencial erosivo de uma bacia hidrográfica.

O relevo de um terreno é outro fator que exerce fundamental influência sobre a erosão de seu solo. A declividade especialmente, exerce grande influência na maior ou menor infiltração de água das chuvas e na velocidade do escoamento superficial, que dificulta a penetração de água e favorece a erosão (BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985). O relevo por sua vez, reflete em suas formas o embasamento geológico.

⁵Rochas clásticas são rochas sedimentares compostas por fragmentos de outras rochas desagregadas (GUERRA, 1989).

4. CONCEPÇÕES DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL:

4.1. Metodologias de Avaliação do Meio Físico para Fins Conservacionistas:

Desde o século passado e talvez antes, o homem vem se preocupando em investigar as causas da degradação dos recursos naturais, seja causado por ele mesmo ou por fatores naturais. Busca examinar e estabelecer os efeitos dessa degradação a fim de encontrar soluções aos desequilíbrios ambientais existentes.

O recurso solo por exemplo, tem sido amplamente pesquisado, no sentido de utilizá-lo de acordo com sua capacidade de uso.

No Brasil, esta preocupação teve maior expressão a partir da segunda metade deste século. Modelos estrangeiros de avaliação do recurso solo, vêm sendo estudados desde então, na intenção de se buscar adaptações destes à situação brasileira. O Sistema de Capacidade de Uso do Solo, que atualmente é amplamente utilizado no Brasil é inspirado em trabalhos desenvolvidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, cuja divulgação no Brasil se deu por volta da década de 50. Admite-se entretanto, que apesar da adoção do modelo americano, o ideal seria a elaboração de um novo sistema voltado especialmente ao planejamento das práticas conservacionistas dos solos brasileiros. Como resultante desses estudos de adaptação do modelo americano, surge em 1957 a primeira aproximação (edição) do Manual Brasileiro para Levantamentos Conservacionistas, organizada pelo agrônomo João Quintiliano de Avelar Marques e com o apoio de especialistas brasileiros (MARQUES, 1958).

A segunda aproximação do manual, é de 1958 e sintetiza contribuições oferecidas por especialistas brasileiros na área de conservação do solo, na intenção de uniformizar-se critérios e convenções utilizados em levantamentos conservacionistas de todo o país.

Segundo MARQUES (1958), tais trabalhos visam fornecer ao técnico:

"subsídios para a realização de planejamentos conservacionistas de propriedades individualmente."

Embora não sendo rigorosamente exatos, de vez que não completos em todas as informações e dados identificadores dos solos, são entretanto suficientemente seguros como base para a determinação da capacidade de uso do solo e para planificação das primeiras práticas conservacionistas a serem adotadas pelos agricultores." (MARQUES, 1958 - p. 11)

Para este levantamento são analisados quatro aspectos do terreno:

1. unidade de solo:
 - (a) profundidade efetiva do solo
 - (b) textura do solo superficial
 - (c) permeabilidade do solo e subsolo
- 2.(d) declividade do terreno
- 3.(e) erosão atual
- 4.(f) uso atual

e dispostos em uma fórmula mínima descritiva:

a	b	c	
-----			f
d	e		

Neste levantamento determina-se também outras características intrínsecas do solo denominadas fatores limitantes (côr, fertilidade, risco de inundação, etc.).

Em 1971 é editada a terceira aproximação do Manual Brasileiro para a Capacidade de uso da Terra, tendo por base os manuais anteriores. Cita-se nesta aproximação, modalidade de levantamentos para planejamentos dos recursos naturais renováveis a nível federal, regional, estadual, zonal, municipal e de propriedades agrícolas. Utilizam estas unidades para elaborar plano de desenvolvimento integrado do uso dos recursos naturais, sendo que para propriedades agrícolas o processo é descrito detalhadamente (MARQUES, 1971).

Embora sendo bastante ampliada com relação à segunda aproximação, a terceira aproximação aprofunda-se na classificação da capacidade de uso da terra, ficando maiores detalhes quanto ao levantamento do meio físico, para a quarta e última (no momento) aproximação do manual, publicada em 1983, com o nome de "Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso" (LEPSCH, 1983).

A unidade de trabalho neste sistema é a "gleba" (propriedades ou empresas agrícolas, cujas características físicas - clima, solo, substrato geológico, hidrologia, ação antrópica, etc. - devem ser "razoavelmente estáveis ou cíclicamente previsíveis").(LEPSCH,1983 - p. 13)

Neste sistema, capacidade de uso da terra é entendida como as possibilidades e limitações de uso que as terras apresentam, determinadas a partir de um conjunto de interpretações sobre características do solo e do ambiente.

LEPSCH (1983), cita duas limitações deste sistema:

- a variação na intensidade do manejo nas diversas regiões brasileiras é grande, o que dificulta o julgamento pelo sistema, uma vez que este predetermina o manejo como sendo alto;

- as classes do sistema em muitos casos, requerem detalhes não encontrados em levantamentos já existentes, em virtude da generalização desses trabalhos.

Sinteticamente, a figura 1 apresenta a variação do tipo e da intensidade máxima de utilização do solo sem risco de erosão acelerada, em função das classes de capacidade de uso.

As classes de capacidade de uso, definidas no manual resumidamente, são:

- Grupo A:

Classe I: terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;

Classe II: terras cultiváveis com problemas simples de conservação;

Classe III: terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;

Classe IV: terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;

- Grupo B:

Classe V: terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos muito especiais;

Classe VI: terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em casos especiais de algumas culturas

permanentes protetoras do solo;

Classe VII: terras adaptadas em geral somente para pastagens ou reflorestamento, com problemas complexos de conservação;

Classe VIII: terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

(fonte: LEPSCH, 1983 - p.21-22).

SENTIDO DAS APTIDÕES E DAS LIMITAÇÕES	CLASSES DE CAPACIDADE DE USO	SENTIDO DO AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO →							
		VIDA SILVESTRE E RECREAÇÃO	SILVICULTURA			CULTIVO OCASIONAL OU LIMITADO	CULTIVO INTENSIVO		
			PASTOREIO				PROBLEMA DE CONSERVAÇÃO		
			LIMITADO	MODERADO	INTENSIVO		COMPLEXO	SIMPLES	NÃO APARENTE
↓ AUMENTO DAS LIMITAÇÕES E DOS RISCOS DE USO ↑ AUMENTO DA ADAPTABILIDADE E DA LIBERDADE DE ESCOLHA DE USO	I								
	II								
	III								
	IV								
	V								
	VI								
	VII								
	VIII								

SUB-UTILIZAÇÃO DA TERRA (entre classes I-V)
 MÁXIMA UTILIZAÇÃO RACIONAL DA TERRA (entre classes V-VI)
 SOBRE-UTILIZAÇÃO DA TERRA (entre classes VI-VIII)

Figura 1: Resumo da variação do tipo e da intensidade máxima de utilização da terra sem risco de erosão acelerada em função das classes de capacidade de uso (reproduzido de LEPSCH, 1983 p. 21).

O Levantamento Utilitário do Meio Físico para Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso, insere-se em um planejamento do uso racional da terra e pode ser representado em um fluxograma como mostra a figura 2.

Além de algumas limitações já citadas anteriormente, este sistema também restringe-se em alguns pontos que merecem ser ressaltados:

- inicialmente a "gleba" é uma pequena unidade de trabalho, que muito embora possa ser trabalhada e planejada em termos conservacionistas, não contempla as áreas vizinhas à propriedade, que também contribuem para o mesmo processo erosivo;

- o clima, que embora com atuação constante no processo

erosivo, é restrito aos fatores limitantes (inundações,

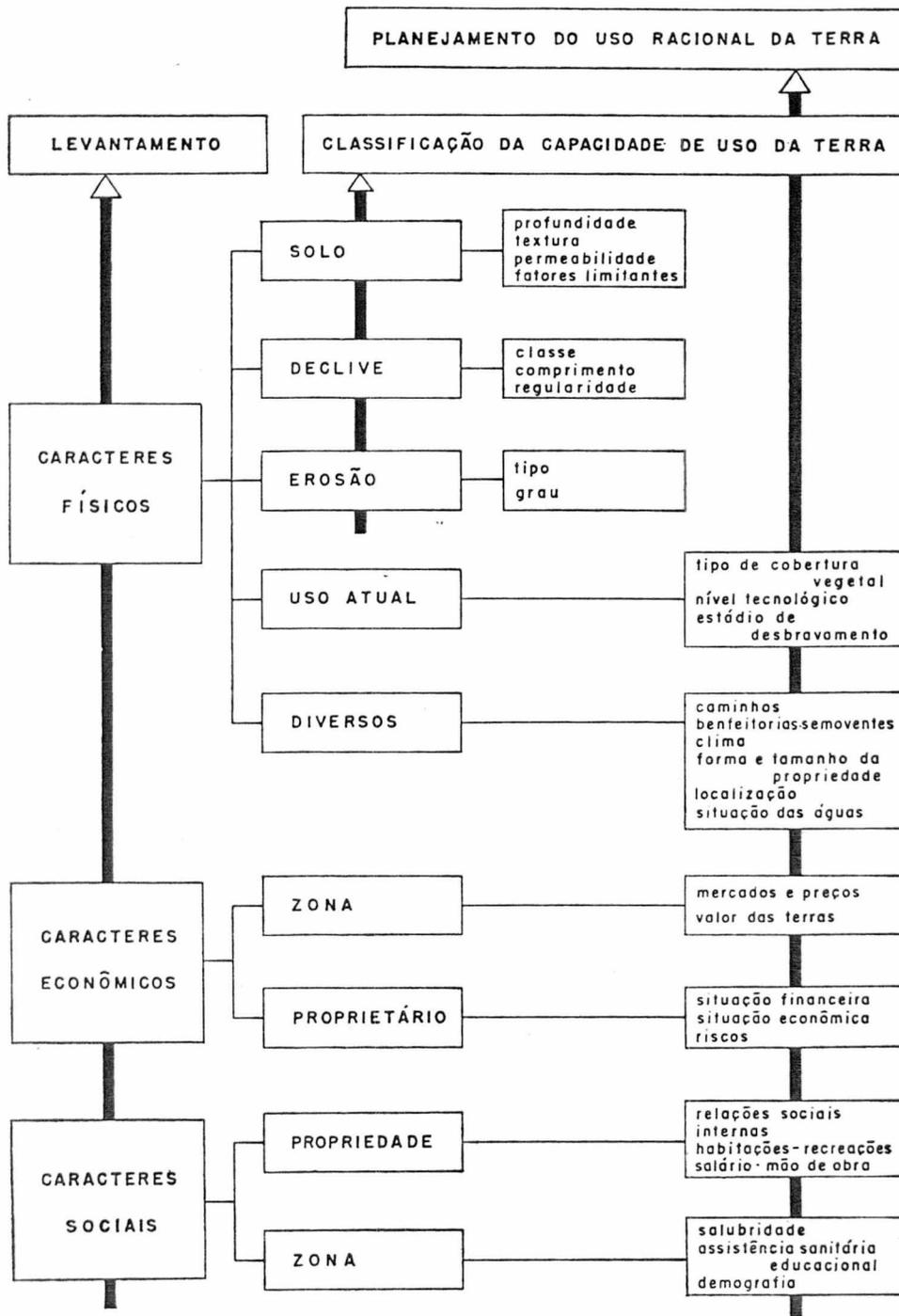


Figura 2: Fluxograma do planejamento do uso racional da terra (reproduzido de LEPSCH, 1983 - p 143).

sêcas, geadas, etc.). Caso não ocorram tais fatores na gleba, o fator clima não estará representado na fórmula.

De qualquer modo, ressalta-se a praticidade deste levantamento, cujas atividades são, em sua maioria realizadas no campo, restritas à propriedade rural e possíveis de serem executadas pelo extensionista rural.

Esta metodologia já é bastante consagrada e utilizada por órgãos de extensão rural do Brasil. A Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral, da Secretaria de Agricultura de São Paulo, em seu boletim técnico n. 175 (1983), divulga as principais técnicas a serem utilizadas pelos técnicos, na conservação dos solos daquele Estado, com base na quarta aproximação do manual. Considera como planejamento conservacionista uma...

"...etapa final, correspondendo à fase dinâmica do trabalho, devendo ser elaborado em perfeito acordo com a capacidade de uso de cada gleba e com as condições sócio-econômicas e climáticas da propriedade." (BERTOLINI & BELLINAZZI JR., 1983 - p. 22).

Outro instrumento utilizado e já bastante difundido no Brasil, em trabalhos de conservação do solo, é a Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), desenvolvida por WISCHMEIER & SMITH (1965) in BERTONI & LOMBARDI (1985):

$$A = R K L S C P$$

onde: R - erosividade da chuva
 K - erodibilidade do solo
 LS - integram comprimento e grau do declive (relevo)
 C - efeitos do manejo da cultura
 P - prática conservacionista
 A - quantidade de solo perdido por erosão em t/ha.

Este método integra os fatores erosividade da chuva (R), efeitos do manejo de uma cultura (P) relacionada às características climáticas da área (C), erodibilidade do solo (K) e relevo (LS) integrando o comprimento e grau do declive, obtendo como resultado a quantidade de solo perdido por erosão em t/ha (A).

A Equação de Perdas de Solo é adequada à planejamentos conservacionistas do solo, em uma dada gleba que possua características topográficas, agrícolas, climáticas, pedológicas e conservacionistas homogêneas (BERTONI & LOMBARDI, 1985).

LEPRUN (1981), comentando a Equação Universal de Perdas de Solo, afirma que:

"é sem contestação, o modelo matemático mais usado no mundo para avaliar e predizer as perdas na superfície do solo pela erosão hídrica; ...sua vocação e finalidade principal é orientar a escolha de manejo

do solo , da água e da melhor técnica conservacionista." (LEPRUN, 1981 - p. 30)

Mas LEPRUN (1981), cita também que o próprio autor da equação alerta para o fato de que tal instrumento não pode ser usado onde os dados são imprecisos ou impróprios à área em estudo, pois tal método foi elaborado para as condições da América do Norte.

LEPRUN (1981), descreve muito bem as especificidades que cada valor apresenta para as condições americanas e conclui dizendo que:

"a determinação dos fatores de WISCHMEIER, que é um trabalho de longa duração (10 anos em média), requer um pessoal numeroso e qualificado e verbas consideráveis. Este esforço só foi feito em um único país do mundo, os Estados Unidos."

Sobre a Equação Universal de Perdas de Solo, BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985) salientam que:

"constitui um modelo empírico, porém não é precisa, devido a grande variabilidade entre solos, clima topografia, (...). No Brasil, estão sendo desenvolvidas pesquisas principalmente pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), para obtenção dos fatores da fórmula, a nível de condições regionais de cada Estado" (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985 - p.101).

STOCKING (1985), a partir de trabalhos realizados em Zimbabwe (Africa), desenvolveu um estimador de perdas de solo para a Africa Meridional (SLESMA), baseado na Equação Universal de Perdas de Solo (USLE). Ressaltando semelhanças físicas entre Zimbabwe e o Brasil, STOCKING sugere o modelo adaptado às condições daquele país africano, como uma aproximação de um modelo brasileiro de perdas de solo. O modelo é simples, flexível para as diversas condições brasileiras, procura gerar previsões rápidas e de baixo custo. Dentre algumas limitações do método, cita-se sua especificidade para "condições climáticas de chuvas tropicais em estações bem definidas, prevendo perdas de solo de glebas" (STOCKING, 1985 - p.22). O autor ressalta ainda que estas limitações também apresentam-se na USLE, sendo que a adoção da equação americana às condições brasileiras, geram problemas na aplicação, observados até mesmo por WISCHMEIER & SMITH (1978), citado por STOCKING (1985):

- as características de chuva, solo, topografia, manejo do solo, são muito específicas para as condições brasileiras, não podendo ser extrapolados do modelo americano;

- há falta de dados sobre a erodibilidade dos solos, até mesmo para os Estados Unidos;

- para o fator C da USLE, existe grande variabilidade de manejo do solo, mesmo para as condições agrícolas, relativamente regulares dos Estados Unidos;

- salientam ainda que a precisão dos resultados através da USLE são menores quanto mais próximos daquele sistema de manejo e cultivo para o qual ela foi estudada.

- inicialmente a "gleba" é uma pequena unidade de planejamento.

O modelo desenvolvido por STOCKING (1985), para estimar perda de solo, está esquematizado na figura 3.

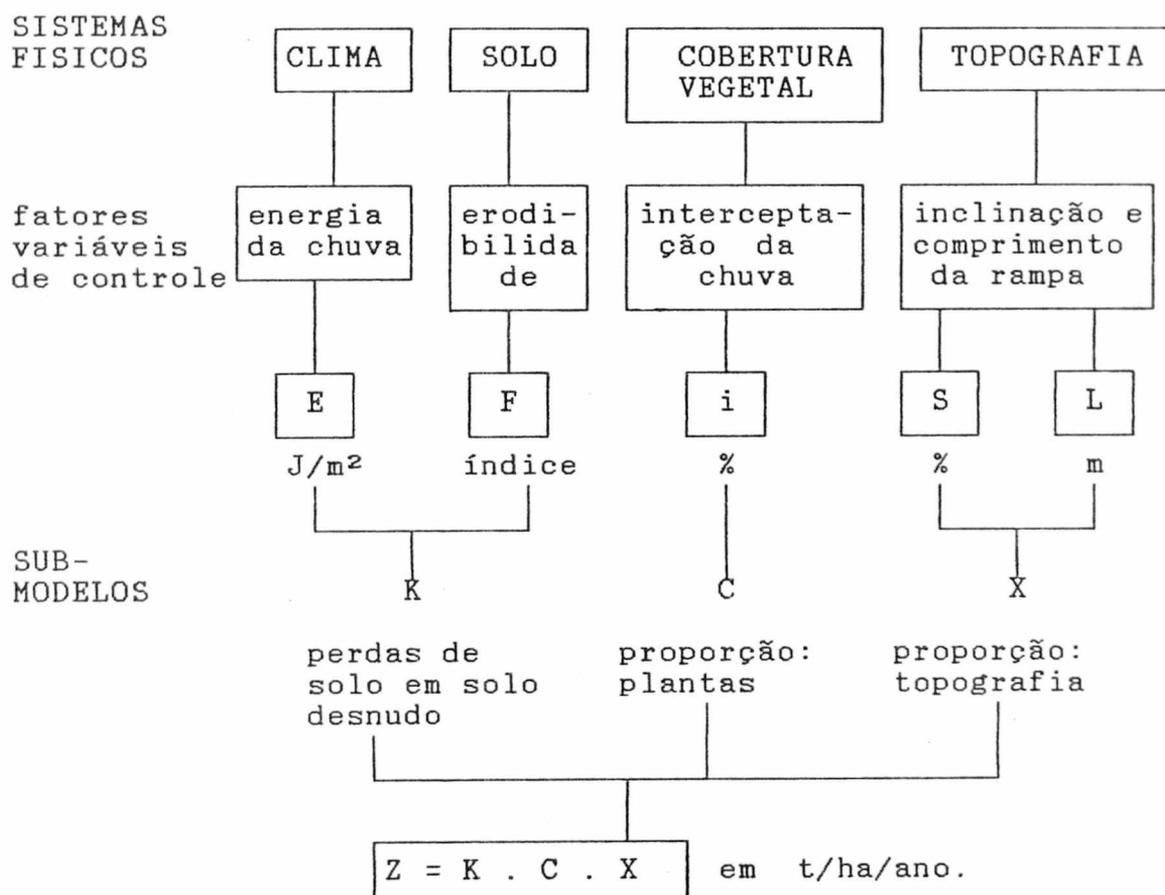


Figura 3: Estimador de Perda de Solo para a Africa Meridional (SLESMA) - (fonte: STOCKING, 1985 - p.72).

Observa-se que as diferenças da SLESMA para a USLE estão basicamente nas variáveis "i" (interceptação da

energia da chuva pela cobertura vegetal), "E" (energia e intensidade da chuva) e "F" (erodibilidade do solo), onde para a SLESMA, além do grau de erodibilidade relativo ao tipo de solo em estudo, é incluído também um fator de correção específico para os procedimentos que influenciam a erodibilidade. Os fatores L e S (comprimento e inclinação do declive) são obtidos da mesma maneira em ambas as equações.

STOCKING (1985), ressalta a importância do estudo de um modelo de perda de solo específico para as várias regiões brasileiras "adequado para enfrentar os requisitos humanos e físicos específicos".

"Parece que não existem no Brasil tentativas diretas de avaliar a USLE como um todo, com dados independentes (isto é, dados não usados de início para derivar o valor dos fatores do modelo)" (STOCKING, 1985 - p. 24).

Sente-se na verdade, cada vez mais necessidade de estudos e planejamentos do meio ambiente, que sejam abrangentes e capazes de avaliar a degradação crescente dos recursos naturais renováveis do Brasil.

BRANCO e ROCHA (1987), definem como fases do planejamento territorial, a concepção da idéia, a elaboração do projeto e a execução. Os autores citam que um "plano é também um programa de ação" que visa atingir determinada situação. É constituído:

- pelo estudo preliminar que identifica a situação geral; delimita a área a planejar e fornece as diretrizes para as etapas a seguir;
- pelo diagnóstico-prognóstico analisa-se a organização do espaço e os problemas sócio-econômicos e administrativos, prevendo-se expansões e evoluções.
- pelo plano diretor, que é o trabalho síntese, com mapas, gráficos, etc..., propõe-se soluções e fixando-se diretrizes.

MONTEIRO (1986), também cita algumas operações prováveis em análises da qualidade ambiental de unidades territoriais.

Na sequência, seriam:

- 1- formulação do problema;
- 2- elaboração de um modelo sistêmico inserindo-o no

contexto;

3- definição dos objetivos e escala de trabalho;

4- identificação das alternativas e estratégias possíveis;

5- levantamento da informação básica possível e análise crítica da mesma;

6- identificação e classificação de todas as possíveis variáveis do problema;

7- "modelização do sistema" ("montagens do todo em partes");

8- diagnóstico dos problemas e desenvolvimento de prognose;

9- elaboração do documento final;

10- elaboração de sugestões ou alternativas para correção dos problemas (MONTEIRO, 1986).

Outra questão que MONTEIRO (1986) também ressalta com ênfase, é a necessidade da interdisciplinaridade em trabalhos de análise da qualidade ambiental.

ORELLANA (1981) também ressalta este ponto, afirmando que devem trabalhar lado a lado em equipes de trabalho ecólogos, geógrafos físicos e humanos, geólogos, biólogos, agrônomos, engenheiros, sociólogos e outros especialistas.

A mesma autora, tratando de metodologia para estudos do ambiente, salienta pontos importantes a serem preliminarmente levantados:

- o número de variáveis a serem escolhidas;
- quais as variáveis a serem escolhidas;
- que técnicas serão adotadas para medi-las.

Como algumas características importantes a serem determinadas em planejamentos ambientais dentre outras, a autora cita:

- forma e grau do declive das encostas;
- tipos de cobertura natural, modificada e reflorestamento;
- condições hídricas;
- unidades morfopedológicas;
- unidades geológicas e formações superficiais;
- ocupação agrícola, análise evolutiva;
- áreas com usos inadequados;

- processos erosivos, etc.

ORELLANA (1985), acentua bastante a utilidade dos mapas e seu uso em transparências; o resultado final dos trabalhos deve estar sintetizado num documento cartográfico não muito complexo.

Reforçando a utilidade da cartografia, indispensável em qualquer análise ambiental, SIMIELLI (1981) adotou a técnica não só como instrumento visual, mas como um método pelo qual avalia-se a capacidade de uso da terra. Mostra assim, a importância de trabalhos elaborados baseados na cartografia. Utilizou para tanto, a pesquisa cartográfica em quatro níveis:

- o compilatório (levantamento de base);
- o correlatório (abrange a seleção de dados e correlações parciais);
- o semântico (passagem da análise para a síntese);
- o normativo (elaboração do trabalho em um modelo);

Como área de estudo, foi utilizado parte do município de Jundiaí(SP), de onde foram levantadas as variáveis hipsometria, declividades, isothermas anuais, orientação de vertentes, geologia, solos, formas e processos de erosão, uso do solo e finalmente a carta-síntese final de capacidade de uso da terra.

O roteiro de investigação está sintetizado na figura 4.

Outros roteiros de investigação para planejamento ambiental, que também fazem uso da cartografia em grande escala, são descritos por OREA (1978). Descreve resumidamente algumas experiências estrangeiras de planificação física, onde as características do território e de seus recursos naturais, se incorporam ao planejamento como elementos chaves na tomada de decisões, uma vez que considera "concepto de planificación como um proceso racional de tomada de decisiones". (OREA, 1978 - p. 22)

Cita inicialmente o método desenvolvido por A. G. HILLS (técnico florestal canadense), que propõe:

- observar se o potencial dos recursos naturais renováveis está ao máximo compatível com as condições econômicas e sociais;
- se não está, quais os ajustes e trocas que devem ser

feitas quanto ao uso do solo;

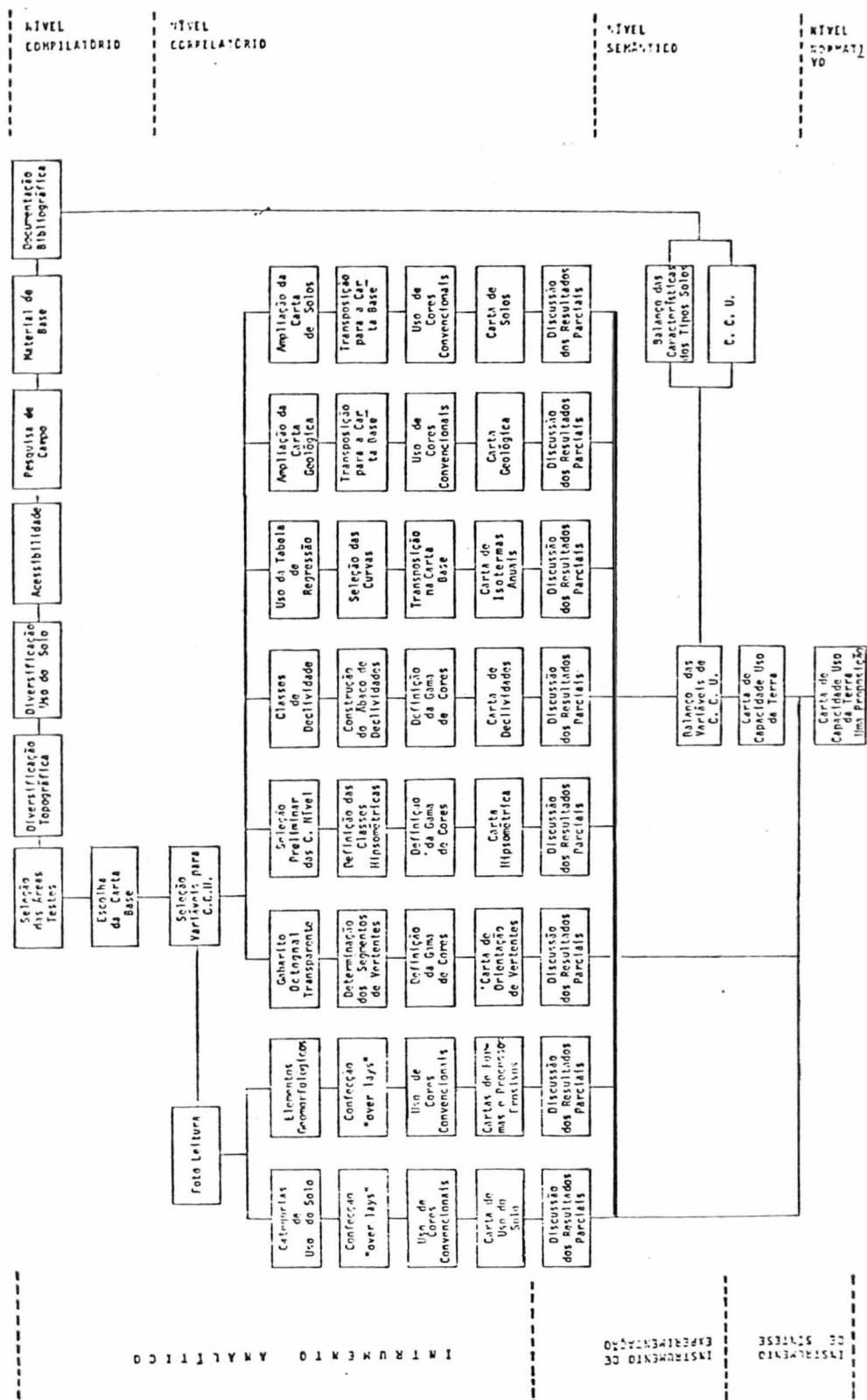


Figura 4 - Roteiro de Investigação. Variação Espacial da Capacidade de Uso da Terra. Um ensaio metodológico de Cartografia Temática. (reproduzido de SIMIELLI, 1978 - p.18)

- determina a estrutura científica na qual se resolverá tais questões.

O método de Hills, busca a classificação do solo em unidades homogêneas e uma evolução do potencial dessas unidades para usos múltiplos, alternativos ou combinados e os níveis de ordenação territorial.

Outro método citado por OREA (1978), é de Mac Harg (graduado em planificação regional e arquitetura). Sinteticamente, o método segue as etapas apresentadas na figura 5.

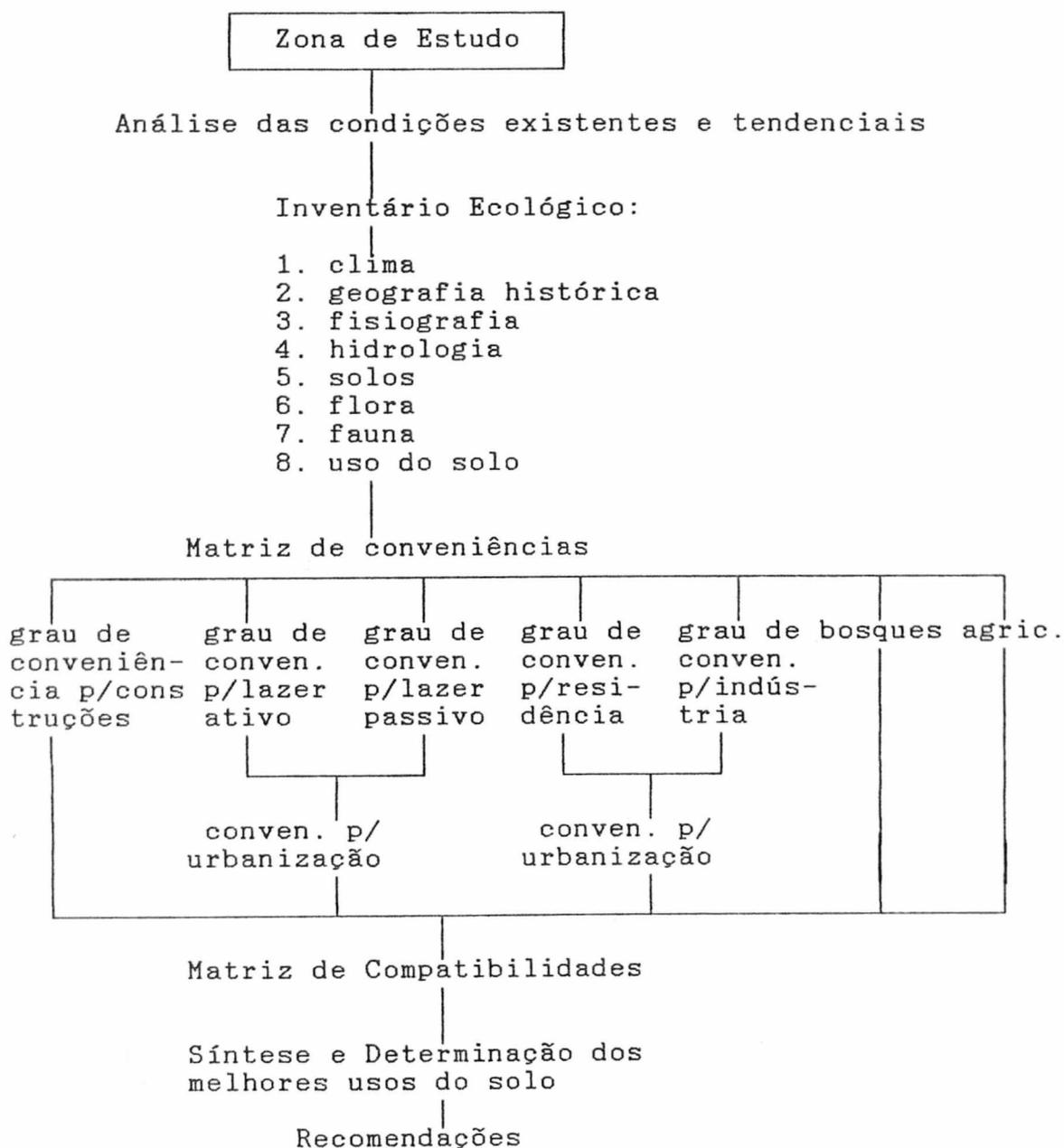


Figura 5: Método de planejamento ambiental de Mac Harg. fonte: OREA, 1978.

Resumidamente este método procura conhecer o ambiente natural para planejar a localização e a forma de desenvolvimento. Inicia com a elaboração de um inventário onde mapea-se fatores como clima, geologia, aspectos históricos, fisiografia, solos, flora, fauna e uso atual do solo, que poderão ser confeccionados em transparências para sobreposição.

OREA (1978), cita também o método de Lewis, que surgiu de uma necessidade prática de se identificar em um ano, todos os recursos ambientais do Estado de Wisconsin, para fins de conservação ambiental.

A sequência do método inicia-se com a delimitação da área de estudo, localização dos usos e necessidades quanto ao aproveitamento dos recursos. Lewis selecionou uma pequena área representativa da região, denominando-a de zona piloto. A etapa seguinte, correspondeu ao inventário dos recursos maiores e dos recursos adicionais, identificando-os e mapeando-os em transparências, sobrepondo-os de forma a combinar os mapas dos recursos maiores entre si, dos recursos menores entre si e dos recursos maiores e menores, correlacionando-os. Estabeleceu áreas com objetivos específicos. Após inventariar os recursos maiores e adicionais de toda a área, estabeleceu as prioridades. Esta priorização é feita por um sistema de pontuações de acordo com conteúdo intrínseco do recurso e a demanda existente sobre ele.

Os pontos são somados aritmeticamente, determinando-se as áreas prioritárias, áreas necessárias para satisfazer a demanda e desta forma projetar seu desenvolvimento.

O método de Johns (OREA, 1978), inicia com a definição dos objetivos e segue um inventário descritivo dos fatores naturais, culturais e sócio-econômicos de dado território. Com esses dados, analisa-se a capacidade intrínseca daquele território de produzir determinados bens e/ou serviços; a adequação da área à introdução de novas atividades ou manutenção das já existentes e a viabilidade da área absorver as diferentes atividades. Com os dados dessas análises, parte-se para a verificação dos impactos ambientais. Avalia-se assim, uma forma de reduzir estes

impactos à um nível compatível aos objetivos determinados anteriormente e assim elabora-se uma proposta de plano de atuação equilibrada na área em estudo (OREA, 1978).

O método de Lynch (OREA, 1978) basea-se em planejar o meio físico, de forma a acolher as atividades humanas. Leva em consideração o equilíbrio ecológico, a singularidade do local, a natureza do solo, os sistemas de erosão, a topografia e declividades, o clima e o microclima. Elaboram-se mapas básicos e analisa-se a sobreposição dos mesmos, por isso o uso da transparência na cartografia. Analiza-se também as relações dos usuários com o seu ambiente, observando suas necessidades, valores de comportamento, etc. O processo desenvolvido por Lynch, abrange o levantamento dos dados físicos como geologia, solos, água, topografia, clima, ecologia, estruturas artificiais, etc.; dados culturais, econômicos, políticos, sociais, institucionais, jurídicos, históricos, previsões futuras e outros. Depois de correlacionar os dados, propõe algumas soluções alternativas, que devem desenvolver-se de forma sequencial.

Da mesma forma que o método anterior, o método de Steinitz (também citado por OREA, 1978) igualmente se propõe à um planejamento territorial urbano. Inventaria elementos do meio físico, utilizando modelos matemáticos e técnicas automáticas ao incorporar dados físicos na planificação territorial. Quando os dados estão devidamente ordenados e codificados, estes são representados cartograficamente, através da cartografia computadorizada. Tal método levanta as atividades potenciais, a atratividade e vulnerabilidade do território para aquelas atividades. A partir disso, são elaborados mapas de atração e vulnerabilidade do território às atividades.

Enfim, OREA (1978), expõe sucintamente vários métodos de planificação do ambiente, que são citados aqui com caráter ilustrativo, sem pretensões de maiores detalhamentos, mas que procura expor alguns esquemas de investigação existentes. O autor ressalta que de modo geral, todo o processo de planejamento ambiental, deve necessariamente seguir algumas etapas:

1. a identificação do sistema; as variáveis importantes

na estrutura e funcionamento do mesmo (ressalta que os dados do inventário devem ser traduzidos em índices operativos expressos em mapas temáticos);

2. definição dos objetivos, com base em problemas atuais, futuros e suas interrelações;

3. proposição de soluções que respondam aos objetivos sem contrariar as restrições do sistema; segundo o autor, as propostas consistem em estabelecer a relação uso-território, a qual possui uma dupla vertente, que são o impacto e a aptidão, que também poderão ser representados em mapas. A elaboração de propostas de uso e medida de comportamento das propostas frente a execução dos objetivos, devem estar expressos em indicadores que possam ser medidos .

Como variáveis importantes que servem como indicadores físicos-geográficos de uma unidade de estudo, a UNESCO (1984), dentro do grupo de trabalhos do IHP-II Projeto A 3.2, definiu "índices hidro-ambientais" para acompanhar a evolução do uso dos projetos hídricos, bem como avaliar o impacto destes ao ambiente. Os indicadores descrevem a situação geomorfológica, condições climáticas, interações físico-geológicas, morfológicas e componentes do sistema antrópico.

Em 1986, o Serviço de Conservação do Solo da Austrália definiu estratégias para adequar o manejo do solo com os problemas de degradação do solo e do ambiente em geral. Este programa compreende dois estágios:

- o primeiro envolvendo coleta e preparação dos dados e mapas existentes sobre a área, como tipo de solo, uso do solo, zoneamento do risco de erosão e outros.

- o segundo estágio compreende a preparação de uma série de mapas derivados da pesquisa do local de estudo, onde especifica-se o uso adequado para cada parcela do solo, a capacidade das terras para uso agrícola, urbano e industrial, recomendações para atenuar a erosão e informações estatísticas listando as áreas com as várias classes de uso.

Este programa chama-se "Total Catchment Management - TCM" e pretende perceber o ambiente e manejá-lo de forma globalizada (SHORT, 1986).

Um planejamento do uso do solo similar, foi aplicado na Ilha Lord Howe (Austrália), seguindo o esquema metodológico apresentado na figura 6, para determinar os usos do solo preferenciais.

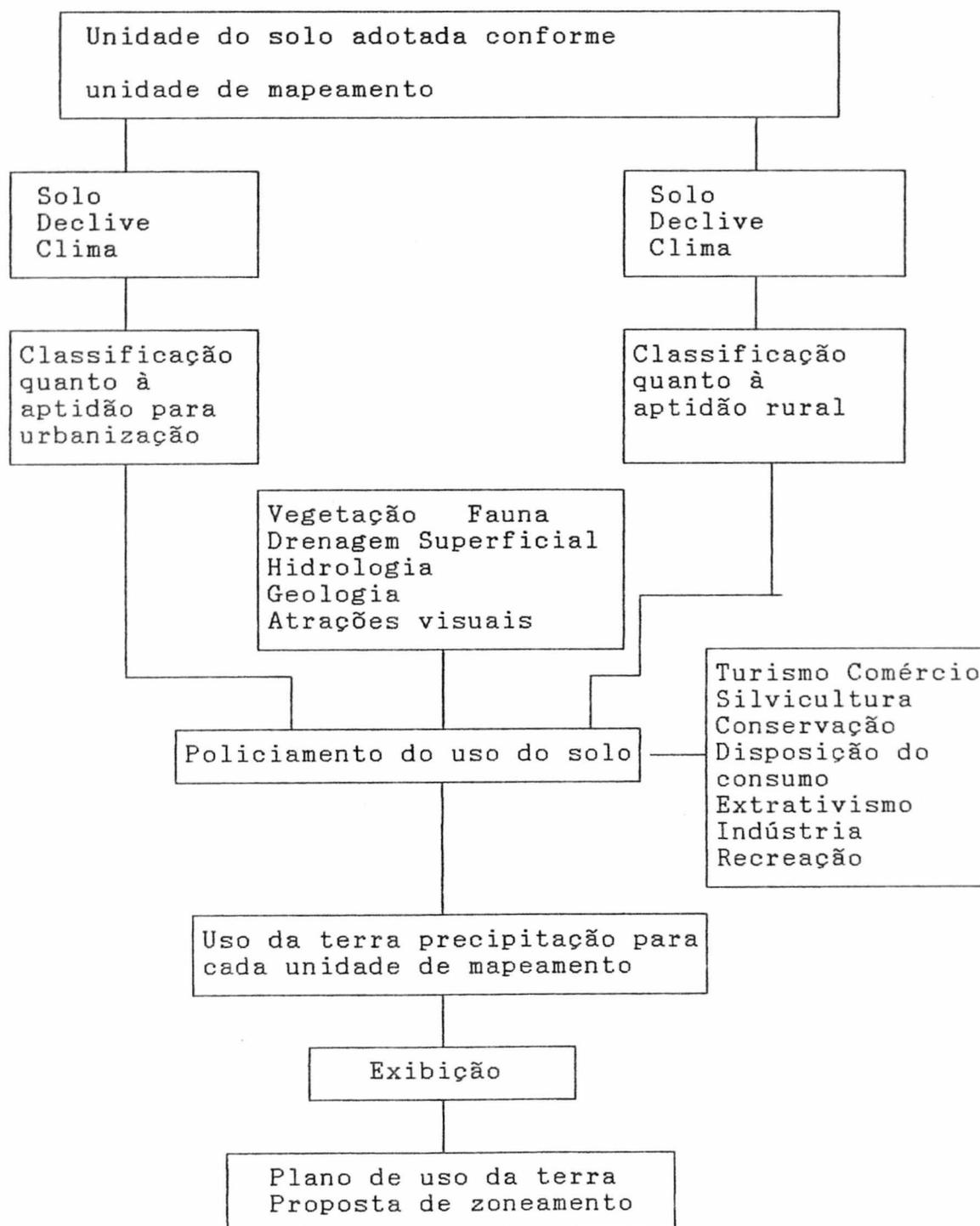


Figura 6: Metodologia para determinar os usos preferenciais fonte: SHORT (1986).

Metodologia menos abrangente embora mais avançada

tecnicamente, foi desenvolvida pela Nova Zelândia para elaborar o inventário do recurso solo. São cinco os fatores mapeados:

- tipo de rocha (usando a classificação de grandes grupos);
- tipo de solo (por informações publicadas);
- declive (usando 7 tipos de declive ou a combinação deles);
- erosão (usam 14 tipos classificados de 0 a 5);
- vegetação (fruticultura, pasto, floresta, arbustos e diversos).

A interpretação dos dados fornece:

- características físicas da unidade
- presença e o potencial de uso dos grupos de vegetação
- fertilidade requerida
- erosão potencial
- necessidade de conservação do solo e manejo da água

As informações são registradas em um banco de dados de um computador. Cada unidade do mapa possui sua localização, imagem e área exata, um código do inventário e a capacidade de uso fornecida pelos dados da legenda. Essas informações digitadas em computador são rapidamente ordenadas.

O levantamento técnico conta com uma equipe multidisciplinar, formada por especialistas em geologia, ciências do solo, botânica, florestas, agricultura e geografia. Envolve interpretação de imagens aéreas, levantamento de geologia solos e vegetação, trabalhos de campo, etc.

Estas informações podem ser usadas em diversos níveis do planejamento nacional, regional, distritos, etc. A publicação deste material e a computadorização dos dados são valiosos instrumentos para o planejamento do uso do solo.

4.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Trabalho no Planejamento Conservacionista:

Uma questão importante em análises ambientais, é a definição da unidade básica de trabalho. ALMEIDA (1982), estudando a delimitação de unidades para manejo ambiental, agrupa áreas para estudo de acordo com suas características

morfológicas.

Já ORELLANA (1985), salienta que o sistema geográfico-ambiental deve considerar "a dimensão antropocêntrica e o método geográfico de análise integrada do funcionamento do sistema em questão"(p. 129 -130). Ressalta ainda que pode-se dar qualquer outra denominação à esta unidade: "sistema geográfico, unidade territorial, unidade eco-geográfica", dependendo certamente da definição da sua organização e funcionalidade.

MONTEIRO (1986), adota o "geossistema" ("sistema territorial natural", proposto por BERTRAND & BEROUTCH ACHVILI (1978, citado por MONTEIRO, 1986) em estudos de análise ambiental; o geossistema é indicado pela interação entre os sub-sistemas, mas nunca delimitados.

BERTONI & LOMBARDI (1985), referem-se à bacias hidrográficas como unidade para pesquisa de conservação do solo, sugerindo que sejam pequenas (em tórno de 500 ha.) e homogêneas. Descrevem uma breve metodologia onde aconselham trabalhar com duas bacias, desenvolvendo na primeira manejos usuais da região, sem práticas especiais; na segunda, desenvolver o planejamento com base no mapa de capacidade de uso, com as devidas práticas conservacionistas, incluindo várias informações essenciais para esta análise. Inclui a instalação de instrumentação (vertedouros e tanques de amostras, linígrafos e pluviógrafos), para a avaliação da erosão efetiva, efeitos hidrológicos do manejo e de clima. Enfim, tratam de um estudo da avaliação do estado de degradação, especialmente do solo em pequenas e homogêneas bacias hidrográficas.

Em 1977, no 9º Congresso de Engenharia Sanitária em São Paulo se ressaltava a importância da delimitação dada pela bacia hidrográfica, ao planejamento regional. HERMANN (1977) cita que:

"A vista das características biogeofísicas de uma bacia hidrográfica formarem sistemas hidrológicos e ecológicos relativamente coerente, há uma tendência generalizada em se adotá-la como unidade para planejamento do desenvolvimento regional. Tal fato tem provocado e ainda proporciona (...) discussões infundáveis, envolvendo hidrologistas, ecologistas, engenheiros hidráulicos e economistas principal-

mente.

A importância incontestável do recurso água no planejamento, a delimitação geofísica e biológica que apresentam as bacias, constituindo unidades geobiofísicas desenvolvidas ao longo de milhões de anos, contendo processos que são interativos, apesar das fronteiras político administrativas que existam, levam seus apologistas à considerá-la como unidade ideal para tais planejamentos (...).

Finalmente a ênfase que vem sendo dada nestes últimos anos aos aspectos ambientais, na elaboração dos planejamentos, em geral nos estudos e preservação dos ecossistemas existentes, parece vir reforçar a tese da bacia hidrográfica como unidade para o desenvolvimento de tais trabalhos, sem perder de vista as interações existentes com as áreas que lhe são vizinhas." (HERMANN, 1977 - p. 25 e 26).

Em estudos hidrológicos, a bacia hidrográfica é muito usada como unidade experimental e dita representativa quando reflete o caráter hidrológico geral e as características naturais da região onde se encontra. O tamanho da bacia representativa depende das características naturais e dos objetivos do estudo. Tais bacias podem servir para estudos dos processos do ciclo hidrológico, dos efeitos das mudanças dos fatores naturais (trocas climáticas devido ao crescimento natural da vegetação, mudanças pedológicas devido a erosão e podzolização, etc.), previsões hidrológicas, alterações do uso do solo, etc. (UNESCO, 1970).

"Os sistemas de bacias hidrográficas fornecem um tipo de unidade mínima de ecossistema em relação ao gerenciamento prático"; como cita ODUM (1985 - p. 122), referindo-se ao estudo das massas de água, as quais devem ser consideradas como sistemas que fazem parte de bacias hidrográficas ou sistemas de drenagem. E reforça ainda:

"o conceito de bacia hidrográfica ajuda a colocar em perspectiva muitos dos nossos problemas e conflitos. Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão controladas olhando-se apenas para dentro da água; geralmente é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói nossos recursos aquáticos. A bacia de drenagem inteira deve ser considerada a unidade de gerenciamento" (ODUM, 1975 - p. 39 - 40).

Considerando-se o gerenciamento como uma etapa posterior e dependente do planejamento, então a mesma unidade deve ser utilizada na elaboração do plano.

Experiências estrangeiras de planejamento de bacias hidrográficas, devem ser consideradas. Um exemplo clássico é o planejamento dos recursos naturais com fins do uso múltiplo da água, que se deu no Vale do Tennessee (EUA).

Em 1933, constituiu-se um organismo regional denominado TVA (Tennessee Valley Authority), com objetivo de promover o desenvolvimento do vale do Tennessee, compreendendo área de 105.800 km². O TVA, órgão autônomo, descentralizado, com autoridade para tomar decisões administrativas na área, foi instituído pelo presidente Roosevelt. Segundo HERMANN (1977) graças ao TVA, o rio Tennessee é o mais bem controlado e desenvolvido dos Estados Unidos.

"O desenvolvimento econômico do vale tem sido superior à média da nação e do sudoeste americano como um todo (...). O TVA permaneceu como uma experiência única nos EUA. As maiores objeções à constituição de organismos similares partiram dos órgãos governamentais que temiam a difusão de sua metodologia através de todas as bacias hidrográficas do referido país, colocando em risco a estrutura governamental federal existente" (HERMANN, 1977 - p. 37 - 38).

Citam-se também experiências latino-americanas como a de San Salvador, onde o Projeto ELS/84/006 de "Desarrollo de Comunidades Rurales y Ordenación de Cuencas Hidrográficas" (Desenvolvimento de Comunidades Rurais e Ordenamento de Bacias Hidrográficas), executado pelo Centro de Recursos Naturais de San Salvador e apoio técnico-financeiro da FAO, vem realizando uma série de atividades, baseada em uma agricultura conservacionista. Utilizam o manejo adequado do solo, irrigação, barreiras vivas, obtendo muito bons resultados (PERDOMO, 1985).

Outro exemplo, é a planificação de bacias hidrográficas que a Venezuela vem adotando, com metodologia desenvolvida pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Aguas e Terras (CIDIAT) com sede naquele país, com o apoio do Ministério dos Recursos Naturais Renováveis venezuelano (HIDALGO, 1985). Sobre esta metodologia, trataremos mais adiante.

No Brasil em 1982, quando o Ministério do Interior juntamente com a SEMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente) e a Secretaria Adjunta de Ciência e Tecnologia estudavam a

experiência estrangeira no gerenciamento dos recursos hídricos, já demonstravam uma tendência em utilizar como "unidade básica de gestão" a bacia hidrográfica. Cita:

"Evidencia-se então, a necessidade de planejar-se e coordenar-se a utilização da água mediante o estabelecimento de estruturas que assegurem o gerenciamento dos recursos hídricos segundo uma perspectiva global. Esta perspectiva global funda-se, na totalidade dos casos analisados, na consideração da bacia hidrográfica como unidade básica de gestão" (SEMA, 1982).

No mesmo ano em que é editado a quarta aproximação do Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra, o Ministério da Agricultura edita publicações sobre o planejamento conservacionista; agora não só para propriedades mas cita também a microbacia como unidade de planejamento. Embora ainda bastante superficial quanto à metodologia de planejamento, ressalta a importância da seleção de microbacias prioritárias, com a participação institucional e comunitária, seguido pela elaboração do Plano Municipal de Microbacias Integradas (CEEIBH/MME/DNAEE/MINTER/SEMA, 1983).

O Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), formado em 1978 com o apoio do MME/DNAEE/MINTER/SEMA, desenvolve trabalhos que visam principalmente a classificação dos cursos d'água da União, o estudo integrado e acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais. Enfim, trata do diagnóstico e planejamento da utilização dos recursos hídricos de bacias hidrográficas.

Embora o comitê utilize a bacia hidrográfica como unidade de trabalho, salienta entretanto que preocupa-se especialmente com o aproveitamento dos recursos hídricos e não com a avaliação do uso dos demais recursos naturais como um todo, dentro daquele mesmo ambiente.

No caso de Santa Catarina, o CEEIBH atua na Bacia do rio Iguacú, do Tijucas, do Cubatão-sul, do Tubarão, do Urussanga e do Araranguá.

Na Sinopse do Relatório da Qualidade do Meio Ambiente (1984), publicado pelo CEEIBH, divulgou-se apenas breve caracterização das bacias (Itajaí-Açú, Cubatão, Tubarão,

Tijucas, Urussanga, Araraguá) e comentários à respeito da qualidade da água.

Uma metodologia de trabalho para manejo de bacias hidrográficas, foi desenvolvida na Universidade Federal de Santa Maria (RS), elaborando projetos de prevenção de enchentes e sêcas para a sub-bacia do rio Vacacaí Mirim (RS), da Bacia do rio Itajaí Mirim (SC), dentre outras. Nesses trabalhos, ressalta-se o método utilizado na determinação de cada mancha de capacidade de uso do solo da bacia, onde são levantadas 36 variáveis, desdobradas das variáveis preconizadas pelo Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra. A definição da classe de capacidade de uso, é obtida pelo somatório das variáveis com os pesos que lhes forem atribuídos. Para a avaliação da suscetibilidade à erosão, os projetos citados apresentam o "coeficiente de rugosidade" (RN = "rugness number"), obtido em função da declividade média e da densidade de drenagem, onde $RN = H \times D$, sendo H a declividade média da bacia, a qual é dada por:

$$H = \frac{\sum_{1}^{n} CN \times \Delta N}{A}$$

$\sum_{1}^{n} CN$ = somatório dos comprimentos das curvas de nível

ΔN = diferença de nível entre as curvas de nível

A = área da microbacia

$$e: D = \frac{\sum_{1}^{n} L}{A}$$

onde: $\sum_{1}^{n} L$, é o somatório de todos os afluentes da microbacia.

D é densidade de drenagem

Os valores maiores para RN, indicam terras mais degradadas fisicamente e mais suscetíveis à erosão, etc.. Os valores menores indicam terras em melhor estado conservacionista (UFSM, 1986). Obtido os valores numéricos, estes são separados em classes (A, B, C,...) e assim são

associados à capacidade e uso, indicando, o destino adequado de utilização.

É um método bastante simplificado na avaliação da suscetibilidade à erosão, onde utiliza poucas variáveis para obter resultados fundamentais em um trabalho de planejamento ambiental.

Outro trabalho em bacia hidrográfica, a nível de extensão rural, está sendo desenvolvido pela EMATER/PARANA. É o Projeto da microbacia hidrográfica do Rio Feliz - Água da Saúde, área localizada no município de Juranda (PR), elaborado pelo agrônomo local. Como principais objetivos, o projeto visa aumentar o recobrimento vegetal, a produtividade agropecuária de acordo com a aptidão agrícola dos solos, educação ambiental da comunidade, envolvendo-a nesse trabalho, entre outros. Para tanto, foi elaborado um diagnóstico geral da microbacia, contendo dados gerais do município e da microbacia, abrangendo uma caracterização sócio-econômica, fisiográfica e do manejo atual do solo da área. Em seguida foi descrito o Plano de Ação a ser desenvolvido quanto às práticas conservacionistas edáficas, mecânicas de conservação do solo, vegetativas de conservação do solo, reflorestamentos conservacionistas, recuperação e relocação de estradas, combate à voçorocas, abastecedouros de água comunitários e construção de açudes. Finalmente, o projeto apresenta metas físicas e cronograma, recursos necessários, anexos contendo dados de precipitação, temperatura e o mapa da microbacia (MARCH, 1988).

No início da década de 80, o Serviço de Extensão Rural do Paraná, através da participação do agrônomo Davi Nathan Benvenuti, já desenvolvia trabalhos utilizando como unidade espacial, pequenas bacias hidrográficas: as microbacias. Foram municípios pioneiros Toledo e Nova Santa Rosa (PR), onde por volta de 1981, se iniciou o planejamento da construção de grandes terraços que reteriam a água nas encostas mais íngremes, intercalados por pequenos terraços (os "murundus"^B), com base em dados pluviométricos e no declive do terreno principalmente. Todo o trabalho

^BMurundus - pequenas lombas de terra, construídas em nível para evitar o escoamento superficial da água na lavoura.

entretanto, necessitava da adesão de todas as comunidades, especialmente aquelas que localizavam-se dentro da microbacia. Além da construção de terraços e "murundus" em nível e contínuos (onde o ideal seria não respeitar as divisas das propriedades e construídos de forma a "fechar" a microbacia), desenvolveu-se trabalhos de relocação de estradas municipais e dentro de propriedades, proteção de rios, lagoas e proteção de mananciais, a partir da recuperação da mata natural e replantio de espécies nativas (NAKAMAE, 1987).

O modelo de conservação do solo de Nova Santa Rosa e Toledo repercutiu em todo o estado do Paraná, em outros estados e no exterior, onde o agrônomo Davi N. Benvenuti divulgou sua experiência, à convite da FAO, no Congresso Internacional de Conservação do Solo em Terras íngremes, em março de 1987, na cidade de Porto Rico (NAKAMAE, 1987).

MAZUCHOWISKI (1981), dentro do Programa Integrado de Conservação dos Solos e da Água do Paraná, definiu propostas de trabalho em bacias hidrográficas, onde previa os seguintes passos:

- identificação dos pontos críticos da área (solo, água, florestas, sistema viário, uso das terras, manejo dos solos, áreas peri-urbanas, controle de voçorocas, etc.);
- priorização dos problemas;
- proposição de soluções globais com a participação comunitária e institucional, frente à um cronograma e prazos;
- elaboração de mapa da área, com as medidas conservacionistas preconizadas;
- divisão de responsabilidades na solução e implantação das propostas conservacionistas, definindo áreas de competência das instituições participantes;
- execução do plano preconizado.

Cada microbacia deve conter em mapa planialtimétrico as seguintes informações:

- altitudes - declividades dominantes - orientação -
- rêde hidrográfica - sistema viário - uso atual das terras -
- solos dominantes - dados climáticos - localização de sedes e
- benfeitorias - curva de geadas - direção dos ventos

dominantes - pontos críticos de erosão (localização e identificação).

O autor acrescenta:

"o objetivo principal de um planejamento conservacionista, é elevar a produtividade da terra, ao seu nível máximo de rendimento, num sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, sem empobrecê-la e sem destruí-la" (MAZUCHOWISKI, 1981).

Nas regiões assistidas pelo programa, pode-se ver "murundus" e terraços "estendidos até o horizonte, atravessando sem interrupção, sítios e fazendas" (AMORESE, 1984 - p. 13).

A experiência paranaense repercutiu em Santa Catarina, já em 1985, quando produtores e técnicos catarinenses visitaram Toledo. Com isso, difundiu-se a construção de patamares, muitas vezes aproveitando as pedras da propriedade, que além de proteger o solo, livram o terreno deste obstáculo à mecanização e cultivo. Adotaram também o regime de mutirão na construção dos patamares, cordões de vegetação, plantio de adubos verdes, etc.. O que é importante e interessante em trabalhos desse tipo é não perder de vista a microbacia como unidade de trabalho, tanto a nível de comunidade (a nível de extensão rural desenvolvida pela ACARESC que desempenha função fundamental neste planejamento), como a nível municipal e estadual (MACHADO, 1987). Em junho de 1986, a ACARESC desenvolvia o Programa de Reflorestamento de Microbacias e em agosto do mesmo ano, lança o Programa de Conservação e Manejo Integrado do Solo e da Água, ainda em revisão, quando então já se desenvolviam atividades em 11 microbacias piloto, que se encontravam em diversas etapas de execução (ACARESC, 1986).

Em 1987, o governo estadual lança o "Programa de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas", componente do Plano Agropecuário Catarinense - PLANAC 1987/1991. Apresenta como principal objetivo a "preservação e a recuperação dos recursos naturais através do manejo integrado de solo, água e floresta visando elevar a renda das famílias rurais" (INST. PLANEJ. E ECONOMIA AGRICOLA DE SC, 1987 - p.11).

O programa pretende se desenvolver em 400 microbacias hidrográficas localizadas nas regiões oeste, sul, litoral norte e Vale do Itajaí Açú, beneficiando 52.000 produtores rurais em uma área de 320.000 ha. A execução do programa está à cargo de empresas e entidades ligadas à Secretaria da Agricultura e do Abastecimento/SC (Inst. Planej. e Economia Agrícola de SC, 1987).

Alguns objetivos práticos do programa seriam: recuperar e melhorar a fertilidade dos solos através do manejo adequado, minimizar os efeitos da erosão, manter as florestas (para preservar os mananciais e pontos de captação de água), proporcionar água potável às populações rurais, adotar modernos métodos de conservação de estradas vicinais, fomentar a produção e distribuição de sementes e mudas, desenvolver estudos para aperfeiçoamento dos sistemas de manejo integrado do solo e controle da erosão hídrica a nível de microbacia hidrográfica

O governo federal também responde ao desenrolar dos novos procedimentos levados pelo trabalho de extensão rural de vários estados da federação, na intensão de conservar os recursos naturais, especialmente solo e água. Lançou em 5 de março de 1987, o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, através do decreto n. 94.076. Entre as metas básicas do governo federal destacava-se a incorporação ao programa de mais três mil novas microbacias, entre 1988-1990 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1987).

Atualmente são 70 microbacias catarinenses que estão sendo trabalhadas, estando prevista a recuperação de 520, das 1683 existentes no Estado, em um prazo de 7 anos (DIÁRIO CATARINENSE, 18/04/89)(ACARESC, 1989).

Os investimentos ao programa serão divididos entre setor privado e cooperativas, que aplicarão em reflorestamento, fiscalização ambiental e assistência aos produtores rurais, os quais também usarão recursos próprios e crédito rural. Finalmente, o governo estadual financiará uma parte, com apoio do Banco Mundial (A Notícia 05/04/89).

Alguns efeitos de curto prazo já começam a ser observados nas primeiras microbacias que iniciaram os trabalhos à mais tempo em Santa Catarina. O sistema de

plantio direto, uma das estratégias no trabalho, vem dando excelentes resultados no cultivo da cebola, na microbacia do rio Batalha (Ituporanga/SC), especialmente quando alternando a adubação verde (mucuna e feijão-de-porco), o que dispensa a aplicação de uréia no cultivo. Mais de 70% da área já utiliza o sistema de plantio direto, melhorando as condições físicas do solo, seu teor de umidade e temperatura, mantendo o solo mais protegido da erosão, elevando a produtividade das safras de 85 a 88 em 2,4; 11,9 e 23,3% respectivamente (FRANCO, 1988).

Outra iniciativa levada a bom termo com o programa, ocorreu em Caxambu do Sul (SC);

"onde comunidade e poder público municipal montaram um viveiro para produção de mudas de árvores nativas, recolhendo sementes de 16 espécies, entre elas louro, cedro, anjico, canafístula, açoita cavalo, granixinga, bracatinga, guajuvira, ipê amarelo eerva-mate" (FRANCO, 1978 - p. 31).

Esse viveiro comunitário já entregou 75 mil mudas e já possuía mais 20 mil disponíveis para serem entregues em fins de 1988. As mudas são levadas pelos agricultores para replantio de florestas no alto dos morros, margem dos cursos d'água e refloretamento de áreas públicas.

Outras práticas conservacionistas já tomaram grande impulso como construção dos cordões de pedra e patamares, proteção imediata do solo contra a erosão. Como cita o coordenador do programa pela ACARESC agrônomo Valdemar Hercílio Freitas:

"O programa não considera comunidades, o distrito ou o país como unidades apropriadas para encarar a solução do problema da degradação da terra, do meio ambiente...(...). A unidade apropriada deve ser de caráter geográfico, a bacia hidrográfica homogênea, porque as terras e a água ignoram os limites de comunidades e distritos. A erosão ocorre se as condições permitirem, independente das divisas políticas e administrativas, inclusive das fronteiras entre países" (In.: FRANCO, 1988 - p. 28).

5. METODOLOGIA DO DIAGNOSTICO FISICO-CONSERVACIONISTA E ANALISE DOS PARAMETROS COMPONENTES:

Uma necessidade que surgiu com o desenvolvimento do programa de microbacias em SC, foi o treinamento dos técnicos que irão atuar no programa. Assim, cursos sobre planejamento de bacias hidrográficas foram oferecidos por empresas ligadas à esta área de atuação (ACARESC e EMPASC) à seus técnicos, no sentido de inteirá-los do assunto e adequar uma metodologia de trabalho, para ser aplicada. Além das técnicas conservacionistas que vêm sendo aplicadas pelos extencionistas, os técnicos visam estudar de maneira global o estado de degradação dos recursos naturais da bacia, de forma a elaborar um planejamento do ambiente como um todo.

Em março de 1988, a ACARESC promoveu curso¹ de planificação de bacias hidrográficas, onde foi exposta uma metodologia de trabalho e estratégia de integração interinstitucional, desenvolvida pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento Integral de Aguas e Terras (CIDIAT) e Ministério do Ambiente e Recursos Naturais Renováveis da Venezuela (MARNR).

De acordo com CIDIAT/UFSC (1987), a metodologia do plano de manejo da bacia hidrográfica contempla a participação simultânea de técnicos de diferentes instituições ligadas à preservação ambiental (vertente institucional) e da população da bacia (vertente comunitária).

As etapas definidas na formulação do plano, são:

1ª Etapa: cabe à vertente institucional definir sobre a setorização e prioridades da bacia e à vertente comunitária cabe tomar conhecimento do plano e escolher lideranças que representem a comunidade.

2ª Etapa: cabe à vertente institucional localizar e caracterizar a unidade de planificação; definir a importância e os fatores de degradação dos recursos naturais renováveis. A vertente comunitária por sua vez, cabe levantar aspectos culturais da comunidade como hábitos,

¹ Curso ministrado pelo Prof. M. Sc. Pedro Hidalgo Ramirez, do CIDIAT e acessor do MARNR - Venezuela.

costumes, crenças, etc., como também as aspirações da mesma.

3ª Etapa: cabe à vertente institucional definir o marco de referência do plano de manejo da bacia hidrográfica, que são as relações existentes entre o plano e o sistema de planificação, a estrutura institucional e o corpo jurídico do país, a nível federal, estadual, municipal e local.

4ª Etapa: abrange a formulação do plano. Cabe à vertente comunitária apresentar suas aspirações e realçar aspectos culturais da comunidade. A vertente institucional cabe a elaboração do Diagnóstico Integral da Bacia Hidrográfica (DIBH). O DIBH, sintetiza o estado de degradação e conservação em que se encontra a bacia. É composto por sete diagnósticos que se interrelacionam. São eles:

- diagnóstico físico-conservacionista (DFC)
- diagnóstico sócio-econômico (DSE)
- diagnóstico do recurso solo (DS)
- diagnóstico do recurso água (DA)
- diagnóstico do recurso vegetação (DV)
- diagnóstico do recurso fauna (DF)
- diagnóstico da contaminação ambiental (DCA)

A interrelação entre eles, pode ser esquematizada, conforme apresenta a figura 7.

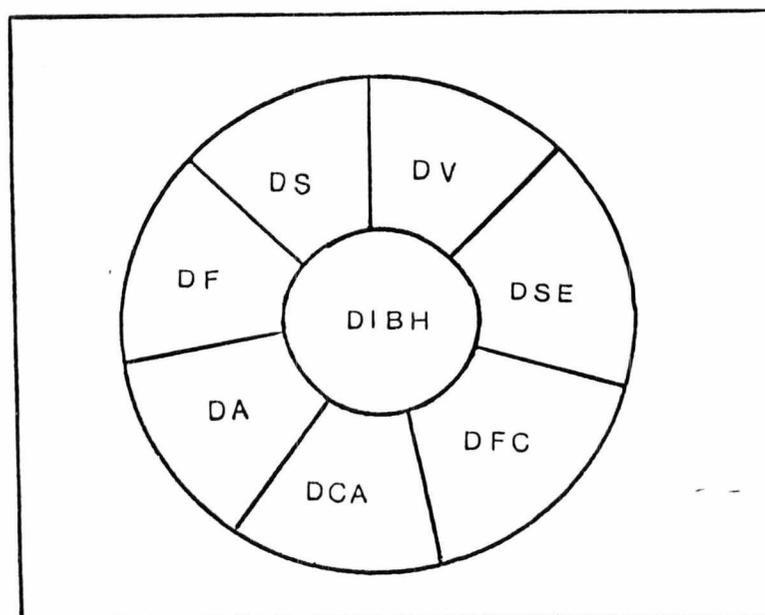


Figura 7: Esquema da interrelação entre os diagnósticos componentes do DIBH, segundo a metodologia do CIDIAT & MARNR (1984).

Para os diagnósticos faz-se necessário o uso da cartografia temática em todas as fases do trabalho.

O DIBH apresenta dentre outros, um mapa síntese de eventuais conflitos de uso da terra, elaborado com base no mapa de uso atual e uso potencial da terra, constituindo-se em importante ferramenta no plano de manejo.

5ª Etapa: é a execução do plano cabe à vertente institucional a implementação da estratégia gerencial do plano e à vertente comunitária cabe a participação no gerenciamento do plano através das Prefeituras municipais,, Secretarias Municipais e organizações comunitárias.

6ª Etapa: a vertente institucional cabe a avaliação econômica, social e do impacto ambiental do plano.

7ª Etapa: consiste na atualização do processo de gerenciamento do plano, com vistas ao desenvolvimento da autonomia institucional e autogestão comunitária.

A elaboração do planejamento em sua íntegra, de acordo com o MARNR e CIDIAT é um trabalho necessário para as bacias hidrográficas degradadas, exigindo uma equipe técnica multidisciplinar, que tenha condições de integrar todos os distintos campos de conhecimento relacionados com a questão.

Em cursos onde esta metodologia foi apresentada, é grande a repercussão junto à técnicos e órgãos ligados ao assunto.

SEGOVIA & PALMA (1987), aplicaram especificamente a metodologia do diagnóstico físico-conservacionista, para avaliação da sub-bacia Concepcion, que abrange os municípios de Lepaterique, Reitoca e Santa Ana, na República de Honduras. Os resultados obtidos foram bastante objetivos e os autores concluem, reforçando como viável a aplicação da metodologia como padrão em futuros planos de manejo para bacias hidrográficas naquele país.

Pode-se citar também outro exemplo bastante próximo de aplicação da mesma metodologia. Desde 1987, professores da Fundação Universitária da Região de Blumenau e da Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolvem trabalhos no sentido de adaptar a metodologia do CIDIAT e MARNR, às condições do Vale do rio Itajaí Açú. Em novembro de 1988, foi apresentado o II Seminário do Projeto Itajaí,

com estudos preliminares para adaptação da metodologia de planificação de bacias hidrográficas, em sua íntegra.

Há interesses por parte de empresas estatais e grupos de pesquisa na adaptação da metodologia; trabalhos à nível de extensão rural prosseguem e cabe agora a definição de metodologias adequadas à situação das microbacias catarinenses.

Com esta intensão, busca-se neste trabalho, um aprofundamento, discussão, adaptação e aplicação da metodologia do diagnóstico físico-conservacionista (DFC), uma vez que considera-se este, um diagnóstico preliminar, necessário como embasamento de todos os demais. Embora genérico, o DFC é abrangente e prático na obtenção de valores objetivos, que avaliem o estado físico-conservacionista de uma bacia hidrográfica.

Baseado em trabalhos de Filiberto López Cadenas del Llano², citado em MARNR (1978), o CIDIAT em conjunto com o MARNR - Venezuela, elaboraram uma fórmula descritiva que expressa numericamente o estado físico-conservacionista dos setores da bacia. esta fórmula estabelece que o risco de erosão de uma bacia hidrográfica é função direta dos fatores que definem o clima e o relevo, e função inversa dos fatores que constituem o terreno (geologia) e cobertura vegetal. A fórmula descritiva em princípio, estabelece que:

$$E(f) = \frac{\text{clima} \quad \text{relevo}}{\text{geologia} \quad \text{vegetação}}$$

Onde: E(f) é o estado físico-conservacionista da bacia.

Em análises posteriores, o CIDIAT & MARNR - Venezuela (1984), por conveniência adicionaram outros parâmetros, chegando à seguinte fórmula descritiva:

$$E(f) = \frac{ZV, D, d, p}{g, E, e, v}$$

²F.L.Cadenas de Llano é engenheiro florestal e trabalha no Centro de Estudos Hidrológicos de Madri - Espanha. Vem dedicando-se a estudos na área de erosão hídrica; já dirigiu a Seção de Hidráulica Torrencial do Instituto Florestal de Investigação e Experiências (Madri) e a Seção de Hidrologia do Patrimônio Florestal do Estado (Espanha); desenvolveu trabalhos sobre Classificação Qualitativa de Bacias Torrenciais.

Onde:

ZV é zona de vida
 D é degradação específica (erosão potencial)
 d é sedimentos medidos na estação (erosão atual)
 p é declividade média
 g é geologia da área
 E é erodibilidade das rochas
 e é cobertura do processo atual de erosão
 v é cobertura vegetal atual

Para cada parâmetro encontrado, é definido um índice de acordo com classificações previamente estabelecidas.

Posteriormente será apresentado estudo de cada parâmetro acima citado.

Os parâmetros, com os respectivos índices na fórmula descritiva, sugerem uma análise qualitativa da bacia hidrográfica que está se estudando. Segundo MARNR & CIDIAT (1984), apenas com um enfoque descritivo não se poderia priorizar situações distintas entre bacias hidrográficas por que não dispõe-se de um valor quantitativo que represente a situação descrita. Assim, na busca de um valor numérico representativo, estabelecem como padrão de melhores condições quanto ao processo erosivo, a somatória dos índices mínimos de cada parâmetro. Da mesma forma, estabelece como padrão de piores condições quanto ao processo erosivo, a somatória dos índices máximos de cada parâmetro. Os intervalos mínimo e máximo para cada índice são apresentados no quadro 1. A partir do valor mínimo e máximo de riscos naturais do processo erosivo, a metodologia apresenta o valor crítico do processo erosivo, encontrado para uma dada microbacia. Para tanto, faz uso da equação da reta e dos eixos cartesianos, onde no eixo "x" se encontram as unidades de risco (valor obtido na fórmula descritiva) e no eixo "y", o valor crítico da erosão³, que varia de 0 a 100 (figura 8).

Quanto maiores os valores dos subíndices e conseqüentemente, dos valores finais obtidos através de fórmula descritiva, maior o potencial de risco de degradação dos recursos.

³ a metodologia venezuelana, estabelece o valor crítico de erosão em função dos parâmetros (clima, relevo, geologia e vegetação); neste trabalho entretanto, procurou-se dar enfoque mais abrangente ao buscar-se como resultado final o valor crítico de degradação da bacia

Quadro 1: Parâmetros, símbolos e valores mínimos e máximos dos subíndices adotados na metodologia do Diagnóstico Físico Conservacionista;

PARAMETRO	SÍMBOLO	VALORES DOS SUBÍNDICES	
		MÍNIMOS	MÁXIMOS
Zonas de Vida	(ZV)	(ZV) ₁ 81 - 100%	(ZV) ₅ 1 - 20%
Degradação Específica	D	D ₁ 0 - 100 (ton./km ² /ano)	D ₅ > 3.000
Sedimentos Medidos	d	d ₁ 0 - 100 (ton./km ² /ano)	d ₅ > 2.000
Declividade Média	P	P ₁ 0 - 12%	P ₅ > 75%
Litologia	L	L ₁ duras	L ₄ depósitos não estabiliz.
Erodibilidade da Rocha	E	E ₁ pouco suscetível	E ₅ altamente suscetível
Erosão	e	e ₁ 1 - 20%	e ₅ 81 - 100%
Cobertura Vegetal	V	V ₁ 1,0 (índice de proteção)	V ₇ 0,0 - 0,19
VALORES TOTAIS INDICES		MÍNIMOS 8	MÁXIMOS 40

Fonte: MARNR/CIDIAT, 1984.

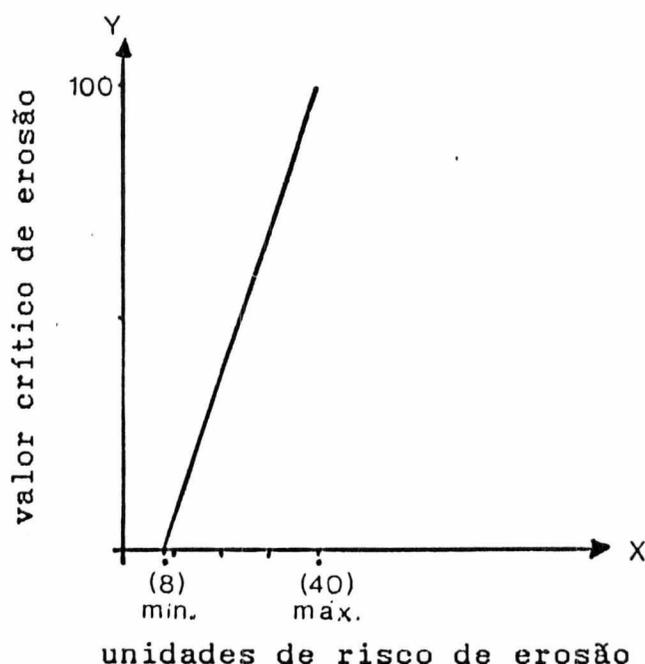


Figura 8: Gráfico da equação da reta relacionando os valores obtidos com a fórmula descritiva (unidades de risco de erosão) e o valor crítico de erosão.

A seguir, passar-se-á a apresentação do estudo dos parâmetros definidos pela metodologia do Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC), desenvolvida pelo Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis da Venezuela (MARNR) & Centro Interamericano de Desenvolvimento de Aguas e Terras (CIDIAT & MARNR, 1984), com vistas à uma adaptação às condições catarinenses. Buscou-se levar em consideração outros métodos de obtenção dos parâmetros, considerando as vantagens e desvantagens de sua aplicação e compará-los aos processos estabelecidos pela metodologia.

a) Localização da bacia:

De acordo com a metodologia do DFC desenvolvida pelo MARNR, a localização da bacia deve ser definida mediante:

- coordenadas geográficas;
- localização político-territorial (município(s), distrito(s) e unidade da federação);
- classificação hidrológica (segundo classificação decimal dos rios da Venezuela);

Como sugestão para melhor caracterização da área, poderiam ser considerados ainda, os limites físicos e políticos da área, a superfície, os afluentes principais e o local da nascente do rio principal.

b) Setorização da bacia:

Considera-se setorização da bacia hidrográfica, a divisão teórica da área em setores menores, a fim de viabilizar os trabalhos de planejamento conservacionista.

Estes setores menores, ou unidades de planejamento, de acordo com a metodologia desenvolvida pelo CIDIAT & MARNR (1984), deverão obedecer critérios hidrológicos ou seja, a delimitação se fará de acordo com a linha do divisor de águas, setorizando assim a bacia em sub-bacias e microbacias.

Para a realidade venezuelana, a metodologia determina intervalos ou classes para definir bacias, sub-bacias e microbacias, de acordo com a área:

- para bacias: 100.000 a 300.000 ha
- para sub-bacias: 30.000 a 60.000 ha

- para microbacias: 4.000 a 12.000 ha

Ressalta entretanto, que tais intervalos não são rígidos, podendo em algumas situações variar, ainda que não substancialmente.

SEGOVIA & PALMA (1987), que aplicaram o Diagnóstico Físico-Conservacionista à sub-bacia Concepcion - República de Honduras, também delimitaram as bacias pelo divisor de águas, mas encontraram outros intervalos de área:

- para sub-bacias: 15.000 a 60.000 ha.

- para microbacias: 2.000 a 8.000 ha.

No Brasil, alguns trabalhos já se iniciaram no sentido de adaptar critérios e classificações da metodologia do CIDIAT & MARNR, à realidade brasileira.

FRANK et alii (1988), utilizando esta metodologia em trabalhos preliminares da Bacia do Rio Itajaí-Açú, definem classes de 150.000 a 350.000 ha. para sub-bacias de 1º nível: 30.000 a 60.000 ha. para sub-bacias de 2º nível e 3.000 a 12.000 ha. para microbacias. Para setorização utilizam critérios hidrográficos (consideram a rede de drenagem e o divisor de águas como limite), de área (através de intervalos pré-definidos), de declividade e político administrativo.

Já LISBOA et alii (1989), ao estabelecer a setorização da Bacia do Rio Cubatão-Sul, acrescentam que além do critério hidrológico, na delimitação das unidades de planejamento, deve-se considerar:

"devem ser considerados os conceitos de unidades ecológicas perfeitamente diferenciadas além da questão da divisão político-territorial dos municípios, ponderando-se inclusive as cartas de hipsometria, declividade no caso de adotar-se as classificações de sub-bacias alta, média e baixa."(LISBOA et alii, 1989 - n.p.).

5.1) Zona de vida:

O parâmetro Zona de Vida (ZV), é definido de acordo com a metodologia venezuelana, como sendo uma unidade climática natural onde agrupou-se diferentes associações de ecossistemas correspondentes à determinados valores de temperatura, precipitação e umidade atmosférica. Em outras palavras, seria a representação gráfica do ecossistema da

bacia antes da interferência do homem, ou seja, o ecossistema original.

Para esta representação, utilizam a classificação desenvolvida por L. Holdridge, onde este autor classifica os ecossistemas compreendidos entre a linha do equador e os polos sul e norte, utilizando relações entre as variáveis biotemperatura e precipitação, determinando limites entre as unidades superiores de vegetação. Com estas variáveis construiu um diagrama onde os valores vão aumentando logaritmicamente (MARNR, 1978).

Esta classificação, segundo o MARNR (1978), define o tipo de vegetação que deveria existir originalmente de acordo com determinadas condições de biotemperatura e precipitação. A biotemperatura média é obtida da soma das médias diárias de temperatura sobre 0°C e até 30°C, dividindo este valor entre o número de dias do ano e indica o âmbito de variação dentro do qual a vida vegetativa se encontra ativa.

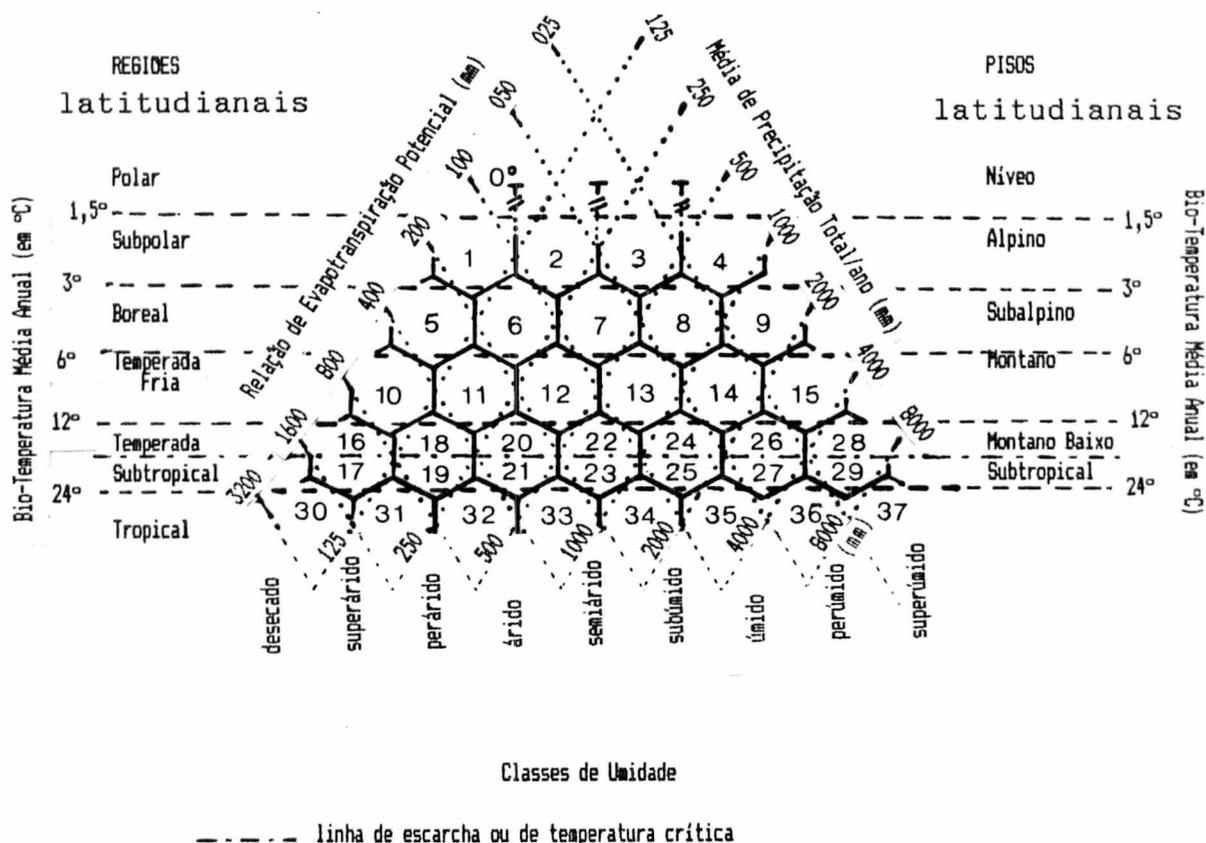
Os dados de precipitação são obtidos através das médias de chuva, neve, granizo ou geada. Os dados devem ser de no mínimo 10 anos e o resultado final da classificação dos diferentes ecossistemas é representado em um mapa de zonas de vida.

Ao ser identificada a zona de vida para cada unidade hidrográfica, se estabelece um índice que indica o grau de semelhança entre a vegetação atualmente existente e a "zona de vida" originalmente existente, de acordo com a classificação de L. Holdridge (figura 9) e o nível de semelhança (tabela 3).

Caso a unidade geográfica corresponda à várias classes de zona de vida, toma-se aquela que for dominante para formar a fórmula descritiva.

CORDEIRO et alii (1988), estudando a metodologia desenvolvida pelo CIDIAT & MARNR (1984), para a aplicação na bacia do Rio Itajaí-Açú, propôs uma adaptação no parâmetro "zona de vida". Em seu estudo, este parâmetro foi substituído pela "cobertura original" (CO).

A obtenção da variável CO é feita com o auxílio do Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978), na



1.Tundra Sêca 2.Tundra Úmida 3.Tundra Muito Úmida 4.Tundra Pluvial 5.Deserto 6.Campo Desértico 7.Campo úmido ou Bosque Úmido ou Páramo Úmido 8.Campo Muito Úmido ou Bosque Muito Úmido ou Páramo Muito Úmido 9.Monte Pluvial ou Páramo Pluvial 10.Deserto 11.Campo Desértico 12. Estepe 13.Bosque Úmido 14.Bosque Muito Úmido 15.Bosque Pluvial 16.Deserto 17.Deserto 18.Campo Desértico 19.Campo Desértico 20.Estepe espinhosa 21.Monte Espinhoso 22.Bosque Sêco 22.Bosque Sêco 23.Bosque Sêco 24.Bosque Úmido 25.Bosque Úmido 26.Bosque Muito Úmido 27.Bosque Muito Úmido 28.Bosque Pluvial 29.Bosque Pluvial 30.Deserto 31.Campo Desértico 32.Monte Espinhoso 33.Bosque Muito Sêco 34.Bosque Sêco 35.Bosque Úmido 36.Bosque Muito Úmido 37.Bosque Pluvial

Figura 9: Classificação das Zonas de Vida, segundo L. HOLDRIDGE, citado em MARNR (1978)

Tabela 3: Classificação quanto ao grau de semelhança existente atualmente e aquela originalmente, de acordo com o triângulo de Holdridge:

GRAU DE SEMELHANÇA	INDICE	NIVEIS
81 - 100%	(ZV) ₁	altamente semelhante
61 - 80%	(ZV) ₂	semelhante
41 - 60%	(ZV) ₃	medianamente semelhante
21 - 40%	(ZV) ₄	baixa semelhança
1 - 20%	(ZV) ₅	nenhuma semelhança

fonte MARNR (1978).

escala 1:1.000.000. A cada formação vegetal original da bacia corresponde um número romano que irá acompanhar a variável na fórmula descritiva, sintetizando a informação. Acompanha também um subíndice que indica o grau de semelhança da vegetação original e atual de acordo com as mesmas classes estabelecidas na tabela 3.

O parâmetro zona de vida e cobertura original, embora tenham origens diferentes, são apresentados com o mesmo objetivo, ou seja, o de determinar a semelhança entre o ambiente natural original antes da intervenção do homem e o ambiente atual. Tenta resgatar o quanto foi modificado, especialmente em termos de vegetação original da bacia. Para Santa Catarina, a variável CO parece bastante adequada pois toma como referencial básico a própria cobertura original do Estado, que tem sido objeto de estudo de dedicados botânicos, ao passo que a variável zona de vida é obtida por um gráfico bastante generalizado e de âmbito mundial.

Deve-se ressaltar que escalas muito pequenas, como 1:1.000.000 ou mais, não oferecem o detalhamento desejável para se diferenciar os ecossistemas dentro de microbacias. Mesmo assim, muitas vezes é o único recurso disponível e de qualquer modo não deve ser desprezado. Entretanto, caso hajam descrições ou outros mapeamentos mais detalhados sobre a cobertura vegetal original da área em estudo, esse material certamente fornecerá maior riqueza em detalhes.

5.2. Degradação específica:

Na busca de uma possível correlação entre diferentes parâmetros de avaliação da quantidade de terra que se perde em uma bacia, FOURNIER (1960) citado por LLANO (1968), a

partir de estudos estatísticos e práticos em 96 bacias hidrográficas de várias partes do mundo, desenvolve um coeficiente para estimar a degradação específica (D), ou o potencial erosivo da chuva expresso em $m^3/km^2/ano$. FOURNIER concluiu que, para bacias de relevo acentuado, poderia se estabelecer uma correlação entre a degradação específica ou a quantidade de solo que se perde pela erosão causada pela chuva através do coeficiente p^2/P , onde p é a precipitação do mês de máxima pluviosidade registrado por determinada estação pluviométrica e P , a precipitação média anual, quando utiliza-se dados anuais. As bacias estudadas, distribuíam-se homogêneamente ao largo de quatro retas que definiam a degradação específica. (figura 10).

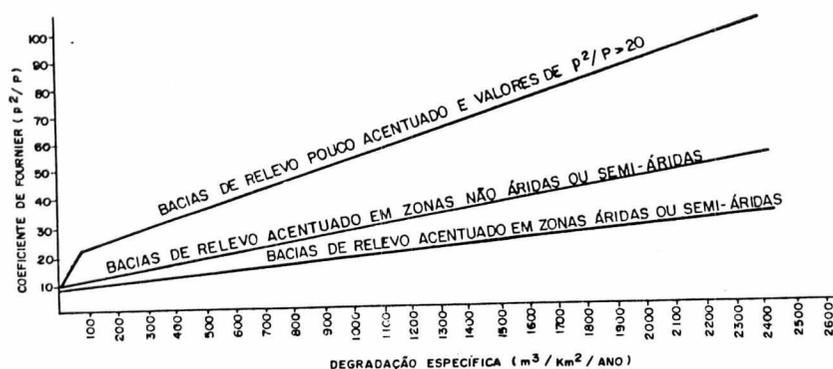


Figura 10: Representação gráfica da relação entre o coeficiente de Fournier e a degradação específica, causada pela chuva (MARNR & CIDIAT, 1984).

A determinação do coeficiente de Fournier é o método utilizado pelo CIDIAT, apresentado na metodologia para o cálculo da degradação específica (D). Ressaltam a importância de utilizar-se registros de no mínimo 10 anos consecutivos. Uma vez obtidos os índices de Fournier, tais dados serão classificados de acordo com a tabela 4.

Tabela 4: Índices definidos aos distintos valores médios de degradação, causada pela precipitação (MARNR, 1978):

QUALIFICAÇÃO	DEGRADAÇÃO $m^3/km^2/ano$	SÍMBOLO
desnudação geológica normal	0-100	D ₁
erosão débil	100-1000	D ₂
erosão média	1000-2000	D ₃
erosão forte	2000-3000	D ₄
erosão excessiva	maior de 3000	D ₅

O símbolo "D" com o respectivo índice, passarão a fazer parte da fórmula descritiva, representando a degradação específica de cada unidade de planejamento.

O coeficiente de Fournier entretanto não contempla o fator "intensidade de chuva", o qual, segundo BERTONI & LOMBARDI (1985) é o fator pluviométrico mais importante na erosão, uma vez que está diretamente relacionado com a quantidade de solo erodido.

ALMEIDA (1986), ao avaliar a perda de solo em unidades de planejamento ambiental definidas por pequenos alvéolos, não o gráfico, mas a equação de FOURNIER (1960)(In.: ALMEIDA, 1982):

$$\log E = 2,65 \log (p^2/P) + 0,46 \log H \text{ tang } \alpha - 1,56$$

Onde:

E = perda total de solo (ton./km²/ano);

p = total de precipitação do mês mais chuvoso;

P = total pluviométrico médio anual (mm);

H = altura média da unidade experimental;

tang α = coeficiente de massividade.

Ressalta-se que a equação de Fournier integra características pluviométricas e também de relevo, através da altura média e do coeficiente de massividade. Ao se considerar relevo como um parâmetro independente, o uso dessa equação não se parece conveniente.

Assim sendo, estudou-se a possibilidade do uso de outro método para avaliar a ação da chuva como agente erosivo.

Um método bastante conhecido de calcular a erosividade da chuva é através do fator "R" (erosividade da chuva) da Equação Universal de Perdas de Solo, já citada. De acordo com LEPRUN (1981), vemos que o fator "R" da equação, representa o produto da energia cinética de cada chuva unitária e sua intensidade máxima em 30 minutos, dado pela equação:

$$R = E_c \times I_{30} \times 10^{-2}$$

Sendo: E_c = energia cinética da chuva

I_{30} = intensidade da chuva em 30 minutos.

A E_c é calculada chuva por chuva, através da equação:

$$E_c = 916 + 331 \log_{10} x I$$

Sendo: I = intensidade em polegada/hora

E_c = energia cinética em tonelada/acre/polegada de

chuva.

Segundo CABEDA (1976) e FAO (1967), citado por LEPRUN (1981) ao transformar-se em unidade decimais, usa-se:

$$E_c = 12,142 + 8,877 \log_{10} I$$

Sendo: E_c = energia cinética em t-m/ha-mm

I = intensidade em mm/h

Para conhecer-se a intensidade máxima em trinta minutos, utiliza-se a equação:

$$EI_{30} = E_c \times I_{30} \times 10^{-3}$$

Onde: EI_{30} é índice de erosão em ton.- metro/ha - mm./hora

I_{30} é intensidade máxima em 30 minutos, em mm/hora.

"Para se fazer o cálculo de "R", precisa-se dividir o diagrama do pluviógrafo de cada chuva em secções de declives uniformes e determinar a energia cinética de cada secção, somar os valores das energias de todas as secções, multiplicar essa energia total pela maior quantidade de chuva registrada durante um período de 30 minutos consecutivos"(LEPRUN, 1981 - p.20).

Assim, obtém-se a avaliação numérica da erosividade da chuva dentro daquele período (BERTONI & LOMBARDI, 1985).

Embora o EI_{30} seja um método adequado para estimar o potencial erosivo das chuvas de alguns locais (MORAIS, MUTTI & ELTZ, 1988), há dificuldades em sua aplicação, seja por ser trabalhoso, pela ausência de pluviógrafos em algumas regiões, pela morosidade dos trabalhos (CASTRO FILHO et alii, 1982), ou por apresentar resultados discrepantes para taxas de precipitação inferiores a 25 mm/h (HUDSON, 1977).

Assim, vários autores buscaram encontrar métodos de determinação do potencial erosivo da chuva e compará-los ao EI_{30} .

MORAIS, MUTTI & ELTZ (1988), relacionaram características físicas com o seu potencial erosivo, por meio de correlação linear com perdas de solo em parcelas descobertas. Para tal, as características analisadas foram:

- quantidade de chuvas (por pluviogramas)
- tempo de duração
- energia cinética total das chuvas individuais
- intensidade média total

Os autores encontraram uma equação ajustada para a

obtenção da energia cinética: $E = -a + bA$, onde "E" é energia cinética, "a" e "b" são coeficientes lineares, "A" é a quantidade de chuva a qual apresentou alto coeficiente de correlação com a equação para energia cinética de WISCHMEIER & SMITH (1978) (In.: MORAIS, MUTTI & ELTZ, 1988), o que reforçam a viabilidade do uso dessas equações de estimativa de energia cinética nos locais estudados.

WAGNER & MASSAMBANI (1988) determinaram a energia cinética das gotas de chuva e a relação com a taxa de precipitação a partir da distribuição de tamanhos de gotas, obtidas por meio de equipamento eletroacústico denominado "disdrômetro". Estudaram 533 amostras da distribuição de gotas oriundas de precipitação predominantemente convectiva, na região de Baurú (SP). Compararam a relação obtida com aquela encontrada por WISCHMEIER & SMITH (1958) (In.: WAGNER & MASSAMBANI, 1988) e sua aplicabilidade na região de São Paulo. Dentre outras conclusões, WAGNER & MASSAMBANI (1988) não observaram diferenças significativas entre a equação para o cálculo da energia cinética, obtida a partir de dados disdrométricos observados, daquela encontrada por WISCHMEIER & SMITH (1958). Todavia, os trabalhos citados também apresentaram inconvenientes semelhantes aqueles atribuídos ao E130.

LOMBARDI & MOLDENHAUER (1980) (In.: BERTONI & LOMBARDI, 1985 e In.: SECR.ENERGIA E SANEAMENTO/DEPTO. AGUA E ENERGIA ELÉTRICA-SP, 1989), encontraram alta correlação para regressão linear entre o índice médio mensal de erodibilidade e o coeficiente chuva (coeficiente de Fournier modificado). Utilizaram nesses estudos, dados de 22 anos de precipitação da cidade de Campinas (SP). A relação encontrada é:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde:

- E = média mensal do índice de erosividade
- r = precipitação média mensal em milímetros
- P = precipitação média anual em milímetros

Segundo BERTONI & LOMBARDI (1985),

"Para um longo período de tempo, vinte anos ou mais, esta relação estima com relativa precisão os valores médios de E de um local, usando somente totais de

chuva, os quais são disponíveis para muitos locais" (p. 265).

O índice de erosividade "E", foi utilizado por LOMBARDI, SILVA & CASTRO (1980, In.: BERTONI & LOMBARDI 1985) para estimar valores do EI₃₀ para 115 locais de São Paulo. Esta forma de obtenção do EI₃₀, facilita a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo. Também com o uso desta fórmula e com dados de 96 postos da rede estadual paulista, situados no interior e arredores da Bacia do Peixe-Paranapanema, foi possível a confecção do mapa de erosividade para o Estado de São Paulo (SECR.ENERGIA E SANEAMENTO/DEPTO. AGUA E ENERGIA ELÉTRICA-SP,1989).

A equação $E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$, por ter sua origem no coeficiente de Fournier, o qual foi desenvolvido a partir de estudos em pequenas bacias hidrográficas sendo adequado para aquelas que possuam área até 100 km² (LLANO & CRIADO, 1968), por exigir dados geralmente disponíveis e por já ter sido utilizada e respondido satisfatoriamente para a região de Campinas (SP), mostra-se adequada para avaliar a erosividade causada pela chuva.

Outro parâmetro de fundamental importância a ser incluído no DFC, é o balanço hídrico da bacia ou dos seus setores. Desequilíbrios no balanço hídrico, poderão causar danos irreversíveis sobre os recursos naturais renováveis da área em estudo, como já citou-se no item 2.2.1.

CASTANY (1980), compara o balanço hídrico com um balanço bancário. Salienta que para efetuar-se a contabilização do patrimônio hídrico de determinada unidade espacial, deve-se efetuar o balanço das entradas e saídas, não desconsiderando a variação dos estoques hídricos internos da área.

STRAHLER (1974), define como partes essenciais do balanço hídrico:

- I - a precipitação, que representa a entrada;
- II - a evapotranspiração, que representa a saída.

Para a estimativa do balanço hídrico, STRAHLER (1974) reforça a necessidade de se empregar valores médios mensais de uma série de anos em vez de dados de um único ano.

ALTHOFF (1981), apresentando o balanço hídrico de algumas localidades de Santa Catarina, define dois tipos de

evapotranspiração:

"- *evapotranspiração potencial: perda de água observada por evaporação e transpiração das plantas de uma superfície natural, considerando uma cobertura vegetal uniforme e completa, e o teor de umidade do solo próximo à capacidade de campo (...). Capacidade de campo: é o total de água retida no solo depois que o excesso de água (chuva ou irrigação) tenha sido drenado naturalmente (...).*

- *evapotranspiração real: perda de água observada por evaporação e transpiração, ou ambos nas condições reinantes (atmosférica e de umidade do solo)" (ALTHOFF, 1981 - p.13 e 14).*

A evapotranspiração real (E), juntamente com a infiltração total (I) e o escoamento superficial (R) correspondem às três frações em que se divide a altura de precipitação total sobre o solo (P) (CASTANY, 1968). A expressão geral do balanço hídrico global médio é:

$$P = E + R + I$$

CASTANY (1968) admite que a infiltração (I) se subdivide em escoamento subterrâneo ou infiltração eficaz (caso haja deficiência de água subterrânea) e renovação do estoque de água do solo. Mas salienta que a soma do escoamento superficial e escoamento subterrâneo indicam o escoamento total (Q). A renovação do estoque de água no solo por sua vez, integra-se à evapotranspiração real, obtendo-se assim uma segunda expressão do balanço hídrico global médio:

$$P = E + Q \quad (\text{CASTANY, 1968})$$

THORNTHWAITE & MATTER (1948) (In.: ALTHOFF, 1981), desenvolveram metodologia para determinação da evaporação e evapotranspiração, onde correlacionam dados de evapotranspiração potencial com dados de temperatura média mensal e comprimento dia.

ORSELLI & SILVA (1988), utilizando a metodologia de THORNTHWAITE & MATTER (1948) (In.: ORSELLI & SILVA, 1988), desenvolveram o cálculo do balanço hídrico para 107 localidades de Santa Catarina. Apresentam também, roteiro para se calcular o balanço hídrico para outras localidades não apresentadas.

5.3 Sedimentos medidos na estação (erosão atual):

Naturalmente, sem a intervenção do homem, a tendência

normal de um rio é erodir a montante e depositar à jusante, na busca de seu perfil de equilíbrio. Toda a superfície da terra está sujeita aos processos erosivos, causados com maior ou menor intensidade pelas águas pluviais, dependendo basicamente do relevo, do clima, da natureza do solo e da proteção da cobertura vegetal.

Grandes quantidades de material sólido podem ser transportados para os cursos d'água pelas águas das chuvas, desencadeando problemas de conservação do solo e assoreamento dos rios.

Ao intervir nos fenômenos naturais, o homem agravou tais problemas, alterando características da superfície da terra sem as necessárias precauções, transformando fenômenos naturais em verdadeiras catástrofes algumas vezes. Segundo SUNDBORG (1986), por cada metro cúbico de água que chega ao mar, os continentes perdem em média quase meio quilo de sedimentos. As variações naturais de concentração de sedimentos em suspensão, são tão amplas que um rio que atravessa os bosques da Escandinávia pode apresentar uma concentração de sedimentos em suspensão de menos de $2 \cdot 10^{-3}$ kg/m³, enquanto na China, alguns rios podem atingir concentrações de $1 \cdot 10^3$ kg/m³, quase um milhão de vezes mais (SUNDBORG, 1986).

O parâmetro sedimentos medidos (d), de acordo com a metodologia venezuelana, representa a erosão atual da bacia, sendo de fundamental importância no conhecimento do grau de degradação da mesma. Os dados de sedimentos são obtidos por estações medidoras dos mesmos, os quais permitem estabelecer as perdas de solo por erosão. O grau de degradação está em função, dentre outros fatores, do aporte de sedimentos sendo este, produto da erosão dos distintos setores da bacia. Esta variável é um dos componentes da fórmula descritiva do estado físico-conservacionista da bacia, sendo incluída na contagem final dos subíndices, juntamente com os demais parâmetros (ZV, D, d, p, g, E, e, V) (MARNR, 1978).

Todavia, considerando-se a produção de sedimentos como resultado do estado de degradação de uma bacia, esta variável é na realidade uma consequência desse estado e não uma causa, como poderia-se supor.

Os dados obtidos da estação sedimentométrica, já são indicativos do estado de degradação física da bacia, causado por variáveis como cobertura vegetal deficiente, erosividade da chuva, declividade média, dentre outros.

Considerou-se então a variável d como sendo uma consequência da degradação, assim como também o são a redução da capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo, a redução da vazão dos canais, a diminuição da fertilidade dos solos e da qualidade das águas, enchentes catastróficas, assoreamento de rios, e outros.

Portanto conclui-se que tal parâmetro não deve ser descrito e computado com os demais fatores da fórmula descritiva já citada, mas entende-se que a variável d deveria ser relacionada e computada como uma consequência, sendo resultante de todo um processo de degradação física da bacia.

LLANO & CRIADO (1968), citando distintas formas de avaliação da intensidade dos fenômenos erosivos produzidos em bacias hidrográficas, definem em linhas gerais dois grupos de métodos:

a) por meio da aferição da quantidade de sólidos transportados pelos cursos d'água ou aferição do assoreamento de canais e reservatórios;

b) por meio da pesquisa dos fatores que regem o fenômeno (superfície, solo, relevo, vegetação e clima), quantificando-os, de forma a desenvolver estudos comparativos entre bacias.

Deste segundo item, pode-se ressaltar que o resultado da pesquisa dos fatores intervenientes na erosão, representarão um valor resultante que levará à quantificação da intensidade dos fenômenos erosivos, resultado este que deverá corresponder àquele obtido através do procedimento citado no item a.

Já em UNESCO (1970), são apontados os seguintes itens a serem incluídos no estudo da erosão/sedimentação:

a) a interrelação entre erosão/sedimentação e as características físicas da bacia;

b) a determinação das áreas de erosão crítica e maior descarga de sedimentos;

c) previsão das alterações da erosão influenciadas pela geomorfologia e ação do homem na bacia.

UNESCO (1970) salienta ainda, como fatores influentes na produção de sedimento, a área da bacia, o relevo e a extensão, a densidade de drenagem, justificando da seguinte forma:

- o tamanho da bacia tem um importante efeito no total de sedimento produzido. Citam a relação da produção anual de sedimento apresentada em 99 reservatórios, de acordo com as classes de tamanho, onde mostram que a média de sedimentos produzidos por bacias com 0,16 km² é cerca de seis vezes mais que bacias com 1,6 km² em área. Da mesma forma, registros de 1.100 medidas em bacias americanas, mostraram que bacias menores a 10 km² em área, apresentam produção de sedimentos cerca de sete vezes mais que a quantidade produzida por áreas de 1.000 km². O significado dessa relação é que bacias grandes tem maior diversidade topográfica e mais área para reposição de material erodido proveniente de áreas de nascentes.

- o relevo é outro fator que tem sido correlacionado à produção de sedimento. Tem sido expresso como um parâmetro de dimensão chamado "proporção do relevo". É definido pela equação $R = h/L$, onde R é a proporção do relevo, h é o relevo da bacia entre a cota mínima e máxima (em metros) e L é o comprimento máximo (em metros). Entretanto, exceções podem ocorrer, a "proporção do relevo" não é suficiente para caracterizar a produção de sedimento de uma bacia, embora possa servir como um indicativo.

- em várias pesquisas encontrou-se que há boa correlação entre densidade de drenagem e produção de sedimento em pequenas bacias (UNESCO, 1970).

Entretanto, é salientado que áreas onde há períodos inundações hidrográficas calamitosas, a produção de sedimento acentua-se nessa época, assim como também as modificações no uso do solo, levam à uma produção maior de sedimentos.

Já GALVAO et alii (1988), estudando a bacia hidrográfica do rio Encanto (RN), associaram a análise hipsométrica à estimativa de escoamento superficial da água, identificando

assim as áreas produtoras de sedimentos nessa bacia.

O estudo foi realizado para as principais subacias do rio Encanto onde, com base em fotos aéreas esc. 1:40.000) e folhas topográfica (1:100.000); os autores concluem que, embora a análise hipsométrica se apresente como precioso instrumento ao estudo do aproveitamento hidroagrícola de vales fluviais, ressaltam a importância da instalação de coletores de sedimentos para a obtenção da taxa real de sedimentação em certos locais da bacia.

BORDAS, LANNA & SEMMELMANN (1988), a partir de medidas de sedimentos obtidas por estações hidrométricas brasileiras, chegaram à valores de produção aproximada de sedimentos, de forma a detectar grandes bacias propensas à problemas de erosão e sedimentação. Utilizando tais dados, a computação simplificada da concentração média e a produção específica mínima em suspensão, identificaram regiões brasileiras onde há problemas de sedimentação.

A avaliação da quantidade de sedimento produzida por uma bacia, pode ser portanto avaliada por meio de amostragens diretas no canal e/ou estimada através das características físicas da área. A escolha do método dependerá de várias razões como custos, limitação de tempo, disposição de material e estrutura adequados, bem como técnicos suficientemente treinados. Sem dúvida, se os métodos acima citados forem aplicados conjuntamente para a mesma bacia, levarão à resultados mais consistentes e precisos do que se aplicados isoladamente.

De qualquer modo, a variável d é resultante de todo um conjunto de fatores causadores e não deve ser computada como um destes, mas deve ter seu lugar junto às demais consequências.

5.4. Declividade média:

O parâmetro utilizado para caracterizar o relevo de uma bacia hidrográfica, de acordo com a metodologia do CIDIAT, é através da determinação da declividade média (p) da bacia, expressa por meio da seguinte relação:

$$DM = \frac{LCN \times E}{A}$$

Onde: DM é declividade média

LCN é longitude total das curvas de nível

E é equidistância das curvas de nível

A é área da bacia

Após a determinação da declividade média, os valores são classificados de acordo como mostra a tabela 5.

Tabela 5: Classes de declividade:

declividade média	relevo	símbolo
0 - 12%	suave	P ₁
12 - 25%	moderado	P ₂
25 - 50%	pronunciado	P ₃
50 - 75%	muito pronunciado	P ₄
mais que 75%	escarpado	P ₅

Fonte: MARNR, 1978.

LLANO & CRIADO (1968) ressaltam entretanto, que a declividade média como foi definida, é insuficiente para caracterizar o relevo sob o ponto de vista da erosão do solo. Através das figuras 11a e 11b, os autores concluem que embora possuindo alturas médias diferentes, duas bacias hidrográficas podem apresentar mesma declividade média e fenômenos de erosão distintos.

Os autores concluem que o parâmetro declividade média não é suficiente para relacionar proporcionalmente relevo e erosão. Acrescentam que há necessidade de se calcular a altura média para se distinguir bacias de mesma declividade média. Para tal cálculo, é necessário desenhar-se a curva hipsográfica de cada bacia a partir de um plano com curvas de nível.

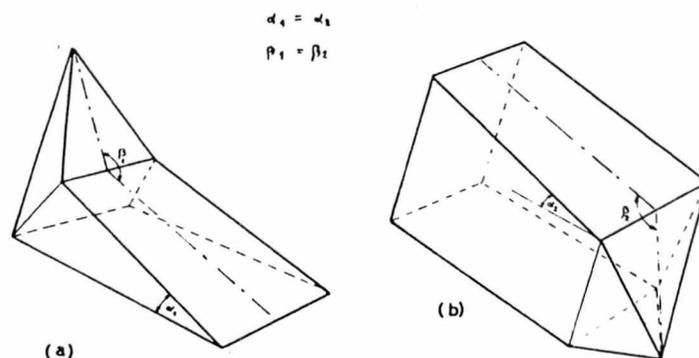


Figura 11: Figuras geométricas aplicadas à avaliação da declividade média em bacias hidrográficas. Reproduzido de LLANO & CRIADO (1968 - p. 54).

A figura (a) representa uma bacia cuja parte superior é montanhosa e continua por um vale fluvial; a figura (b) representa uma bacia tipo "meseta".

Tomam-se os eixos cartesianos, nas ordenadas elevam-se as cotas de cada curva de nível e na sua origem a altitude mínima; como abcissas correspondentes, a superfície da bacia de menor cota representada por cada ordenada (figura 12). A área OAB corresponde ao volume do relevo.

A curva hipsográfica demonstra gráficamente a distribuição horizontal do relevo e a sua elevação altitudinal. Permite a comparação da topografia entre bacias diferentes (CHRISTOFOLETTI, 1970).

Assim, a ordenada média da curva hipsográfica H , corresponde ao valor da altura média e para seu cálculo bastará dividir a área OAB pela longitude OA. A altura média é tanto maior quanto mais se eleva o relevo por cima da altitude mínima e tanto menor quando o relevo apresenta menores variações de altitude. A curva hipsográfica é um bom instrumento para representar os distintos relevos entre duas bacias que porventura apresentem mesma declividade média.

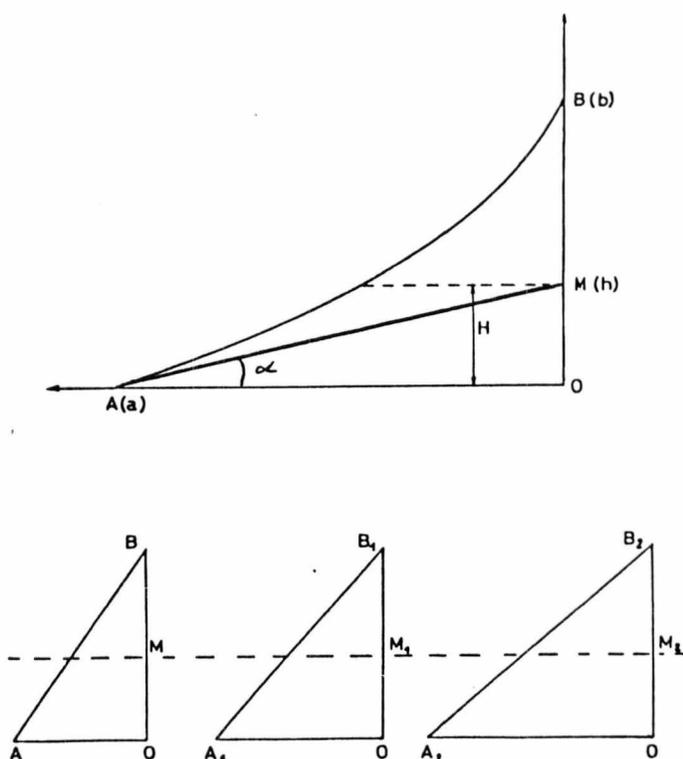


Figura 12: Representação gráfica hipotética do relevo de três bacias hidrográficas distintas. Reproduzido de LLANO & CRIADO (1968 - p. 55).

As três hipotenusas AB, A₁B₁, A₂B₂, são semelhantes a três curvas hipsográficas de bacias que tem igual altitude máxima e mínima, cujas superfícies em projeção horizontal são respectivamente AO, A₁O e A₂O. Tais circunstâncias fazem que a altura média de cada bacia seja a mesma, isto é OM = OM₁ = OM₂; está claro que seus relevos são distintos e que a erosão que neles se produza, em igualdade de outras circunstâncias, será também distinta.

LLANO & CRIADO (1968) ressaltam que embora a altura média caracterize o relevo, ainda não é suficiente para representar os efeitos da erosão. Pode existir bacias com relevo e fenômenos erosivos distintos, mas que possuem igual altura média. Os autores citam então o coeficiente de massividade, capaz de diferenciar nitidamente bacias com mesma altura média. Tal coeficiente resulta da divisão da altura média de uma bacia pela sua superfície em projeção horizontal (veja figura 12) ou seja OM/OA. O coeficiente de massividade alcança valores muito grandes para bacias muito pequenas que apresentam grandes desníveis e ao contrário, valores muito pequenos para grandes bacias com relevo pouco acentuado. Este coeficiente aumenta com a altura média da bacia ou quando a superfície em projeção horizontal diminui.

Combinando-se o coeficiente de massividade com a altura média, obtem-se o coeficiente orográfico:

$$\text{Coeficiente orográfico} = H \tan \alpha$$

Onde: H = altura média

$\tan \alpha$ = coeficiente de massividade

Outro parâmetro que parece interessante incluir no estudo do potencial de degradação física em bacias hidrográficas é a densidade de drenagem. A densidade de drenagem relaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia. A relação foi definida por HORTON (1945), citado por CHRISTOFOLETTI (1980) e expressa pela equação:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Onde: Dd = densidade de drenagem
 Lt = comprimento total dos canais
 A = área da bacia

No Atlas de Santa Catarina (Gabinete de Planejamento Estadual - GAPLAN, 1986), ressalta-se a importância de se ter dados da densidade de drenagem a partir de bases cartográficas nas escalas 1:50.000 e 1:100.000, o que eleva consideravelmente a precisão do resultado. A partir de estudos e de medidas realizadas em documentos cartográficos nas escalas 1:50.000 (bacia do Biguaçu), 1:250.000 (bacias da vertente Atlântica) e 1:500.000 (cobrindo todas as bacias do Estado de Santa Catarina), concluíram que, nas bacias da vertente Atlântica, os índices de densidade variam de 1,38 km/km² a 1,95 km/km².

Segundo VILELLA & MATTOS (1975),

"a densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento e portanto, fornece uma boa indicação da eficiência da drenagem da bacia"(p.16).

O autor afirma que este parâmetro varia de 0,5 km/km² para bacias de drenagem pobre, a 3,5 km/km² ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Os parâmetros morfométricos fluviais, utilizados no estudo das bacias hidrográficas (como declividade média, curva hipsográfica, altura média coeficiente de massividade, coeficiente orográfico e densidade de drenagem), segundo ABDALLA (1989), são apenas instrumentos auxiliares na avaliação preliminar dos recursos hídricos; não devem ser considerados como elementos finais e definitivos nesses estudos.

É necessário maiores aprofundamentos quanto aos parâmetros realmente indispensáveis em análises deste tipo, bem como o valor (pêso) que tais parâmetros irão receber quando integrados à um contexto mais amplo.

Para CHRISTOFOLETTI (1970), ao estudar-se a morfometria de bacias hidrográficas, tanto o número de variáveis como as características das mesmas, são ainda uma grande questão a ser solucionada.

De acordo com a metodologia do MARNR (1978), junto à avaliação da declividade da bacia, acompanha um mapa de declividades, sendo os intervalos de declive coincidentes com aqueles apresentados na tabela 6, definidos para as características do relevo da Venezuela.

Para o Brasil, vários autores definiram classes de declividade, muitas delas aplicadas à definição da capacidade de uso da terra.

BIGARELLA & MAZUCHOWISKI (1985) baseados em LARACHET et alii (1984), consideram as seguintes classes de relevo:

- plano: 0 a 3%
- suave ondulado: 3 a 8%
- ondulado: 8 a 20%
- forte ondulado: 20 a 45%
- montanhoso: acima de 45%
- escarpado: predomínio de formas abruptas, com escarpamentos. Estas classes de declive também são definidas pela Sociedade Brasileira de Ciência dos Solo e pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos, citado por LEMOS & SANTOS (1982) e aplicados por FAPEU (Fundação de Amparo à Pesquisa Universitária/UFSC)(1989).

ALVES (1983), citado em RIO GRANDE DO SUL/SECRETARIA DA AGRICULTURA (1983)), utiliza as seguintes classes em trabalhos de capacidade de uso da terra:

- levemente ondulado: 0 a 3%
- pouco ondulado: 3 a 5%
- ondulado: 5 a 12%
- acidentado: 12 a 20%
- muito acidentado: 20 a 40%
- excessivamente ondulado: acima de 40%

Já LEPSH (1983), é mais flexível na determinação das classes de declividade. Ressalta que dispondo-se de dados a respeito da erosividade da chuva e da erodibilidade do solo e contando ainda com a experiência conservacionista na área estudada, pode-se estabelecer faixas de variação para classes de declividade utilizáveis. Baseando-se em classes apresentadas no "Soil Survey Manual" (EUA, 1951), in.: LEPSH (1983) sugere os intervalos apresentados na tabela 6.

Caso não sejam disponíveis dados de erosividade da chuva e de erodibilidade do solo, o autor salienta que sejam adotados os limites inferiores, para assim contar-se com uma margem de segurança.

As classes de declividade, embora variáveis de autor para autor, devem estar relacionadas ao máximo à realidade

em estudo e de acordo com as características do solo em questão.

Tabela 6: Intervalos de declividade apresentados no Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação das Terras no Sistema de Capacidade de Uso:

CLASSES DE DECLIVIDADE	LIMITES ELASTICOS OPCIONAIS (%)	
	INFERIORES	SUPERIORES
A	0	2 a 3
B	2 a 3	5 a 8
C	5 a 8	10 a 16
D	10 a 16	20 a 30
E	20 a 30	45 a 65
F	45 a 65	70 a 80
G	70 a 80	∞

fonte: LEPSCH, 1983.

As classes tornam-se mais flexíveis a medida em que se adotem técnicas conservacionistas mais eficientes.

As ruínas de Machupicchu (Cuzco - Perú) precioso tesouro herdado dos Incas, trazem exemplos nítidos de que o homem é capaz de superar o obstáculo das encostas íngrimes para tornar o solo produtivo. Basta para tanto, que associe técnica e bom senso para atingir seu objetivo.

5.5. Geologia e Erodibilidade das Rochas:

Os parâmetros geologia (g) e erodibilidade das rochas (E), de acordo com a metodologia do CIDIAT, estão relacionados à suscetibilidade à erosão do material resultante: o solo.

A geologia, pelo seu contexto mais amplo, fornece informações a respeito da origem, formação e transformações ocorridas no embasamento subterrâneo da área estudada.

Através da litologia, pode-se definir a(s) rocha(s) mais abundantes e relacionar sua(s) característica(s) (textura, desagregação, etc.) ao seu grau de suscetibilidade à erosão. Para cada grupo de diferentes tipos de rochas, a metodologia venezuelana apresenta o grau (índice) de desagregabilidade das mesmas à erosão (MARNR, 1978).

A partir da definição da(s) rocha(s) dominante(s) e com classificação específica, apresentada na metodologia, relaciona-se a litologia à possível textura do solo

originado. Para cada textura há índices de suscetibilidade à erosão (E) para os respectivos solos originados, que também comporão a fórmula descritiva da microbacia.

A erodibilidade dos solos é a suscetibilidade que apresentam de erodirem em diferentes taxas, devido às diferenças em suas propriedades e seus diversos usos (HUDSON, 1971).

BOUYOUCOS (1935) citado por HUDSON (1971), sugeriu que a erodibilidade é proporcional à relação:

$$\frac{\% \text{ areia} + \% \text{ silte}}{\% \text{ argila}}$$

Tal proporção demonstra a importância da textura do solo no seu potencial erosivo. Para COGO (1987), a porcentagem de areia fina mais silte e a porcentagem de areia na classe 0,1 a 0,2 mm é a característica de maior influência no grau de erodibilidade do solo.

De modo bastante objetivo, BIGARELLA & MAZUCHOWSKI (1985), expõe que o deslocamento da camada superficial do solo quando "em suspensão ou por saltação, depende da turbulência do fluxo e da velocidade de precipitação da partícula" (p.98) (figura 13).

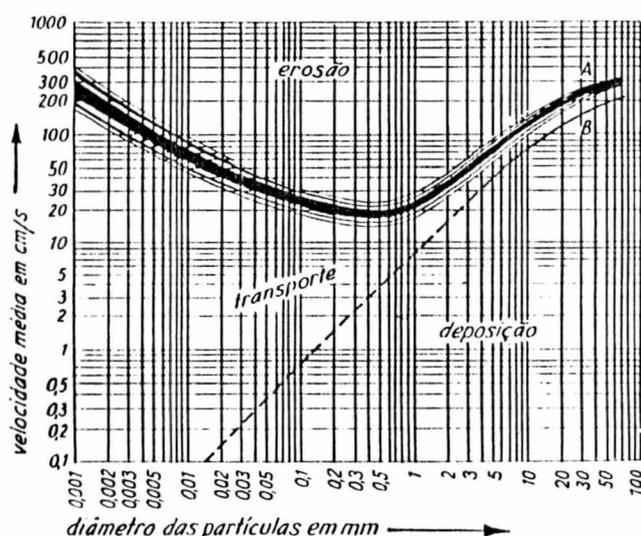


Figura 13: Gráfico da relação entre a velocidade média de deslocamento das partículas e o diâmetro das mesmas Reproduzido de HJULSTROM, 1935 (In.: BIGARELLA & MAZUCHOWISKY, 1985).

O gráfico representa o efeito da velocidade da corrente sobre o movimento de sedimentos com diferentes

granulometrias. O gráfico mostra também áreas correspondentes à ação da erosão, do transporte e da deposição das partículas do solo.

A velocidade média necessária para o deslocamento das partículas está exposta no gráfico apresentado na figura 13, de HJULSTROM (1935,1939 In.: BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985) também apresentado por RUHE (1975).

As menores velocidade críticas, pertencem às areias médias e finas, correspondendo à uma maior suscetibilidade à erosão. As argilas apresentam velocidades críticas bem superiores, possivelmente devido à força de coesão entre os minerais de argila, pela maior superfície específica e pelas cargas elétricas não equilibradas (SUGUIO, & BIGARELLA, 1979, in. BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985).

O manejo do solo também é fator importante na determinação de sua erodibilidade. Para HUDSON (1971), um solo pode ser erodido em cerca de 400 ton/ha/ano quando usado por cultivo de produtos sem uso de técnicas conservacionistas, enquanto solo idêntico, bem manejado com pastagem, pode perder alguns quilos por hectare. A diferença nas taxas de erosão segundo este autor, causada por manejos diferentes em mesmo tipo de solo, é muito maior que a diferença na erosão em solos de tipos diferentes com mesmo manejo. O manejo exerce grande influência na erodibilidade do solo.

Muitas pesquisas têm se desenvolvido no sentido de encontrarem avaliações mais precisas da erodibilidade do solo.

Na Equação Universal de Perdas de Solo ($A=RKLSCP$) já citada, o fator "K" corresponde à erodibilidade do solo. Este, pode ser determinado experimentalmente, utilizando-se parcelas unitárias de declive e comprimento pré-determinado. As medições de perdas de solo são custosas de serem obtidas, requerem vários anos de determinações além de ser difícil o isolamento dos efeitos do solo de outros fatores (BERTONI, LOMBARDI NETO & BENATTI JUNIOR, 1975). Tais dados podem ser obtidos também a partir de valores da porcentagem de areia fina mais silte, porcentagem de areia na classe 0,1 a 0,2 mm e porcentagem de matéria orgânica plotados no nomograma de

Wischmeier (1971) citado por LEPRUN (1981), apresentado na figura 14.

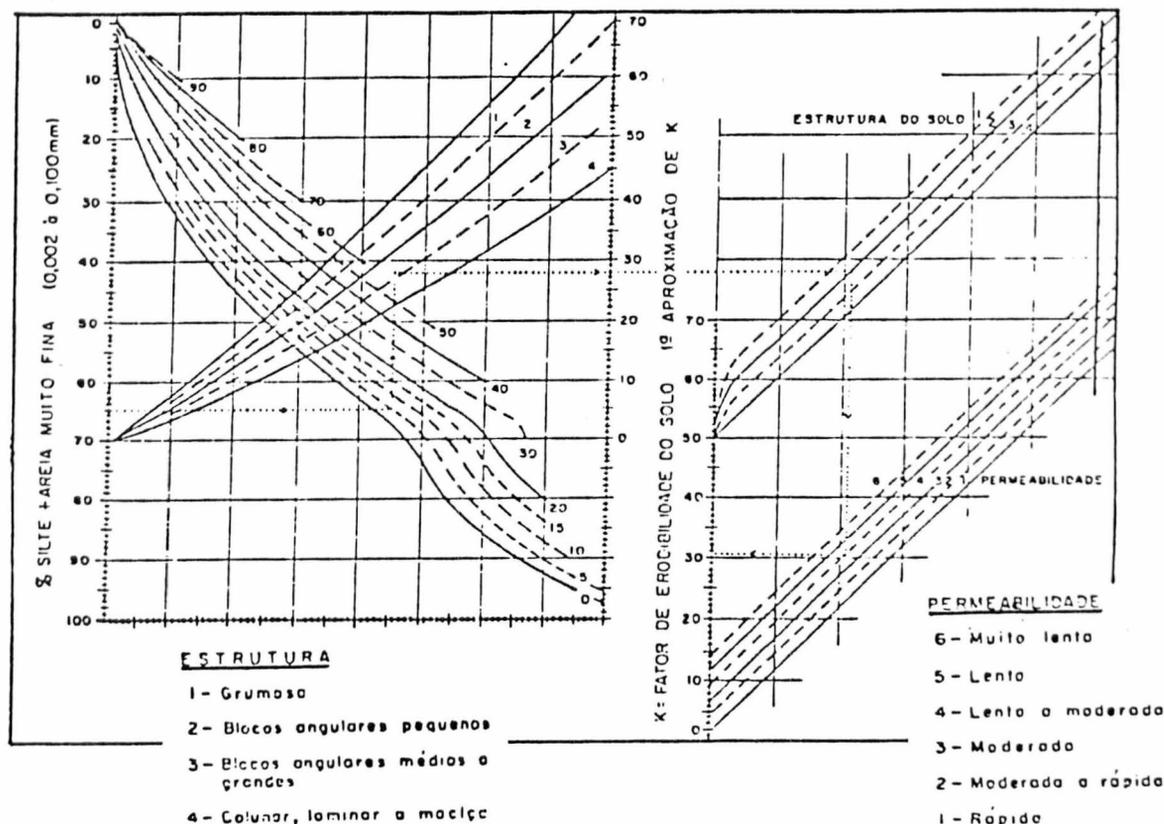


Figura 14: Nomograma de Wischmeier et alii (1971), para avaliação do fator K de erodibilidade. Reproduzido de LEPRUN, 1981 - p. 27.

Entretanto, aplicação do nomograma para estimar a erodibilidade dos solos brasileiros apresenta restrições. Segundo STOCKING (1985), o nomograma não é aplicável para solos tropicais pois estes não foram utilizados na formulação do nomograma. Ressalta a necessidade de maiores pesquisas para solos brasileiros quanto a avaliação do grau de erodibilidade.

Para HENKLAI & FREIRE (1983) citado por RESENDE (1985), a comparação dos valores da erodibilidade, estimados graficamente e medidos diretamente, não tem sido muito exata embora acreditem que o processo gráfico possa dar uma idéia do valor.

VEIGA (1988), avaliando a erodibilidade entre sulcos de alguns solos do Rio Grande do Sul, não encontrou boa correlação com a erodibilidade estimada pelo nomograma de Wischmeier.

No Brasil, várias pesquisas têm sido desenvolvidas a

fim de se avaliar a erodibilidade de solos brasileiros. VEIGA (1988) encontrou o valor da erodibilidade de sete tipos de solo do Rio Grande do Sul, a partir de experimentos com chuva simulada. BERTONI & LOMBARDI (1985) citam uma relação de unidades de dois agrupamentos de solos do Estado de São paulo, para os quais obtiveram o valor da erodibilidade dos horizontes superficiais e subsuperficiais.

BIGARELLA & MAZUCHOWISKI (1985) classificaram os solos do noroeste do Paraná, quanto à suscetibilidade à erosão, de acordo com cinco classes (nula, ligeira, moderada, forte, muito forte), citadas por BENNEMA & CAMARGO (1964), as quais baseiam-se principalmente na declividade do terreno, nas características do perfil e nas condições climáticas.

Para a caracterização da suscetibilidade à erosão dos solos de Santa Catarina, uma das iniciativas que se destaca é a elaboração de uma metodologia para avaliar a aptidão agrícola dos solos do Estado, por parte de técnicos da EMPASC, ACARESC, CEPA, UFSC/CCA e ELETROSUL (FAPEU, 1989). Para esta avaliação, um dos critérios utilizados foi a suscetibilidade à erosão, obtido a partir da delimitação de áreas com determinado relevo, por fotointerpretação de fotos aéreas do Estado e observações de campo. Definiram cinco classes quanto à suscetibilidade à erosão:

- nula: terras não suscetíveis à erosão; relevo plano (0 a 3% de declive): com boa permeabilidade.

- ligeira: terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão: declives entre 3 a 8%.

- moderada: terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão; com declives entre 8 a 20%.

- forte: terras que apresentam grande suscetibilidade à erosão, com declives entre 20 e 45%.

- muito forte: terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão: com declives superiores à 45%.

KREBS (1988), zoneando a Bacia do Rio Itajaí-Açú quanto ao seu potencial erosivo, elaborou mapas geológico e do potencial erosivo, onde individualiza quatro categorias de acordo com o potencial erosivo das áreas estudadas. A saber:

- áreas com potencial erosivo crítico: são aquelas que não oferecem resistencia ao trabalho dos agentes erosivos,

formada por rochas moles, laminadas ou físseis (folhelhos e siltitos argilosos):

- áreas com potencial erosivo alto:

oferecem pequena resistencia aos trabalhos de erosão; são áreas, de modo geral, cobertas por sequências areno-argilosas ou arenosas, posicionada no topo dos platos em topografia pouco ondulada. Pode estar também cobertas por derrames basálticos ou rochas do embasamento cristalino, onde houve intenso fraturamento de rochas:

- áreas com potencial erosivo regular: oferecem relativa resistencia à erosão. São áreas cobertas por rochas duras (granulitos ou basaltos) e por rochas arenosas em topografia ondulada:

- áreas com potencial erosivo baixo: apresentam grande resistencia aos agentes erosivos. Topo de platôs, recoberto por diabásio pouco fraturado, topografia pouco ondulada.

Essas quatro categorias permitiram individualizar os locais ou faixas estudados na Bacia do Rio Itajaí Açú. Os autores ressaltam que a suscetibilidade à erosão pode ser bastante alterada dependendo das condições de desmatamento e atuação da população.

Enfim, vários autores brasileiros têm se empenhado em desenvolver métodos e a encontrar valores que representem a suscetibilidade de solos brasileiros à erosão. Utilizam com frequência características como textura e declividade do solo para tal determinação.

A metodologia venezuelana para o DFC desenvolvida pelo MARNR & CIDIAT (1984), acentua a importância de características da rocha matriz que podem determinar um maior ou menor potencial erosivo do solo dela originado. Não considera entretanto características do solo, que pelos fatores integrantes em sua formação, podem ser distintas num maior ou menor grau daquelas apresentadas pela rocha matriz. Outras características inerentes ao grau de declive e profundidade do solo, são contempladas no "Diagnóstico do Recurso Solo" componente do "Diagnóstico Integral de Bacia Hidrográfica"- DIBH (MARNR, 1978). Fatores como textura, permeabilidade, pedregosidade, também devem estar incluídos em diagnóstico específico do solo

5.6. Cobertura do Processo Atual de Erosão:

O parâmetro "cobertura do processo atual de erosão" (e), de acordo com MARNR (1978), tem a finalidade de quantificar, embora que subjetivamente e de forma generalizada, a área da bacia que está sendo atacada pelo fenômeno erosivo. Estabelece uma classificação, de acordo com a porcentagem de área afetada pela erosão, apresentada na tabela 7.

Uma vez classificado com índice, o parâmetro será então apresentado na fórmula descritiva.

Embora a forma de como obter estes valores não esteja bem esclarecida na metodologia (MARNR, 1978) (CIDIAT & MARNR, 1984), admite-se que esta avaliação seja feita por fotos aéreas e aferições de campo.

É citado ainda, que deverá ser acrescentado à esta quantificação, as porcentagens correspondentes dos distintos tipos de erosão (erosão por escoamento superficial difuso, que remove o material mais fino como silte e argila; erosão por escoamento em lençol que formando fluxos remove material mais denso e heterogêneo; escoamento concentrado que escava sulcos, chamados de ravinas e voçorocas) (CHRISTOFOLETTI, 1980), bem como a localização dos mesmos. Os tipos de erosão citados, ocorrem em diferentes graus de intensidade erosiva.

Tabela 7: Classificação quanto à área percentual da bacia, afetada pela erosão:

% de área da bacia afetada pela erosão	símbolo e subíndice
1 - 20%	e1
21 - 40%	e2
41 - 60%	e3
61 - 80%	e4
81 - 100%	e5

fonte: MARNR (1978).

BERTONI & LOMBARDI (1985), citam outra forma de erosão:

"erosão por salpicamento ou o efeito do impacto da gota de chuva, que é, no entendimento atual, o primeiro e mais importante estágio do processo de erosão; também, dá sentido de erosão laminar como o

solo sendo removido uniformemente por uma lâmina fina de água - (...)". (BERTONI & LOMBARDI, 1985 - p.72)

A erosão por escoamento difuso superficial, segundo a Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul (1983)...

"é a forma mais perigosa da erosão hídrica, pois este desgaste, a princípio quase imperceptível, poderá ser notado pelo produtor rural, com o decorrer do tempo, quando for aumentada sua intensidade" (Secret. Agric. RS, 1983 - p.22).

Difícilmente será observado em fotos aéreas, especialmente em escalas maiores que 1:25.000. Talvez seja a forma de erosão mais difícil de ser quantificada, sendo aquela onde poderá se incorrer em maiores riscos de imprecisão na avaliação.

A erosão por escoamento em lençol formando sulcos no terreno, embora visível, também poderá não ser perceptível por fotos aéreas e acompanhamento de campo.

"Enquanto são desfeitos com operações normais de preparo de solo, esses sulcos podem até não ser notados pelos agricultores; o problema aparece quando eles resultam em sérios prejuízos para a produtividade do solo" (BERTONI & LOMBARDI, 1985). (038 gs -p.75).

A erosão por escoamento concentrado, certamente a mais fácil de ser quantificada no campo e muitas vezes por fotos aéreas, é um dos estágios mais avançados de erosão, requerendo soluções imediatas e eficazes. Os locais com a presença de voçorocas devem ser plotados no mapa geomorfológico e sugeridas medidas de contenção do processo.

As duas primeiras formas de erosão citadas, pela dificuldade de quantificação e pelos riscos de uma avaliação excessivamente subjetiva e imprecisa, devem ser indicadas como características potenciais do solo quanto à suscetibilidade à erosão. Ou seja, devem estar inclusos como agravante no parâmetro suscetibilidade do solo à erosão.

5.7 Vegetação:

Com o objetivo de conhecer o grau de proteção que a vegetação proporciona ao solo, a metodologia do DFC estabelece a necessidade da confecção de um mapa, apresentando os distintos tipos de cobertura vegetal existentes na bacia.

Estabelece uma classificação de acordo com o grau de proteção, em termos qualitativos, de cada tipo de cobertura vegetal.

De acordo com a metodologia venezuelana, determina-se com um planímetro a área de cada tipo de cobertura e corresponde-se os respectivos índices (quadro 2).

Em seguida, multiplica-se o valor da área correspondente à cada tipo de cobertura vegetal pelo índice de proteção que esta fornece ao solo, de acordo com o quadro 2. Os resultados são então somados e o total dividido pela área da bacia. O valor obtido corresponderá a um símbolo com respectivo índice representativo.

Quadro 2: Tipo de cobertura vegetal e índice de proteção correspondente, de acordo com MARNR (1978):

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	INDICE DE PROTEÇÃO QUE FORNECE AO SOLO
Vegetação Lenhosa	
bosques densos (sem erosão do solo)	1,0
bosques claros (densidade 0,3-0,7 com substrato herbáceo denso	0,8-0,9
lc bosques claros com substrato claro degradado e erosão importante	0,4-0,6
moitas sem erosão do solo	0,8-0,9
moitas degradadas, com erosão aparente do solo	0,4-0,5
Vegetação Herbácea	
pastagens conservadas, sem erosão do solo	0,8-0,9
pastagens degradadas com erosão aparente	0,4-0,5
pastagens anuais conservadas com indícios de erosão aparente	0,6-0,7
pastagens anuais degradadas com erosão evidente	0,3-0,4
terrenos totalmente erodidos e desnudos	0,0
Terras Cultivadas	
cultivos anuais sobre terraços	0,7-0,8
cultivos anuais sem terraços	0,2-0,4
cultivo de plantas forrageiras	0,6-0,8
hortas sobre terraços	0,8-0,9
hortas sem terraços	0,5-0,6
terrenos planos ou quase planos	1,0

fonte: MARNR, 1978.

SEGOVIA & PALMA (1987), aplicando a metodologia venezuelana para o DFC, na sub-bacia Concepcion (Tegucigalpa - Rep. de Honduras) basearam-se em outra classificação de índices de proteção dos diferentes tipos de cobertura vegetal, apresentada no quadro 3.

Quadro 3: Tipo de cobertura vegetal e índice de proteção oferecido pela mesma, de acordo com SEGOVIA & PALMA (1987):

TIPO DE COBERTURA VEGETAL	INDICE
Bosques	
bosque latifoliado	1
bosque misto latifoliado predominante	1
bosque misto predominando pinheiro	0,8-0,9
bosque de pinheiros (qualquer espécie)	0,7-0,8
moitasbosque de folhas largas formado por espécie com altura de 5 m.	0,7-0,8
bosque de pinheiros e moitas	0,6-0,7
Pastagens	
pasto natural e moitas	0,7-0,8
pasto natural	0,6-0,7
pasto cultivado	0,5-0,6
Cultivos Rotativos	
rotação de grãos básicos/pastos	0,4-0,5
rotação de grão básicos/hortaliças	0,3-0,4
Cultivos anuais	
grãos básicos sem terraços	0,2-0,3
grãos básicos com terraços	--- 0,7-0,8

fonte: SEGOVIA & PALMA, 1987.

Embora outras classificações dos diferentes graus de proteção fornecida pela cobertura vegetal sejam distintas em alguns detalhes, tenderão logicamente à atribuir os valores maiores às coberturas mais densas como matas e bosques, atribuindo os menores, aos terrenos desnudos, em declives acentuados e sem o uso de práticas conservacionistas.

LLANO & CRIADO (1965), citam algumas conclusões quanto aos índices de proteção fornecidos pela cobertura vegetal. Duas delas são:

- a) a vegetação arbórea e arbustiva com densidade suficiente, protegem o solo seja qual for a declividade;
- b) a cobertura herbácea bem conservada dá garantias de estabilidade apenas em declives inferiores à 30%.

Apoiado nesses princípios e em estudos sobre índices de proteção, realizados pela "Seccion de Hidráulica Torrencial - Ensayo de classificacion Cualitativa de Cuencas Torrencialies" (Instituto Florestal de Investigaciones y Experiências - Madri), o autor relacionando tipo de cobertura e declividade, define índices de proteção, apresentados no quadro 4.

Quadro 4: Tipo de cobertura vegetal e a proteção oferecida pela mesma, segundo LLANO & CRIADO (1965):

TIPO DE VEGETAÇÃO	ESTADO DA COBERTURA	DECLIVIDADES	INDICES DE PROTEÇÃO
Florestas	massas arbóreas densas (densidade maior que 0,7)	qualquer	1,0
	massas arbóreas de densid. inferior a 0,7 com substrato arbustivo ou herbáceo não degradado.	qualquer	1,0
	massas arbóreas de densid. inferior a 0,7 com substrato arbustivo ou herbáceo degradado.	3,2,1	0,4-0,8-1,0.
	vegetação arbustiva não degradada.	qualquer	1,0
	vegetação arbustiva degradada.	3,2,1	0,2-0,6-0,8
Pastagens	pastagens bem conservadas.	- 30%	0,9
		+ 30%	0,6
Agrícola	pastagens degradada.	qualquer	0,3
	cultivos agrícolas sem práticas de conservação.	3,2,1	0,0-0,5-0,9
	cultivos agrícolas com práticas de conservação.	1,2,3	1,0-0,3
Terrenos desnudos		3,2,1	0,0-0,5-0,9

Obs: 1 é declive inferior à iniciação da erosão; 2 é declive compreendido entre a iniciação da erosão e do arraste total; 3 é o declive superior do arraste total. Esses valores são relativos a cada tipo de solo diferenciado na bacia (LLANO & CRIADO, 1965).

Os valores variam de 0 (bacias sem proteção vegetal) à 1 (correspondendo à bacias totalmente protegidas).

Na avaliação do grau de proteção oferecido pela cobertura vegetal ao solo, bem como no monitoramento dessa cobertura e na definição de prognósticos das possíveis alterações da mesma, a interpretação de fotos aéreas e de imagens de satélite, associados à cartografia temática, passam a ser instrumentos indispensáveis.

Muitas vezes, as fotos aéreas requerem uma atualização, o que pode ser obtido com a interpretação de imagens atuais de satélites.

"Há necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra, para que suas tendências possam ser analisadas. Neste contexto o sensoriamento remoto constitui-se num instrumento precioso pois permite, em curto espaço de tempo, a obtenção de

grande quantidade de informações à respeito de registros de uso da terra." (SANTOS et alii, 1981 - p. 2).

A partir de 1970 iniciou-se o lançamento dos primeiros satélites destinados ao levantamento dos recursos naturais.

"O mapeamento da cobertura vegetal natural é uma transposição cartográfica de suas características intrínsecas, à luz dos conceitos científicos relacionados com a forma, a qualidade e a quantidade das plantas. Ele pode ser feito a partir dos dados contidos em fotografias aéreas e imagens orbitais" (CARVALHO, 1987 - p.28).

Muito ainda deve-se estudar no campo de aplicação deste recurso tecnológico. No Brasil, o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), junto ao Departamento de Pesquisas e Aplicação, desde 1971 vem estudando metodologias para o mapeamento, monitoramento e inventário dos recursos naturais brasileiros. Vem trabalhando junto à CODEMA (Comissão de Desenvolvimento da Amazônia) desde 1980, com o objetivo de estabelecer diretrizes para um Plano de Desenvolvimento Rural Integrado. Desde 1970, o CPAC (Centro de Pesquisa do Cerrado/EMBRAPA) vem apoiando a metodologia buscando conhecer mais profundamente o potencial do cerrado e sua distribuição espacial. Já o CPATSA (Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Arido/EMBRAPA) desde o início dos anos 80, tenta ocupar uma lacuna deixada pelo INPE/DPA no estudo metodológico com imagens de satélite sobre áreas de caatinga do nordeste brasileiro. Áreas com vegetação litorânea também já foram mapeadas pelo INPE, podendo citar-se os manguezais de Cananéia (SP), da Baía de Guanabara e no litoral sul de Santa Catarina, onde mapeou-se a vegetação litorânea das lagoas da planície fluviocosteira do Rio Tubarão (CARVALHO, 1987).

As técnicas de sensoriamento remoto também se destinam à caracterização, monitoramento, mapeamento e inventário de áreas desmatadas; ao controle e fiscalização de áreas desmatadas e manejo sustentado das florestas; à avaliação das queimadas; ao estudo de prejuízos à vegetação pela poluição atmosférica.

Entretanto, apesar de grandes avanços terem sido obtidos neste sentido,

"o emprego desta técnica apresenta limitações; entre elas, a falta de informação por alto índice de cobertura de nuvens e a baixa resolução espacial para determinados detalhamentos (...)" (CARVALHO, 1987 - p.30).

Pode-se citar também como limitações à um maior detalhamento das informações trazidas em imagens orbitais, a escala de trabalho da imagem (1:50.000 para imagens do satélite LANDSAT, 1:25 000 para imagens do satélite SPOT) e ângulo de radiação solar pequeno (podendo causar sombreamentos que diminuem a resolução das imagens).

É vasto o universo das pesquisas em sensoriamento remoto dos recursos naturais. Com toda certeza, são com recursos como esse que se deverá contar daqui para frente.

6. APLICAÇÃO DO DIAGNOSTICO FISICO-CONSERVACIONISTA ADAPTADO, NA BACIA DO RIO DO CEDRO:

6.1. Informações Necessárias:

Para a elaboração do diagnóstico do meio físico para fins conservacionistas da bacia do Rio do Cedro, fez-se necessário dispor dos seguintes elementos:

6.1.1. Informações cartográficas:

- mapa topográfico na escala 1:50.000; a partir deste material confeccionou-se o mapa de declividades e hipsométrico, que auxiliou na confecção dos mapas geomorfológico, de cobertura vegetal original, de setorização da bacia e na elaboração do perfil longitudinal do Rio do Cedro.

- mapa geológico na escala 1:50.000; compilado dos mapas que compõe o Relatório Final do Projeto Brusque-Serra do Tabuleiro - vol. II - DNPM/CPRM (KAUL, 1976);

- mapa topográfico da bacia e arredores; reduzido do mapa topográfico na escala 1:50.000, para a localização das estações hidroclimáticas mais próximas.

6.1.2. Imagens orbitais e sub-orbitais:

- como imagens sub-orbitais, utilizou-se sete pares de fotos aéreas na escala 1:25.000, do ano de 1978 (as mais recentes) de onde, por fotointerpretação obteve-se os mapas geomorfológico, do potencial erosivo e do uso da terra em 1978. Foram utilizadas também fotos aéreas de 1957 da área, para a confecção do mapa de uso da terra daquele ano. Para a confecção desses mapas, utilizou-se como equipamentos, estereoscópio de espelho e transformador aerofotogramétrico (aerosketchmaster).

- como imagens orbitais, utilizou-se imagem digital multiespectral do satélite LANDSAT - TM 5 com passagem em 27 de março de 1988, onde por meio do uso de equipamentos do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens), do Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto de Santa Catarina, obteve-se as informações necessárias para a confecção do mapa de

uso da terra em 1988. Imagens de radar também foram analisadas, mas em virtude do pequeno detalhamento fornecido pela escala (1:250.000) e por serem antigas (1976), não foram utilizadas no diagnóstico.

6.1.3. Dados de Precipitação e Evapotranspiração:

Foi necessário uma relação das estações pluviométricas mais próximas à bacia, acompanhadas das respectivas coordenadas geográficas e dados de precipitação mensal, no período de 1978 a 1987, para o cálculo da erosividade da chuva.

Os dados de evapotranspiração utilizados foram obtidos em trabalhos desenvolvidos por ORSELLI & TAVARES (1988).

6.1.4. Informações quanto às características físicas e químicas dos solos:

- análises físicas: para melhor caracterização do potencial erosivo dos solos da bacia, procedeu-se à uma análise granulométrica de 17 amostras dos solos da área, em seis pontos de coleta, apresentado no mapa dos pontos de coleta de amostras. Parte da análise do material (pipetagem, peneiramento e pesagem dos grânulos) foi realizada no Laboratório de Mecânica dos Solos/UFSC e outra parte, no Laboratório Físico-Químico e Biológico da CIDASC (peneiramento e pesagem das frações areias, siltes e argila).

- análise química: realizou-se análise química de amostras de solo da bacia, coletadas em cinco pontos distintos. O objetivo dessas análises foi a obtenção de informação adicional quanto à aptidão química dos solos da área. Toda a análise química foi realizada no Laboratório Físico-Químico e Biológico da CIDASC.

6.1.5. Informações bibliográficas:

As informações bibliográficas utilizadas serviram não apenas para a elaboração da fórmula descritiva, mas para um conhecimento mais amplo da área em estudo. Dentre as bibliografias consultadas, merecem destaque algumas que, por

serem específicas à área em estudo, foram consideradas indispensáveis na elaboração do diagnóstico a seguir apresentado (quadro 5). Cita-se o Atlas de Santa Catarina (GAPLAN, 1986); Album do Centenário do Município de Brusque que contém descrição da vegetação original do município de Brusque por KLEIN (1960); Projeto Brusque-Serra do Tabuleiro (KAUL, 1976) que apresenta mapa geológico da região em escala 1:50.000, com descrição das formações existentes.

Quadro 5: Materiais e informações utilizado para o diagnóstico físico-conservacionista da bacia do Rio do Cedro:

INFORMAÇÕES NECESSARIAS	INFORMAÇÃO EXISTENTE	INFORM. INEXIST.	FONTE E OBSERVAÇÕES
Fotos aéreas /1:25:000	X		Secret Planej.de SC.
Imagem Satélite LANDSAT - TM 5.	X		INPE/LARS-SC
Descrição da veg. original	X		KLEIN (1960)
Informações pluviométricas	X		Dpto. Nac.Aguas e Energ.Elétrica.
Dados de Evapotransp.	X		ORSELLI & TAVARES (1988).
Análises granulom. dos solos		X	Lab. Mecânica do solo - UFSC.
Inform. bibliog. sobre a região.	X		Bibliotecas: UFSC, Brusque...
Mapa topográfico /1:50.000).	X		IBGE
Mapa da bacia /1:50.000.		X	
Mapa dos setores da bacia/1:50.000.		X	
Mapa da veg. original/1:50.000.		X	
Mapa das estações pluviom.(reduzido).		X	
Mapa de declividades/1:50.000.		X	
Mapa hipsométrico /1:50.000.		X	
Mapa geológico /1:50.000.	X		Reproduzido de KAUL (1976).
Mapa geomorfológ. /1:50.000.		X	
Mapa do Pot.Eros. Solo/1:50.000.		X	
Mapa uso da terra /1:50.000.		X	Por imagem do LANDSAT - TM 5.

Obs: Os mapas foram originalmente confeccionados em transparências.

6.2. Localização e Setorização da Bacia:

6.2.1. Localização:

A situação geográfica da Bacia do Rio do Cedro, está compreendida entre os paralelos de $27^{\circ}08'06''$ e $27^{\circ}15'21''$ de latitude sul e os meridianos de $49^{\circ}01'25''$ e $49^{\circ}55'13''$ de longitude oeste de Greenwich (figura 15).

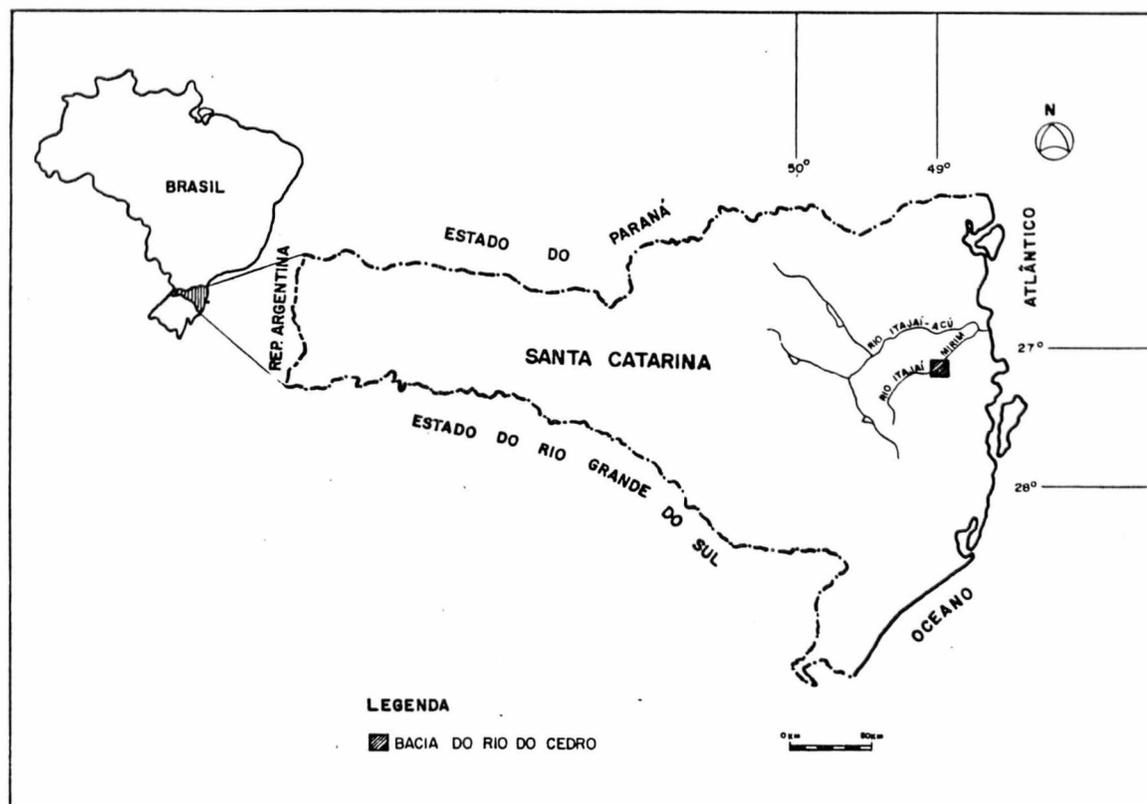


Figura 15: Localização da Bacia do Rio do Cedro.

A bacia do rio do Cedro pertence inteiramente ao município de Brusque (Estado de Santa Catarina), e faz divisa com os municípios de Botuverá à sudoeste e Nova Trento à sudeste, sendo limite físico neste último, parte da Serra do Tijucas, onde estão localizados o Morro do Vigia (812m) e o Morro do Barão (620m) (figura 16). A área total da bacia é de 67,24 km².

O rio principal da bacia, o rio do Cedro, é um afluente do rio Itajaí-Mirim. Sua nascente situa-se em uma vertente da Serra do Tijucas, ao sul da bacia, à uma altitude de 880m aproximadamente. Seu afluente principal é o ribeirão do

— 27°08'06"
01'25"

100
+
48°53'13"

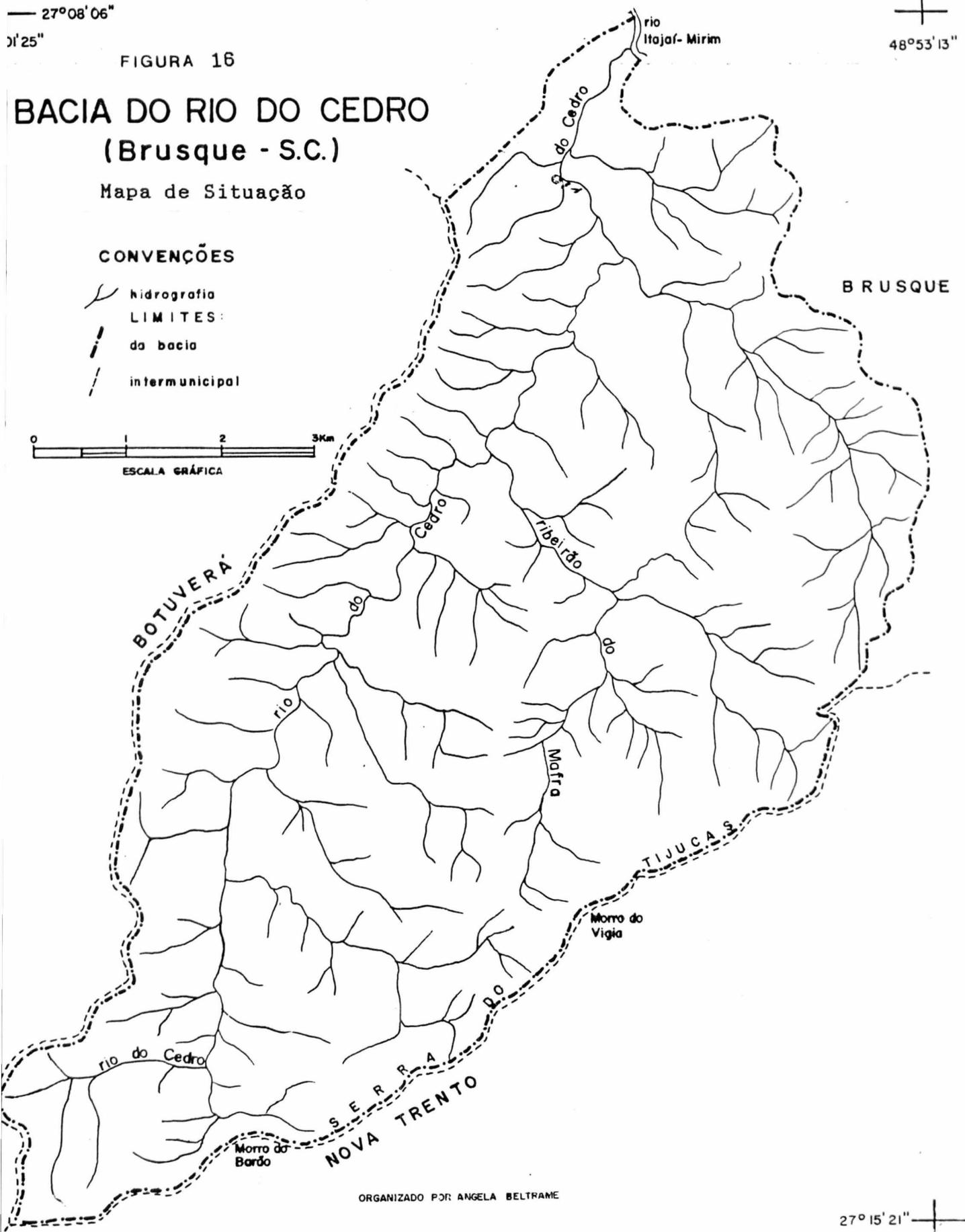
FIGURA 16

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

Mapa de Situação

CONVENÇÕES

-  Hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



ORGANIZADO POR ANGELA BELFRAME

27°15'21" +

Mafra.

6.2.2. Setorização:

Para a setorização da bacia do rio do Cedro, utilizou-se os critérios hidrográfico (linha do divisor de águas), a hipsometria, considerou-se também a carta de declividade e ainda o perfil longitudinal do rio principal (o Rio do Cedro) (figura 17). Quando possível, o critério da divisão político-territorial também deve ser observado (neste caso, a bacia¹ pertence somente ao município de Brusque), assim como o critério do entrosamento comunitário, o que pode efetivamente facilitar os trabalhos práticos de execução do planejamento conservacionista.

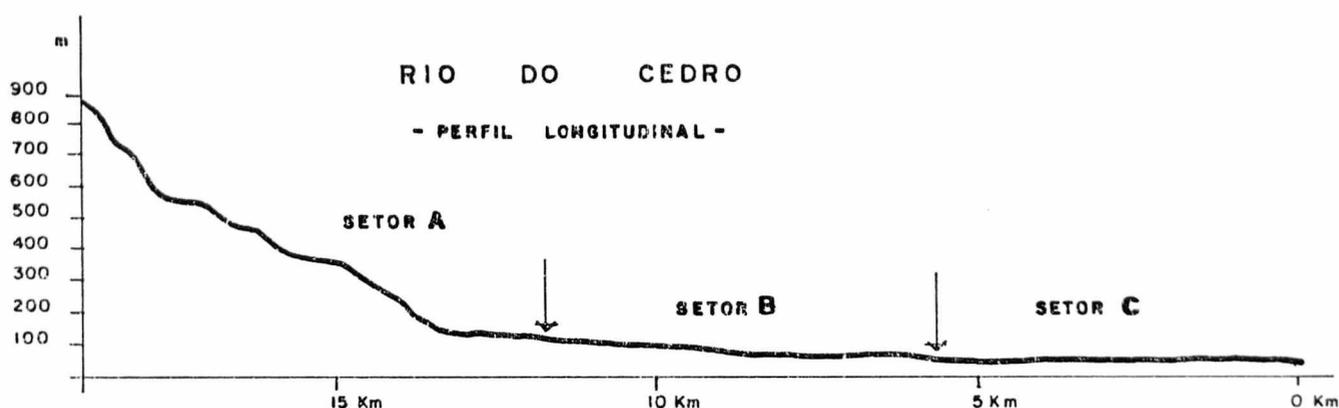


Figura 17: Perfil longitudinal do rio do Cedro.

Ao setorizar-se a Bacia do Rio do Cedro, definiu-se três setores denominados A, B e C (figura 18).

¹É comum a utilização dos termos sub-bacia, microbacia e setor, na referência às subdivisões de uma bacia hidrográfica. Entretanto, a definição desses termos são bastante subjetivas e levam em consideração critérios não só hidrográficos, como também de área, de altitude, de divisão político-territorial, etc. Para efeito deste trabalho, considerou-se a área-teste como uma bacia terciária como cita GUERRA (1986): "conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. (...) Pode ser principal, secundária e mesmo terciária, segundo alguns autores, quando constituída de cursos d'água de menor importância" (p. 48), uma vez que o rio do Cedro é afluente do rio Itajaí Mirim, que por sua vez é afluente do rio Itajaí Açú. As subdivisões da bacia do Cedro entretanto, foram denominadas de setores.

27°08'06"
49°01'25"

FIGURA 18

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

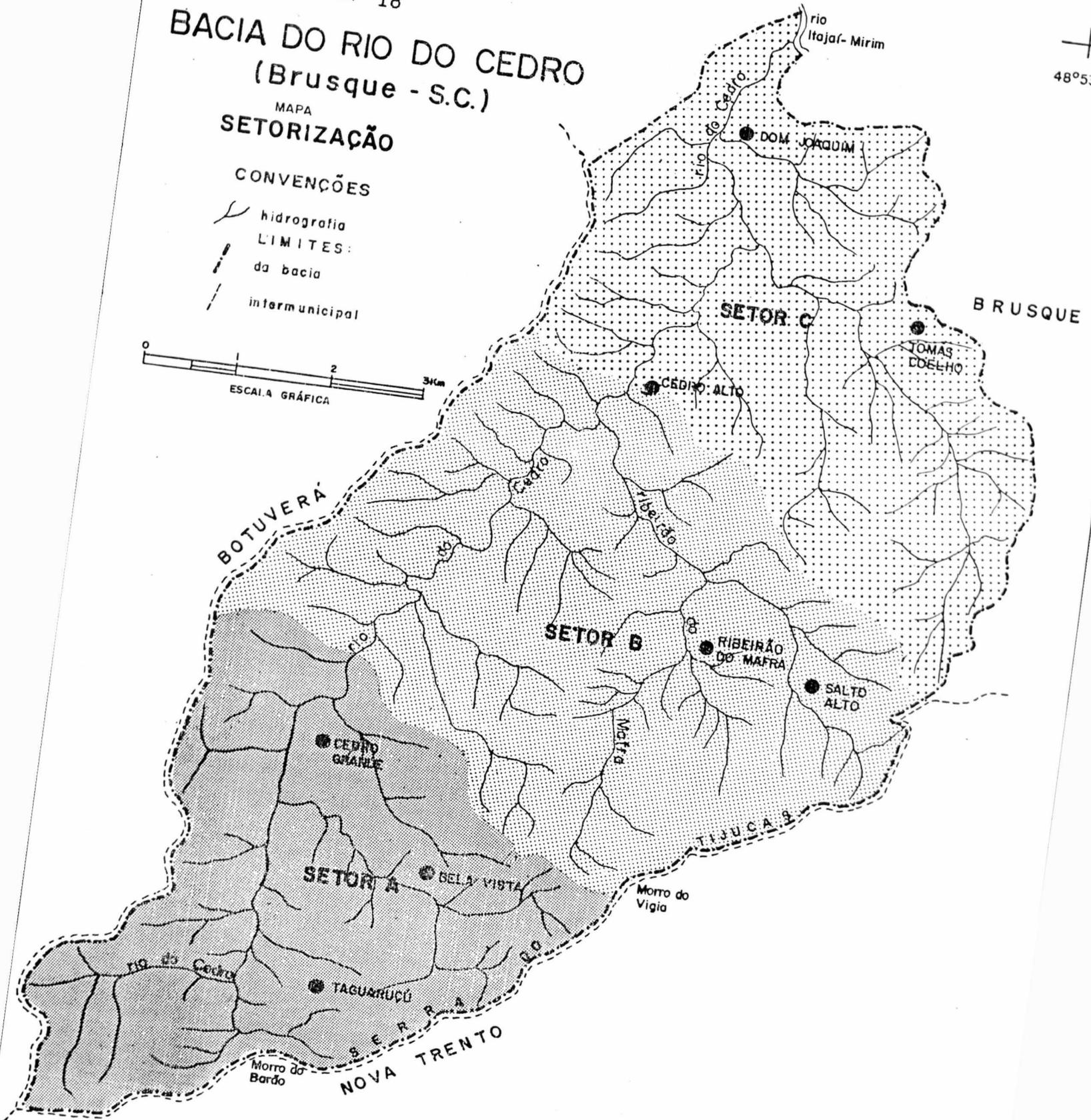
MAPA SETORIZAÇÃO

CONVENÇÕES

- hidrografia
- LIMITES:
 - da bacia
 - intermunicipal



48°53'13"



ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME
DES./ANGELA DA VEIGA BELTRAME

27°15'21"

O setor A corresponde a parte mais alta da bacia, onde concentram-se os terrenos acima de 400 metros de altitude (figura 19), predominando declividades acima de 20% (figura 20). A linha divisória entre o setor A e B, corta o rio do Cedro entre a cota 100 e 120 metros de altitude (figura 17). Neste setor encontram-se as comunidades Cedro Grande, Bela Vista e Taquaruçu. A área do setor A é de 1.945 ha.

O setor B corresponde a parte central da bacia, onde predominam terrenos entre 100 e 400 metros de altitude e declividades acima de 8%. A linha divisória entre o setor B e C corta o rio do Cedro na cota 60 metros. Localizam-se neste setor as comunidades Cedro Alto, Ribeirão do Mafra e Salto Alto. A área do setor B é de 2.552 ha.

O setor C corresponde as áreas mais baixas e planas da bacia. Predominam os terrenos até 200 metros de altitude, onde concentram-se as áreas mais planas da bacia com até 8% de declive. Neste setor localizam-se as comunidades Dom Joaquim e Tomás Coelho (veja figura 18). A área do setor C é de 2.227 ha.

6.3. Determinação dos Parâmetros da Fórmula Descritiva:

6.3.1. Vegetação:

a) Cobertura vegetal original:

De acôrdo com o mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (escala 1:1.000.000) a cobertura vegetal original da bacia hidrográfica do rio do Cedro, pertence à formação denominada Mata Pluvial de Encosta Atlântica, onde predominam a Canela preta (*Ocotea catharinensis*), a Laranjeira do mato (*Sloanea guianensis*) e o Palmito (*Euterpes edulis*). Nesta formação, as matas são bem desenvolvidas, densas, altas e sombrias, localizando-se predominantemente nas encostas (KLEIN, 1978).

Tratando das florestas originais do município de Brusque, KLEIN (1960) define quatro tipos de matas dentro desta formação:

1) matas localizadas em várzeas, onde em períodos de chuva, sofrem inundações; ocorrem em vales abertos, em terrenos muitos úmidos ou inundados, em topografia suave.

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

FIGURA 19

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA
HIPSOMÉTRICO
CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



BRUSQUE

BOTUVERÁ

Itajaí-Mirim

Morro do Vigia

Morro do Vigia

rio do Cedro

Morro do Barão

NOVA TRENTO

LEGENDA

-  ABAIXO DE 100 mts.
-  DE 100 A 200 mts.
-  DE 200 A 400 mts.
-  DE 400 A 700 mts.
-  ACIMA DE 700 mts.

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME

DES./ANGELA DA VEIGA BELTRAME

27°15'21"

27°08'06"
9°01'25"

48°53'13"

FIGURA 20

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA
DECLIVIDADE

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:
-  da bacia
-  intermunicipal



BRUSQUE

BOTUVERÁ

Morro do Vigia

Morro do Barão

NOVA TRENTO

LEGENDA

DECLIVIDADE EM PERCENTUAL

-  TOPO DE MORRO
- > 45% slope symbol" data-bbox="670 845 720 865"/> > 45 %
-  20 - 45 %
-  8 - 20 %
-  < 8 %

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME

DES. / ALEX WISINTAINER

27°15'21"

2) matas localizadas ao longo do rio Itajaí-Mirim e em seus terraços aluviais mais antigos; neste grupo, o processo de transição das espécies é lento na medida que o solo vai enxugando em virtude do contínuo abaixamento do leito do rio; as árvores são jovens do tamanho de um arbusto ou arboreta; ocorrem em planícies férteis próximas ao rio Itajaí-Mirim.

3) matas localizadas em encostas íngrimes: subdividem-se em três zonações:

zonação A: situada na base das encostas com declives fortes e nos fundos de vales, onde os solos são úmidos; predominam espécies higrófilas.

zonação B: situada à meia altura das encostas, numa zona de transição entre solos úmidos e bem drenados; predominam espécies higrófilas, indiferentes e xerófitas.

zonação C: partes superiores das encostas, onde os solos são rasos e de drenagem rápida; predominam espécies xerófitas e indiferentes.

4) matas situadas nas grandes encostas (consideradas extensas encostas com altitudes elevadas).

Observando-se os mapas hipsométrico e clinométrico da bacia hidrográfica do rio do Cedro (figuras 19 e 20), e procurando-se de acordo com essas características físicas enquadrar a classificação das matas do município citadas por KLEIN (1960), pode-se afirmar que em virtude da ausência de áreas inundáveis, das altitudes elevadas e declives acentuados, não ocorrem na bacia do Rio do Cedro, as "matas situadas em várzeas" e "matas situadas ao longo do rio Itajaí-Mirim". Já as "matas situadas em encostas íngrimes" (dividida em três zonações), são frequentes na área, ocorrendo normalmente em altitudes abaixo de 300 m.

A zonação A ocorre na base das encostas, em declives considerados inferiores a 8%. A zonação B ocorre na meia encosta, em declives considerados entre 8 a 45%. Nesta zonação segundo KLEIN (1960), desenvolve-se um grande número de espécies; sendo estas tanto da zonação A como C, algumas próprias de fundo de vales, outras dos topos das encostas, que requerem um solo medianamente úmido. A zonação C, é considerada como ocupante da parte superior das

encostas, acima de 45% de declive e também nos topos, onde corresponde ao desenvolvimento de uma mata mais baixa e uniforme. Esta zanação, ainda pode se estender acima de 300 metros de altitude, onde pode-se encontrar a Cupiúva (*Tapirira guianensis*), a Canela amarela (*Nectandra lanceolata*) dentre outras, chegando às vezes à ocorrerem em altitudes de 600 metros aproximadamente.

As "matas situadas nas grandes encostas" (extensas encostas com altitudes elevadas) correspondem àqueles terrenos da bacia situados aproximadamente entre 300 e 750 metros de altitude aproximadamente.

KLEIN (1980), tratando da cobertura original em topo de morro, em áreas de vertentes íngremes e altitudes entre 750 e 950 metros, no baixo e médio Vale do Itajaí-Açú, descreve a presença de uma vegetação de florestas mais baixas, bem característica dessa região, denominada "vegetação de topo de morro". É constituída por espécies diferentes daquelas próprias da Floresta de Encosta Atlântica do Sul do Brasil; difere em porte, em espécies presentes, é descontínua quando há mudanças bruscas na topografia e restringe-se aos topos de morros. O autor cita como locais de ocorrência desse tipo de vegetação o Morro do Baú e Morro do Spitzkopf, no médio Vale do Itajaí-Açú e no Morro do Barão (embora com altitude inferior - 620m), localizado na Bacia do Rio do Cedro.

As matas originais do município de Brusque, são

"caracterizadas pela exuberância de sua vegetação, onde as frondosas copas das grandes árvores, formam uma cobertura quase contínua, que intercepta grande parte da luz solar, de modo que no interior das matas, reina um ambiente de pouca luz e grande umidade" (KLEIN, 1960 - p.72).

Com as informações sobre a vegetação original do município de Brusque ao qual pertence a Bacia do Rio do Cedro, confeccionou-se mapa da cobertura vegetal original (figura 21).

São distintos três estratos na mata:

- estrato das árvores: composto por grandes árvores com folhagem densa e fechada, formando uma cobertura superior que atinge em média 20 a 25 metros de altura. Como espécies

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

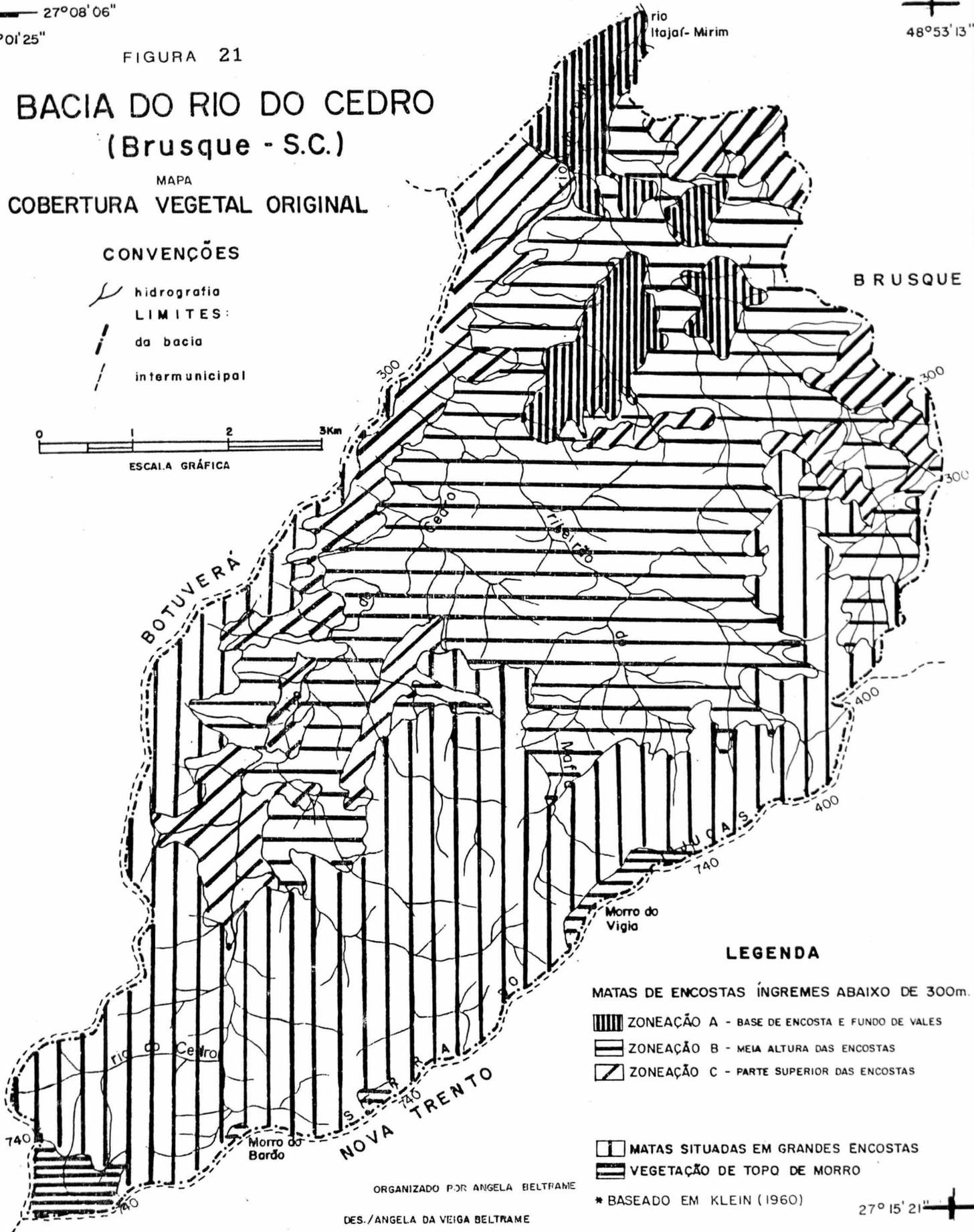
FIGURA 21

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA COBERTURA VEGETAL ORIGINAL

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



LEGENDA

MATAS DE ENCOSTAS ÍNGREMES ABAIXO DE 300m.

-  ZONEAÇÃO A - BASE DE ENCOSTA E FUNDO DE VALES
-  ZONEAÇÃO B - MEIA ALTURA DAS ENCOSTAS
-  ZONEAÇÃO C - PARTE SUPERIOR DAS ENCOSTAS

-  MATAS SITUADAS EM GRANDES ENCOSTAS
-  VEGETAÇÃO DE TOPO DE MORRO

* BASEADO EM KLEIN (1960)

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME

DES./ANGELA DA VEIGA BELTRAME

27° 15' 21"

mais comuns, encontram-se a Canela preta (*Ocotea catharinensis*), o Tanheiro (*Alchornea triplinervia*), a Peroba (*Aspidosperma olivacium*), o Cedro (*Cedrela fissilis*), o Oleo (*Copaífera trapezifolia*), Bicuíba (*Virola oleífera*), dentre outras.

- estrato médio das matas: formado por árvores medianas, com alturas de 6 a 10 metros acima do solo, compondo uma densa cobertura de folhas. Como espécies mais comuns temos: Bacobari (*Rheedia gardneriana*), Pau facho (*Asparisthmium cordatum*), Cortiça (*Guatteria australis*), Garapuruna (*Marliere toemntosa*), Palmito (*Euterpes edulis*).

- estrato dos arbustos: composto por arbustos que atingem altura entre 2 a 5 metros, às vezes com copas desenvolvidas. Como espécies mais comuns: Grandiúva d'anta (*Psychotria suterella*), Pimenteiras (*Mollinendia* spp.), Pimenteiras de folhas largas (*Rudgea jasminóides*).

São também encontrados nas matas de Brusque, além desses estratos citados, um grande número de lianas, epífitos, espécies constrictoras e parasitas.

Utilizando-se da sugestão de CORDEIRO et alii (1988) (citado no item 5.1) que substitui a variável "Zona de vida" proposta na metodologia venezuelana (MARNR, 1978), pela variável cobertura original, buscou-se estabelecer o grau de semelhança entre a cobertura original e a atualmente existente. Para tanto, levou-se em consideração o mapa da cobertura vegetal original (figura 21) e o mapa do uso do solo atual (figura 22), obtido a partir de imagem do satélite LANDSAT de 18/03/1988.

Seguiu-se a mesma classificação quanto ao grau de semelhança citada em MARNR (1978) e apresentada no item 5.1., ressaltando-se que o grau de semelhança atribuído refere-se às características de densidade da cobertura vegetal, não considerando-se a semelhança botânica entre as espécies originais e atuais. Substituiu-se o símbolo ZV (zona de vida) por CO (cobertura original).

Quantificou-se a área atualmente coberta por mata em cada um dos setores da bacia; determinou-se a proporção ocupada pela mesma. Os resultados são apresentados na tabela 8.

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

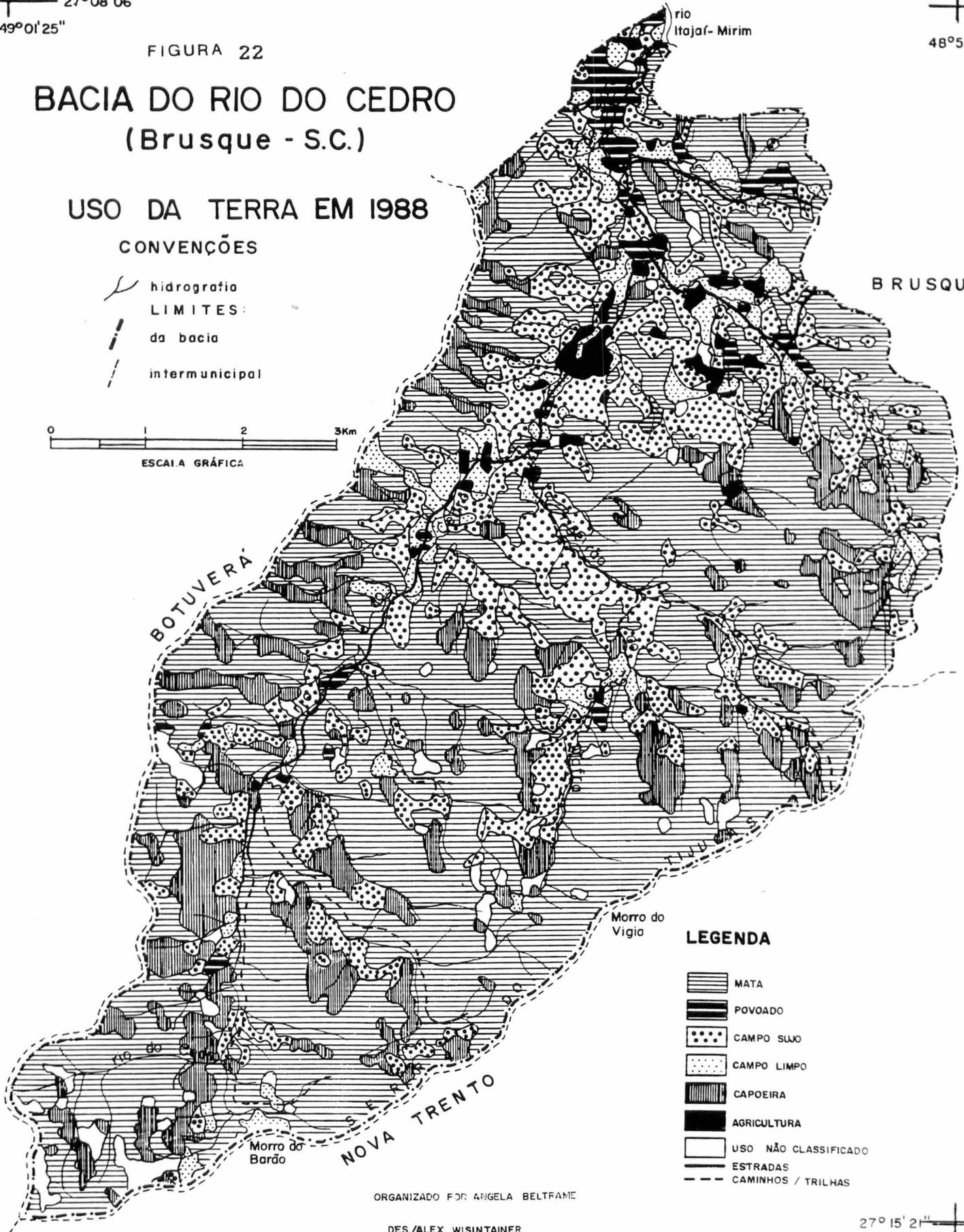
FIGURA 22

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

USO DA TERRA EM 1988

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



LEGENDA

-  MATA
-  POVOADO
-  CAMPO SUJO
-  CAMPO LIMPO
-  CAÇOEIRA
-  AGRICULTURA
-  USO NÃO CLASSIFICADO
-  ESTRADAS
-  CAMINHOS / TRILHAS

ORGANIZADO POR ANGELA BELFRAME

DES./ALEX WISINTAINER

27°15'21"

Tabela 8: Nível de semelhança da cobertura vegetal atual com a original, nos setores A, B e C:

SETOR	AREA (ha)	%(no setor)	INDICE	NIVEL DE SEMELHANÇA
A	1.220	62,7	CO ₂	semelhante
B	1.583	62,0	CO ₂	semelhante
C	850	38,1	CO ₃	medianamente semelhante
TOTAL 3.652				

Com isso definiu-se o grau de semelhança aproximado entre vegetação original e aquela atualmente existente.

Ressalta-se entretanto que embora o sensoriamento remoto com uso de imagens digitais do satélite LANDSAT TM-5 seja uma técnica valiosa em análises deste tipo, não fornece o detalhamento ideal, quando utilizadas especialmente na escala 1:50.000 para áreas inferiores a 100.000 ha. Com imagens deste tipo, não distingue-se matas primárias das secundárias (ou reconstituídas). Como não diferenciou-se esses tipos de formações na imagem, considerou-se como "mata" apenas, às áreas onde detectou-se a vegetação mais densa da Bacia do Rio do Cedro (veja figura 22), onde inclui-se matas primárias, matas primárias alteradas e matas secundárias.

Embora não tenha sido possível a quantificação do que realmente ainda existe de mata primária, excluindo-se aquelas alteradas pela ação do homem e aquelas secundárias que reconstituíram-se naturalmente, sabe-se que dos 54,4% de mata, muito pouco deve restar como mata primária original. A exploração madeireira na região do Vale do Itajaí Mirim já foi bastante intensa, como expôs-se anteriormente. Atualmente a Bacia do Cedro conta com seis madeireiras em funcionamento, que segundo informações obtidas, são abastecidas com madeiras da bacia, da região de Botuverá e de outros municípios vizinhos.

O que é também preocupante, é a exploração da lenha que além de predatória é indiscriminada e intensa, onde há a retirada de plantas jovens que poderiam reconstituir as matas da região. É alarmante a realidade de que todo o parque industrial têxtil do município de Brusque, com rara exceção, utiliza a lenha como fonte energética principal.

Na bacia do Cedro, áreas íngremes e impróprias à

qualquer cultivo ou exploração madeireira, não são poupadas do desmatamento. O Morro do Vigia (812 m) e o Morro do Barão (620 m), refúgios valiosos da "Mata Pluvial de Encosta Atlântica" não foram poupados dessa exploração irracional.

Cabe então, aos técnicos, órgãos do governo e instituições ligadas à preservação dos recursos naturais, fiscalizar e defender este valioso patrimônio natural.

b) Cobertura Vegetal em 1988: situação em 1988 e estudo comparativo do uso da terra entre os anos 1957, 1978 e 1988.

Para definir-se o grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual, foi necessário conhecer-se o uso da terra na Bacia do Rio do Cedro, em data mais recente e na escala mais detalhada possível.

Escolheu-se dentre fotos aéreas de 1978 na escala 1:25.000, imagem de radar de 1976 na escala 1:250.000 e imagem multiespectral² digital³ do satélite LANDSAT - TM 5 (Thematic Mapper) de 27/03/1988 em escala 1:50.000, esta última como sendo o recurso mais adequado aos objetivos do trabalho.

Com auxílio de técnicos e métodos de análise de imagens multiespectrais implementadas no sistema SITIM⁴ do laboratório Associado de Sensoriamento Remoto de SC, procedeu-se tratamento da referida imagem.

²Imagens multiespectrais - "constituem uma coleção de imagens de uma cena, num mesmo instante obtida por vários sensores com respostas espectrais diferentes" (INPE 1988 - p.32).

³Imagens digitais - pode ser considerada como uma matriz cujos índices de linhas e colunas identificam espacialmente um ponto; o valor do elemento correspondente na matriz identifica o nível de cinza desse ponto. Os elementos dessa matriz são chamados elementos de imagem ou pixels. Cada elemento pode assumir 256 níveis (tons) de cinza (0 = preto; 255 = branco) (DUTRA, 1981).

⁴SITIM - Sistema de Tratamento de Imagens, é um sistema que visa extrair informações de dados do sensoriamento remoto, obtidos principalmente por satélites. O sistema obtém as informações de modo qualitativo (realce da imagem) ou quantitativo (classificação automática). "É constituído basicamente por um microcomputador (e seus periféricos) e uma unidade visualizadora de imagens composta de um "hardware" especializado e um monitor de imagens". (INPE, 1988 - p.44).

Inicialmente, localizou-se a Bacia do Cedro na fita digital e fez-se leitura de histogramas⁵ das bandas⁶ 2,3,4,5 e 7 presentes na imagem.

Após a análise dos histogramas e visualização da imagem, considerou-se necessário a divisão da banda 4 pela 3, para obter-se maior realce da cobertura vegetal e redução do efeito do sombreamento causado principalmente pelo ângulo de radiação solar (41°), acentuado pelo relevo acidentado da bacia. Com isso, concluiu-se como composição mais adequada a classificação automática não supervisionada da imagem, as bandas 4d3 (resultado da divisão) + 5 + 7; a banda 4 dentre outras aplicações permite a identificação de áreas agrícolas e vegetação densa; a banda 3 apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal e permite o delineamento da mancha urbana, dentre outras características; a banda 5 apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas e a banda 7 apresenta sensibilidade a morfologia do terreno.

Para a classificação não supervisionada, definiu-se preliminarmente 9 classes de uso às quais foram atribuídas 9 cores distintas.

Utilizou-se dois sistemas de classificação, o euclidiano⁷ e o maxver⁸ para posteriormente definir-se o

⁵Histogramas - é a representação gráfica da frequência de ocorrência de "pixels" nos diversos níveis de cinza, ou seja, dá a quantidade de "pixels" em cada nível de cinza; com histograma de frequências obtém-se informações como nível médio de cinza, contraste e brilho.

⁶Banda - é um intervalo de frequências ou comprimento de onda eletromagnética onde existe elevada absorção; as sete bandas "TM" do satélite LANDSAT 5 apresentam distintas características e aplicações no sensoriamento remoto.

⁷Classificação euclidiana - utiliza como critério na classificação de imagens multiespectrais o centro da classe mais próxima (mancha ou conjunto de pixels) e determina a menor distância (semelhança espectral) a um dado pixel. É considerado um método menos rigoroso que a classificação maxver, pois sempre haverá uma distância mínima, mesmo que a amostra não seja tão semelhante ao pixel a ser classificado.

⁸Classificação maxver - é uma classificação de máxima verossimilhança, baseado em formulações estatísticas. Utiliza como critério classificador a função de densidade de probabilidade

"Cada ponto do terreno, é caracterizado por um vetor onde cada componente representa a radiância recebida pelo satélite em uma determinada banda do espectro.

mais adequado, gerando-se com isso duas imagens com classificação não supervisionada.

Uniformizou-se⁹ os temas com limiar¹⁰ 3 e limiar 5. Com limiar 3 observou-se perda de informações, mantendo-se então limiar 5.

Após a uniformização das duas classificações (maxver e euclidiana) concluiu-se que em ambos os casos ocorreu uma grande fragmentação das informações. Isto é, as imagens classificadas mostraram grande heterogeneidade na distribuição das manchas. Em função dos objetivos do trabalho e buscando-se uma maior homogeneização na classificação, reduziu-se o número de classes de 9 para 6 e optou-se pela classificação maxver.

Procedeu-se à supervisão de campo onde plotou-se nas fotos aéreas 1:25.000, 35 pontos amostrais de uso do solo atual utilizando-se como ponto de referência drenagens e formas do relevo. As amostras foram distribuídas nas classes mata, capoeira, campo sujo, campo limpo, agricultura e povoado (a rede viária e hidrográfica foram retiradas da carta topográfica e atualizadas com a imagem tratada).

As amostras obtidas no campo, foram plotadas na imagem com base nas anotações sobre as fotos e analisadas de forma matricial¹¹.

Diferentes classes do terreno tendem a produzir vetores concentrados em diferentes regiões desse espaço m - dimensional. A tarefa de classificação consiste então na partição adequada desse espaço de modo que os pontos correspondentes a uma classe do terreno caiam na correspondente partição. (...) A ideia básica que governa o método é atribuir a um vetor a classe de maior densidade de probabilidade computada naquele ponto". (INPE, 1988 - p.17).

É considerado um método mais rigoroso que o euclidiano.

⁹Uniformização de temas - técnica adotada para melhorar visualmente a imagem classificada retirando-se pontos isolados, diferentes de seus vizinhos. Para uniformização de um ponto, o programa analisa a vizinhança deste (utiliza uma matriz 3x3 onde o ponto central é uniformizado). Decide através de 2 critérios (peso e limiar) se o ponto permanece ou é substituído pela classe predominante na vizinhança.

¹⁰Limiar de uniformização - parâmetro de decisão baseado na frequência dos pixels vizinhos, ou na frequência de ocorrência das classes associadas aos pixels vizinhos em relação à um pixel central. Quanto menor o limiar, maior a probabilidade de haver modificação na classe. O limiar varia de 1 a 7, sendo 3 e 5 os mais utilizados

¹¹A análise de amostras determina qual delas foi mal

Após a análise das amostras, optou-se pela eliminação de 3 delas. Obteve-se então a seguinte matriz final de classificação maxver, apresentada na tabela 9.

Tabela 9: Matriz de classificação Maxver em relação às amostras (em%):

LIMIAR ¹² :	16,80	N	1	2	3	4	5	6
1 agricultura	0,0	<u>76,9</u>	0,0	0,0	7,7	0,0	15,4	
2 campo limpo	3,1	94,0	<u>81,3</u>	0,0	6,3	0,0	0,0	
3 mata	3,0	0,0	0,0	<u>97,0</u>	0,0	0,0	0,0	
4 povoado	4,4	3,5	4,4	0,0	<u>87,7</u>	0,0	0,0	
5 capoeira	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	<u>83,3</u>	12,5	
6 pasto sujo	0,0	0,0	2,6	2,6	0,0	10,5	<u>84,2</u>	

(D) Desempenho médio¹³ : 87,85% (valores sublinhados)

(N) Abstenção média¹⁴ : 2,78%

Confusão média¹⁵ : 9,38%

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, encerrando-se com isso a classificação da imagem. Ressalta-se entretanto que, o desempenho médio pode ser melhorado com o aumento do número e tamanho das amostras, maior conhecimento de campo e com o aumento da capacidade de resolução da própria imagem, o que será alcançado com o avanço tecnológico.

A área classificada na imagem e apresentada no monitor foi impressa automaticamente a partir de programa computacional específico e fotografada. Obteve-se então, os produtos apresentados nas figuras 23 e 24.

A partir do mapa de uso da terra impresso em computador, confeccionou-se o mapa final de uso da terra em 1988 (figura 22).

No mapeamento temático para uso do solo a partir de imagens multiespectrais, digitais do satélite LANDSAT - TM 5, deve-se estar atento às seguintes influências :

escolhidas e não são representativas da classe para cada amostra classificados em cada uma das classes adquiridas. A percentagem de pontos não classificados também é apresentada. (INPE, 1988 - p.15)

¹²Limiar de classificação - a classificação das amostras de cada classe a qual é definida por um limiar.

¹³Desempenho médio - fornece o percentual de pontos corretamente classificados.

¹⁴Abstenção média - fornece percentagem de pontos que não foram classificados. É uma média ponderada.

¹⁵Confusão média - fornece a percentagem de pontos de cada classe, classificados como sendo de outras classes.



BACIA DO RIO DO CEDRO

USO DA TERRA

LARS/SC

LANDSAT TM - 5

WRS 220 PT79

PASSAGEM 27/03/88

MAXVER

agricultura	
pasto limpo	
nata	
povoado	
capoeira	
pasto sujo	
uso não classif.	



2 km

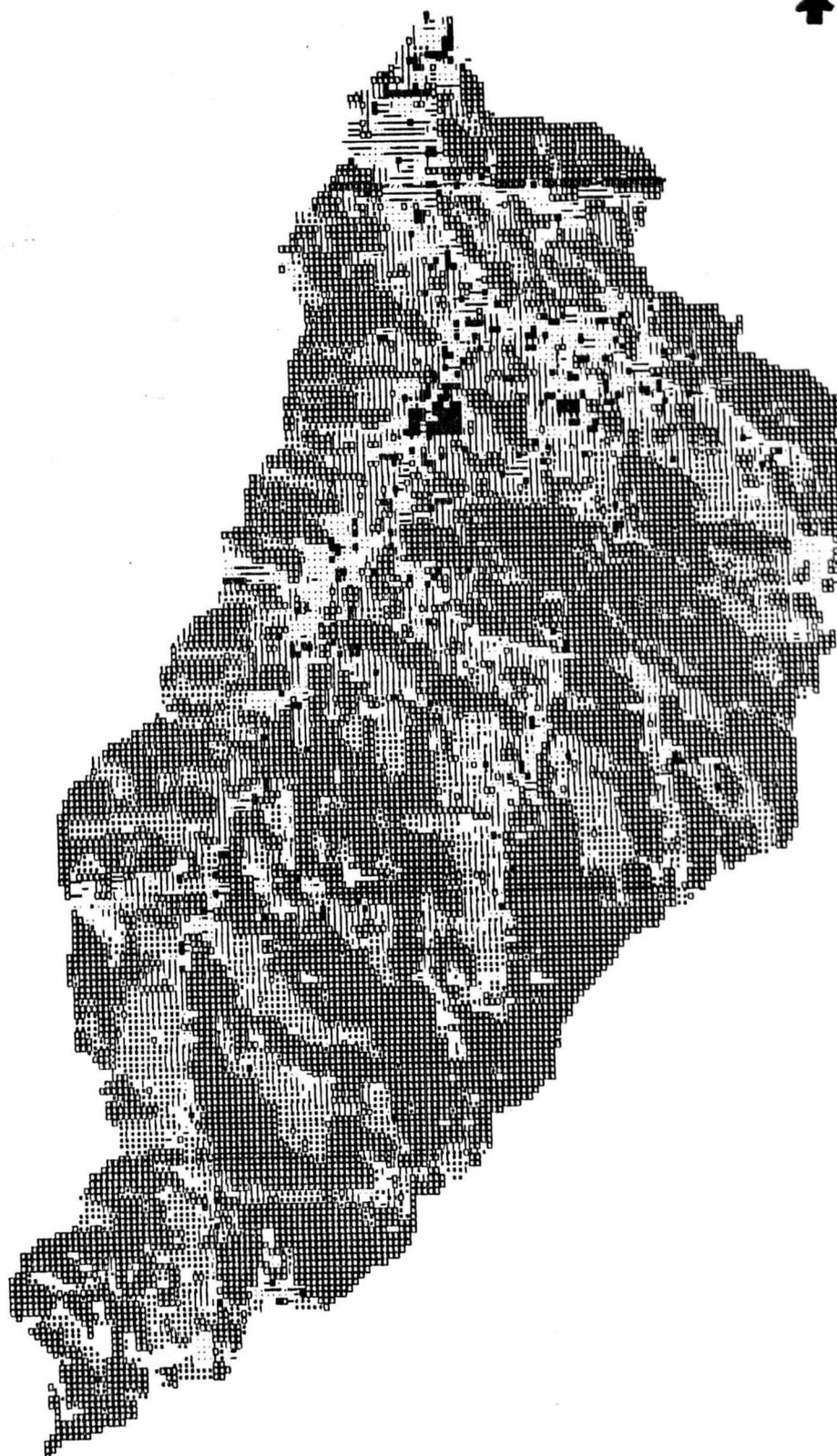


Figura 23: Mapa do uso da terra em 1988 da bacia do Cedro, obtido por impressão computadorizada de imagem digital do satélite LANDSAT TM - 5.

- a) às características da área em estudo (região plana ou montanhosa);
- b) às variações do ângulo de radiação solar, tanto diárias como nas distintas estações do ano;
- c) às variações de localização regional (nordeste, sudeste, sul, etc.);
- d) ao maior conhecimento de campo;
- e) ao tamanho, número e posição das amostras na paisagem;
- f) à escolha das bandas;
- g) à interferência dos efeitos atmosféricos (nebulosidade principalmente);
- h) ao albedo (relação da luz refletida pela superfície terrestre e a luz que esta recebe do sol);
- i) à resolução^{1ª} intrínseca da imagem.

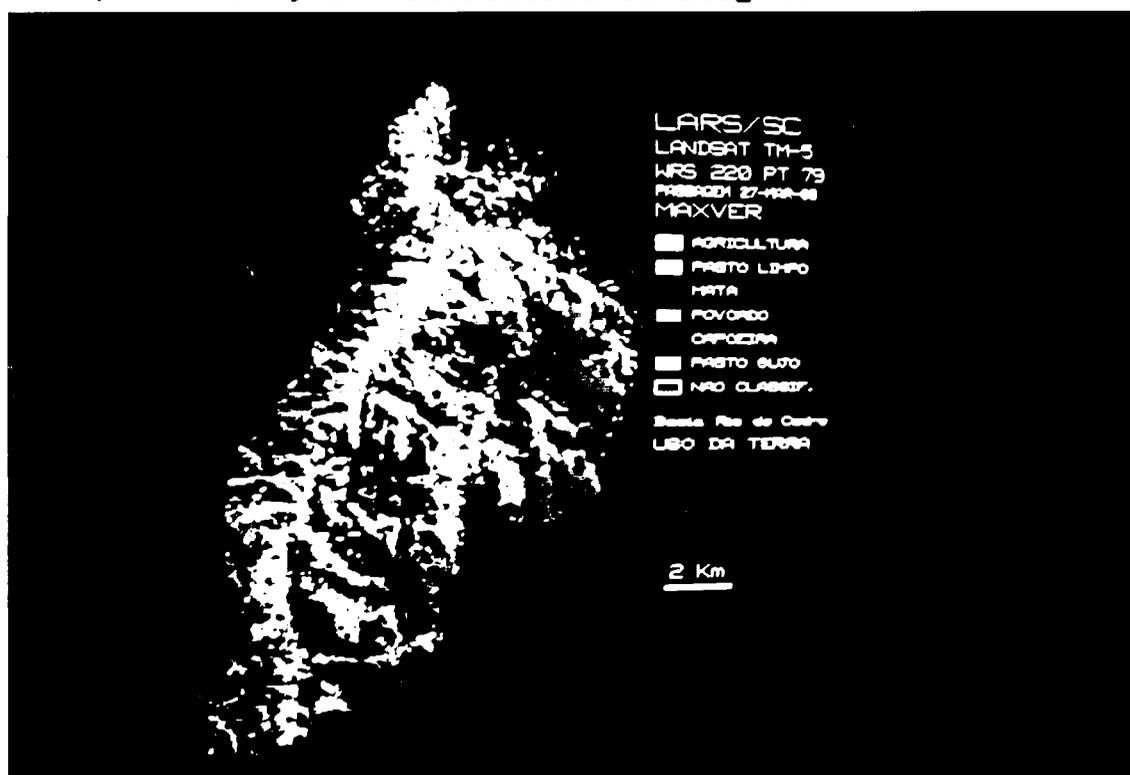


Figura 24: Mapa do uso da terra em 1988 da bacia do Cedro - fotografia do vídeo do SITIM da imagem digital do satélite LANDSAT TM - 5.

Um trabalho interessante e que merece fazer parte integrante de todos os trabalhos de uso da terra obtidos por sensoriamento remoto, é a avaliação da eficiência da interpretação. Com a classificação supervisionada e o mapa

^{1ª} A imagem utilizada apresenta resolução de 30x30 m no terreno.

temático concluído, deve-se checar no campo o tamanho e a forma das manchas apresentadas no mapa e com isso definir-se o grau de eficiência apresentado pelo sensor.

Assim, poderia-se de forma crescente aumentar a precisão dos tratamentos das imagens de satélite.

As classes de uso da terra determinadas na bacia do Cedro, foram definidas conforme máximo detalhamento obtido pela imagem de satélite utilizada e confirmações de campo.

Os valores encontrados para os diferentes usos da terra da bacia do Rio do Cedro, estão resumidos na tabela 10.

Tabela 10: Uso da terra nos setores A, B e C e da bacia do rio do Cedro (média dos setores):

TIPO DE COBERTURA	SETORES						BACIA	
	A		B		C		ha.	%
	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%
mata	1220	62,7	1583	62,0	872	39,1	3675	54,6
capoeira	401	20,7	306	12,0	270	12,2	977	14,6
campo sujo	196	10,1	444	17,4	395	17,7	1035	15,4
campo limpo	31	1,6	137	5,4	218	9,8	386	5,7
agricultura	3	0,1	12	0,5	102	4,6	117	1,7
povoado	3	0,1	16	0,6	133	6,0	152	2,3
não classificado	91	4,7	54	2,1	237	10,6	382	5,7
TOTAL	1945	100	2552	100	2227	100	6724	100

A classe "mata" corresponde à vegetação mais densa da bacia, incluindo-se aí toda a vegetação primária desbastada ou não e toda a vegetação secundária reconstituída. Ocupa 54,6% da área total da bacia e 62,7%, 62,0% e 39,1% dos setores A, B e C respectivamente.

A "capoeira" corresponde a vegetação lenhosa que há sobre terrenos anteriormente desmatados e/ou queimados para o cultivo da terra ou outro fim qualquer. KLEIN (1960), descrevendo a vegetação do município de Brusque, cita que:

"As capoeiras apresentam diversos estágios de desenvolvimento, representando cada um dos mesmos, uma associação distinta e bem típica, pela substituição sucessiva de seus dominantes, que são próprios para cada estágio em particular" (KLEIN, 1960 - p.91).

Incluiu-se também nesta classe cultivos de espécies perenes. Ocupa 14,6% da área total da bacia e 20,7%, 12,0% e 12,2% dos setores A, B e C respectivamente.

A classe "campo sujo", corresponde aos terrenos com

gramíneas e outros tipos de vegetação de pequeno porte. Tais áreas apresentam-se em repouso ou estão no abandono. Em épocas anteriores possivelmente constituíam áreas de pastagem ou de agricultura. Ocupa 15,4% da área total da bacia e 10,1%, 17,4% e 17,7% dos setores A, B e C respectivamente.

A "classe campo limpo" corresponde aos terrenos cobertos por gramíneas de pequeno porte, constituindo pastagens naturais ou cultivadas em uso. Ocupa 5,7% da área total da bacia e 1,6%, 5,4% e 9,8% dos setores A, B e C respectivamente.

A classe "agricultura" atribuiu-se os terrenos cobertos por culturas temporárias. As áreas observadas com esta classe são pequenas, concentrando-se nas áreas mais planas do setor C. Ocupa 1,7% da área total da bacia e 0,1%, 0,5% e 4,6% dos setores A, B e C respectivamente.

A classe "povoado" corresponde aos terrenos ocupados com edificações. Ocupa 2,3% da área total da bacia e 0,1%, 0,6% e 6,0% dos setores A, B e C respectivamente.

Ao finalizar-se o tratamento supervisionado da imagem, observou-se que foi atribuído à partes da encostas do Morro do Barão, áreas de povoamento. Embora não tenha sido possível o acesso até o local, sabe-se que tal povoamento não existe naquela área. Possivelmente a tonalidade de cor observada pelo satélite, em virtude de uma maior radiação solar, assemelhou-se à da classe povoamento. Entretanto sugere-se que tal área esteja ocupada por campo limpo.

As áreas "não classificadas" correspondem aos terrenos cuja coloração apresentada na imagem não foi identificada por nenhuma das amostras conferidas à campo. Esta classe ocupa 5,7% da área total da bacia, sendo tal valor considerado aceitável para esta análise.

As áreas não classificadas poderiam ter sido imbutidas na classe predominante mais próxima entretanto, considerando-se tal fato como uma realidade no tratamento de imagens digitais, achou-se conveniente discriminar-se tais manchas.

Estabeleceu-se uma classificação para avaliar a proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal (quadro 6).

Esta classificação, baseou-se em quadros elaborados pelo MARNR (1978), SEGOVIA & PALMA (1987) e LLANO & CRIADO (1968), apresentadas anteriormente (quadros 2, 3 e 4).

Quadro 6: Classificação do tipo de cobertura vegetal quanto à proteção fornecida ao solo:

TIPO DE COBERTURA	INDICE DE PROTEÇÃO
Vegetação Lenhosa	
- mata	1
- capoeira	0,7
Vegetação Herbácea	
- campo sujo	0,6
- campo limpo	0,5
Agricultura	0,4

Para se obter o índice de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual de cada setor, executou-se cinco etapas:

a) para cada tipo de cobertura vegetal se determinou sua área utilizando-se papel milimetrado vegetal. Determinou-se assim os valores da coluna (1) da tabela 11.

b) Na coluna (2) foram colocados os respectivos índices de proteção de cada tipo de cobertura vegetal existente no setor, de acordo com a tabela anteriormente apresentada.

c) A coluna (3) é o produto da coluna (1) pela (2).

d) Somou-se os valores da coluna (3).

e) Finalmente obteve-se o índice de proteção total por setores dividindo-se o valor da somatória da coluna (3) pela somatória da coluna (1) (tabelas 11).

Tabela 11: Tipo de cobertura vegetal e o respectivo índice de proteção fornecido ao solo, de acordo com a área ocupada pela mesma:

SETOR	TIPO DE COBERTURA VEGETAL	(1) AREA ha.	(2) INDICE DE PROTEÇÃO	(3) SUPERFICIE REDUZIDA	INDICE DE PROTEÇÃO TOTAL DO SETOR
A	mata	1220	1	1220	
	capoeira	401	0,7	281	
	campo sujo	196	0,6	118	
	campo limpo	31	0,5	16	
	agricultura	3	0,4	1	
TOTAL		1851		1636	0,88

(tabela 11 - continuação)

SETOR	TIPO DE COBERTURA VEGETAL	AREA ha. (1)	INDICE DE PROTEÇÃO (2)	SUPERFICIE REDUZIDA (3)	INDICE DE PROTEÇÃO TOTAL DO SETOR
B	mata	1583	1	1583	
	capoeira	306	0,7	214	
	campo sujo	444	0,6	266	
	campo limpo	137	0,5	67	
	agricultura	12	0,4	5	
TOTAL		2482		2135	0,86
C	mat	872	1	872	
	capoeira	270	0,7	189	
	campo sujo	395	0,6	237	
	campo limpo	218	0,5	109	
	agricultura	102	0,4	41	
TOTAL		1857		1448	0,78

obs.: Areas não classificadas e áreas povoadas não foram consideradas.

Obtido o índice de proteção total por setores, associou-se este valor à um símbolo, de acordo com a tabela 12.

Tabela 12: Índice de proteção total e o símbolo correspondente:

INDICE DE PROTEÇÃO TOTAL (escalonamento dos índices)	SIMBOLO
1	CA ₁
0,8 - 0,99	CA ₂
0,6 - 0,79	CA ₃
0,4 - 0,59	CA ₄
0,2 - 0,39	CA ₅
0,0 - 0,19	CA ₆
0,0	CA ₇

Assim, os respectivos índices e símbolos da proteção oferecida pela cobertura vegetal à cada setor encontrado para cada setor da bacia do Cedro, estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13: Índices e símbolos respectivos da proteção oferecida pela cobertura vegetal, dos setores A, B e C:

SETOR	INDICE	SIMBOLO
A	0,88	CA ₂
B	0,86	CA ₂
C	0,78	CA ₃

Com base em BELTRAME (1988), onde estuda as alterações ocorridas na cobertura vegetal da bacia do rio do Cedro entre 1957 - 1978, com fotos aéreas (esc. 1:25.000) e com as informações obtidas pelo tratamento de imagem do satélite LANDSAT TM - 5 de 27 de março de 1988 (esc. 1:50.000), fez-se um estudo das modificações da cobertura vegetal atual da bacia, entre os anos de 1957, 1978 e 1988. Os resultados são apresentados na tabela 14 e nas figuras 22, 25 e 26.

Os resultados obtidos a partir da imagem de satélite de 1988, apresentaram de 5,7% de áreas não classificadas. Assim sendo, levou-se em consideração este percentual na análise dos resultados.

A área de mata efetivamente aumentou entre 1978 e 1988, embora não chegue a atingir o valor de 1957. Este aumento, deve-se possivelmente à regeneração da vegetação secundária (capoeira) ocorrida neste período e talvez à redução da exploração madeireira seja esta decorrente da expansão industrial ou da extinção das madeiras de qualidade.

Tabela 14: dados de uso da terra (em hectares e percentuais), da bacia do Cedro em 1957, 1978 e 1988:

- tipo de cobertura	1957		1979		1988	
	ha	%	ha	%	ha	%
mata	4206	62.6	3508	52.2	3675	54.6
capoeira	1602	23.8	1131	16.8	977	14.6
pastagem (inclui-se campo sujo e campo limpo)	480	7.1	1602	23.8	1421	21.1
agricultura temp.	410	6.1	294	4.4	117	1.7
povoado	29	0.4	189	2.8	152	2.3
área não classific.	-	-	-	-	382	5.7
	6724	100	6724	100	6724	100

A capoeira reduziu entre 1957 e 1988, entretanto não pode-se afirmar que o mesmo tenha ocorrido entre 1978 e 1988, em virtude do percentual de áreas não classificadas em 1988. O mesmo ocorre quanto às áreas de pastagem entre 1978 e 1988. Pode afirmar entretanto, que o percentual dessas duas classes superam 14% em relação ao ano de 1957.

A área com agricultura anual decresceu em 1,7% entre 1957 e 1979. Não pode-se afirmar que esta redução tenha continuado em 1988, devido ao percentual de áreas não classificadas. Entretanto, sabe-se, que em virtude da

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

FIGURA 25 BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

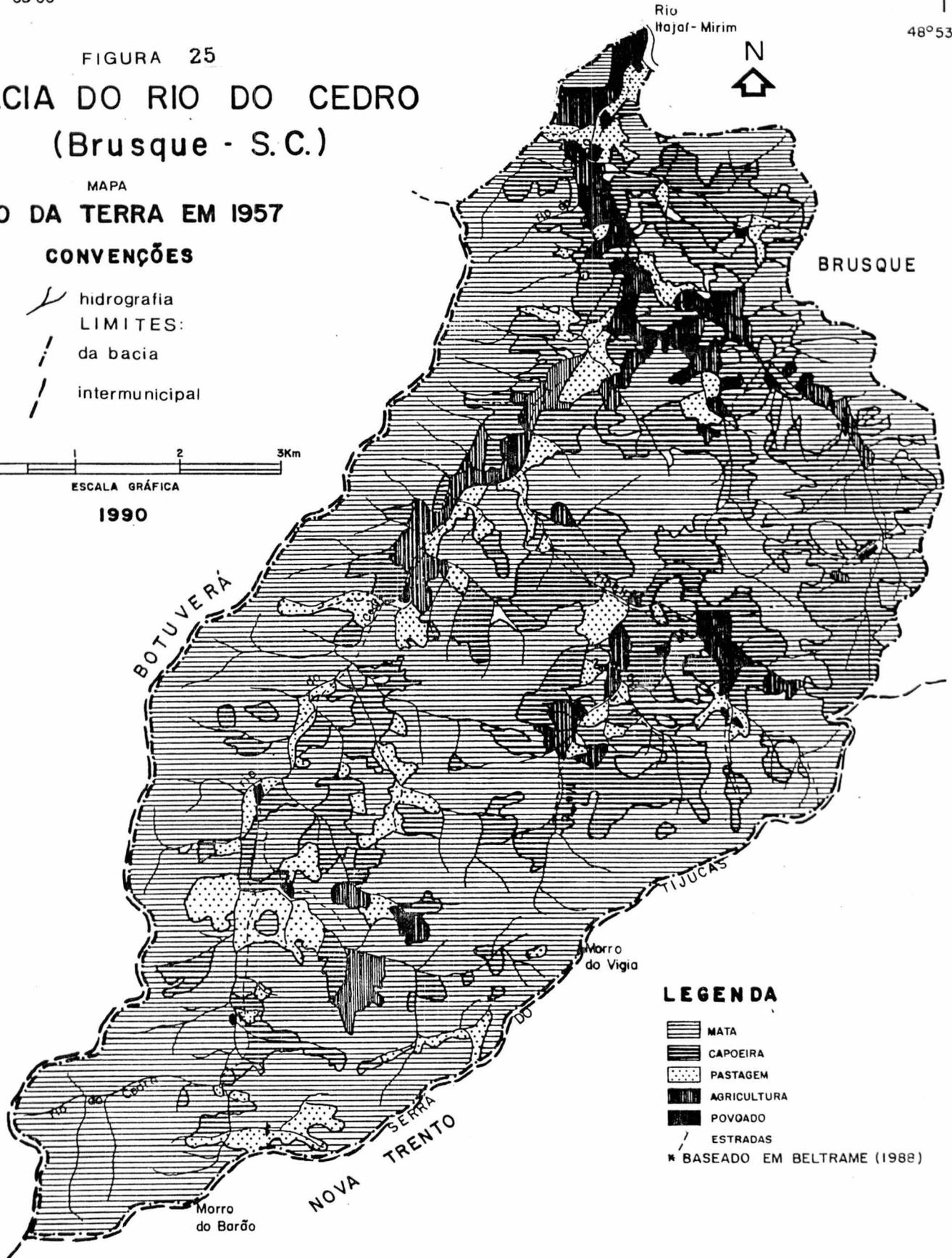
MAPA
USO DA TERRA EM 1957

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:
-  da bacia
-  intermunicipal



1990



LEGENDA

-  MATA
-  PASTAGEM
-  AGRICULTURA
-  POVADO
-  ESTRADAS
- * BASEADO EM BELTRAME (1988)

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

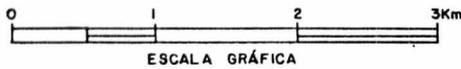
FIGURA 26

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

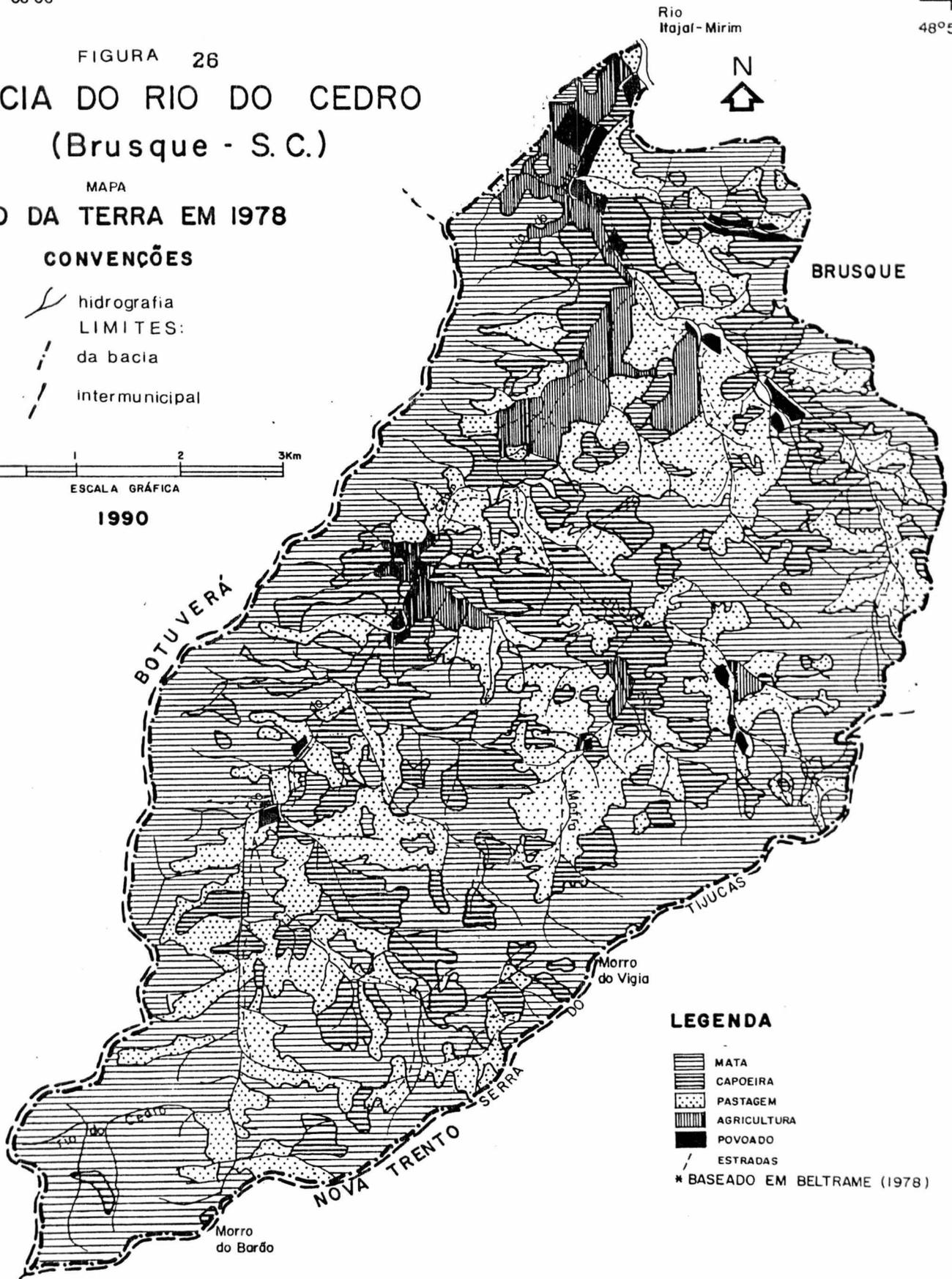
MAPA
USO DA TERRA EM 1978

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:
-  da bacia
-  intermunicipal



1990



LEGENDA

-  MATA
-  CAPOEIRA
-  PASTAGEM
-  AGRICULTURA
-  POVOADO
-  ESTRADAS

* BASEADO EM BELTRAME (1978)

expansão industrial que se deu no município de Brusque especialmente nestas duas últimas décadas, a agricultura tem ocupado cada vez menos espaço no quadro econômico do município. Por esses motivos, o percentual efetivo de agricultura em 1988, possivelmente não é superior àquele encontrado em 1978.

Quanto à área ocupada por povoados, houve significativo acréscimo entre 1957 e 1978 (2,4%). Não pode-se confirmar que tal crescimento tenha continuado em 1988, em virtude do percentual de áreas não classificadas. Todavia, é possível que a área povoada na bacia do Cedro tenha se mantido ou crescido em pequena escala. Sabe-se entretanto, que apesar da indústria ter ocupado papel principal na economia brusquense, os operários que anteriormente retiravam seu sustento da agricultura, continuam morando na propriedade agrícola, deslocando-se diariamente para a indústria onde trabalham, como já citou-se anteriormente.

Conclui-se, que para análises comparativas deste tipo, deve-se ter embasamento mais aprofundado quanto à evolução sócio-econômica da região e da bacia, assim como um diagnóstico sócio-econômico atual da área.

Outro aspecto que pode-se concluir, é quanto ao material utilizado na confecção dos mapas de uso da terra. Seria ideal utilizar-se sempre que possível, materiais semelhantes em escala ideal de trabalho (comparação de fotos aéreas com fotos aéreas ou de imagens de satélite com imagens de satélite). O percentual de áreas não classificadas prejudicaram em parte a interpretação desses resultados, entretanto os mesmos foram considerados bastante consistentes e interessantes em termos de avaliação evolutiva do uso da terra na bacia.

6.3.2. Declividade Média:

De acordo com o apresentado no item 5.4., utilizou-se o parâmetro declividade média para caracterizar-se o relevo dos setores da Bacia do Rio do Cedro.

Baseando-se em MARNR (1978) e LLANO & CRIADO (1968), procedeu-se da seguinte forma para se obter a declividade média dos setores A, B e C:

- com papel milimetrado, determinou-se a área de cada setor da bacia;

- com o auxílio de um curvímeter determinou-se, sobre a carta topográfica da bacia, a longitude total das curvas de nível de cada setor (realizou-se duas medições com o curvímeter e fez-se a média aritmética para obtenção do resultado final).

Sabendo-se que a equidistância entre as curvas é de 20 metros, aplicou-se a seguinte expressão para se determinar a declividade média de cada setor:

$$DM = \frac{L.C.N. \times E}{A}$$

Onde:

DM é declividade média

L.C.N. é a longitude das curvas de nível (por setores)

E é a equidistância entre as curvas de nível

A é a área do setor.

Com base nas classes de declividades definidas pela sociedade Brasileira de Ciência do Solo e pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos citadas em LEMOS & SANTOS (1982), também citadas em BIGARELLA & MAZUCHOWISKI (1985) e aplicadas por Fundação de Amparo à Pesquisa Universitária/FAPEU (1989), elaborou-se o quadro 7.

Quadro 7: Classes de declividade, respectivos índices e símbolos utilizados no diagnóstico físico-conservacionista da bacia do rio do Cedro:

DECLIVIDADE	RELEVO	SIMBOLO E SUBINDICE
até 8%	suave ondulado	DM ₁
9 a 20%	ondulado	DM ₂
21 a 45%	forte ondulado	DM ₃
acima de 45%	montanhoso à escarpado	DM ₄

Baseado em BIGARELLA & MAZUCHOWISKI (1985).

Assim, as declividades médias encontradas para cada setor da bacia foram classificadas de acordo com o quadro 7, obtendo-se os resultados apresentados na tabela 15.

Tabela 15: Classificação da declividade média dos setores A, B e C:

SETOR	L.C.N. (km)	E (m)	A (km ²)	DM (%)	RELEVO	SIMBOLO
A	0,31150	20	19,45	32	forte ondulado	DM ₃
B	0,33475	20	25,52	28	forte ondulado	DM ₃
C	0,23425	20	22,27	21	forte ondulado	DM ₃

Para melhor representar estes resultados, confeccionou-se um mapa de declividades (figura 20); utilizou-se para isso, carta topográfica da área na escala 1:50.000, com curvas de nível com equidistancia de 20 m. e ábaco de declividades. As informações do mapa de declividades (confeccionado em transparência), foram correlacionadas à outros parâmetros, de forma à integrá-los neste estudo.

Embora as declividades médias encontradas para os três setores da bacia do rio do Cedro corresponderam à mesma classe (relevo forte ondulado), os valores obtidos não são iguais. Assim, para melhor caracterizar os distintos relevos, baseando-se em trabalhos de LLANO & CRIADO (1968) e CRISTOFOLETTI (1970) já citados no ítem 5.4., elaborou-se as curvas hipsográficas dos setores (figura 27).

Para isso, tomou-se os eixos cartesianos, plotou-se no eixo "y" cotas em percentual das curvas de nível. No eixo "x", plotou-se os valores correspondentes as áreas ocupadas por cada intervalo altimétrico (figura 27).

As curvas hipsográficas representam portanto o volume rochoso existente em cada setor (CRISTOFOLETTI, 1980). Observa-se claramente que o setor A apresenta maior estoque rochoso a ser erodido e o setor C, apresenta menor estoque, mostrando-se portanto, mais desgastado.

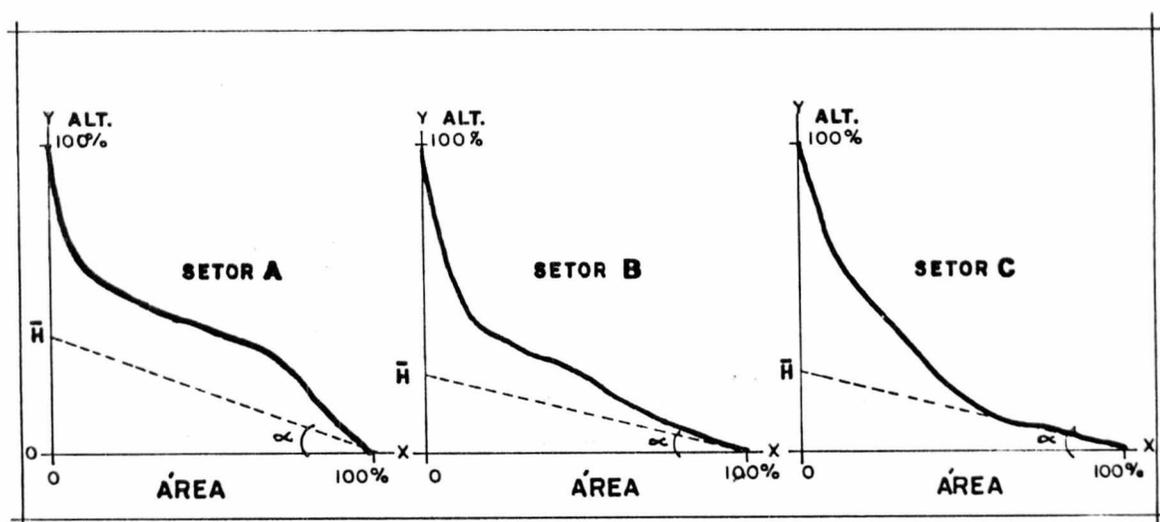


Figura 27: Curvas hipsográficas dos setores A, B e C, com indicação da altura média (\bar{H}).

A partir das curvas hipsográficas, obteve-se outros

parâmetros morfométricos que são: altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico de cada setor. Os resultados obtidos estão representados na tabela 16.

Tabela 16: Dados de altitude, amplitude altimétrica, altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico dos setores da bacia do rio do Cedro:

SETOR	AREA (HA)	ALTITUDES(m)		AMPLITUDE (m)	ALTURA MÉDIA(m)	COEF. MASSIV.	COEF. OROGRAF.
		Máx.	Mín.				
A	1945	960	140	820	368,45	0,3838	141,41
B	2552	812	80	732	212,26	0,2614	55,48
C	2227	420	60	360	105,17	0,2504	26,33

Com os resultados da tabela 16, observa-se as distintas características morfométricas de cada setor. O coeficiente orográfico demonstrou numericamente que o setor A apresenta orografia bem mais acentuada que os setores B e C, embora estejam enquadrados dentro da mesma classe quanto à declividade média (forte ondulado).

6.3.3. Erosividade da Chuva:

De acordo com o exposto no item 5.2, considerou-se neste estudo, a equação desenvolvida por BERTONI E MOLDENHAUER (1980, In.: BERTONI & LOMBARDI, 1985), como método mais viável e prático para avaliar-se a erosividade da chuva

Para aplicá-la, solicitou-se ao 2º D. DNAEE - Curitiba, uma relação¹ das estações pluviométricas mais próximas e dentro da área da bacia, caso existissem. As estações mais próximas encontradas foram:

- Estação Brusque - lat.27º06' - long.48º55' - alt. 40 m.
- Estação Botuverá - lat.27º11' - long.49º04' - alt. 75 m.
- Estação N.Trento - lat. 27º17' - long. 48º55' - alt. 45 m.

Com isso, solicitou-se dados das precipitações mensais nos últimos dez anos de cada uma destas estações.

Baseando-se na metodologia venezuelana (MARNR, 1978), procedeu-se da seguinte forma:

- a) plotou-se as três estações pluviométricas no mapa

¹Esta relação também é apresentada em DNAEE/Div. de controle de Recursos Hídricos - Inventário das estações pluviométricas; Brasília. 1987. 1v.

base da bacia já setorizada, de acordo com as coordenadas geográficas de cada uma delas;

b) aplicou-se o procedimento dos "polígonos de Thiessen" para se determinar a precipitação média da bacia (figura 28).

O método de Thiessen, é bastante utilizado em trabalhos de hidrologia, quando se deseja obter a área de influência de cada estação pluviométrica e a precipitação média da bacia (VILLELA & MATOS, 1975). Para tanto, procedeu-se da seguinte forma:

- uniu-se por linha reta os pontos onde estão localizadas cada estação pluviométrica;

- traçou-se mediatrizes dessas linhas até unirem-se, formando polígonos. Os limites destas, são as áreas de influência de cada estação (tabela 17 e figura 28).

Tabela 17: Aplicação do Método de Thiessen:

	(1)	(2)	(3)	(4)
Estação	Precipitação (1978-1987) Média Mensal	Area do Polígono Interna à Bacia (ha)	% da área de influência na bacia em rela- ção ao total	Precip. Ponde- da - (1)x(3)
Brusque	144,7 mm	2.329	35	50,6
Botuverá	144,5 mm	2.075	31	44,8
N.Trento	150,0 mm	2.320	34	51,0

precipitação média da bacia: 146,4*

* neste caso, o valor da precipitação média mensal entre 1978 a 1987 na bacia do rio do Cedro, foi o mesmo obtido pelo método aritmético (146,4 mm/mês), embora o método de Thiessen seja considerado por alguns autores como VILLELA & MATOS (1975), mais preciso, apesar de algumas limitações

Cabe ressaltar que dentre os métodos estudados para se avaliar a precipitação em bacias hidrográficas, o de Thiessen pareceu mais adequado, por determinar a área de influência de cada estação e também por utilizar os dados disponíveis, embora saiba-se que não considera as influências orográficas existentes na área. O método das isoietas citado por VILLELA & MATOS (1975), demonstra-se ser de maior precisão para este caso, mas em virtude da não disponibilidade de um número maior de estações próximas a área, não foi possível aplicá-lo.

Para determinar-se a erosividade em cada setor da bacia

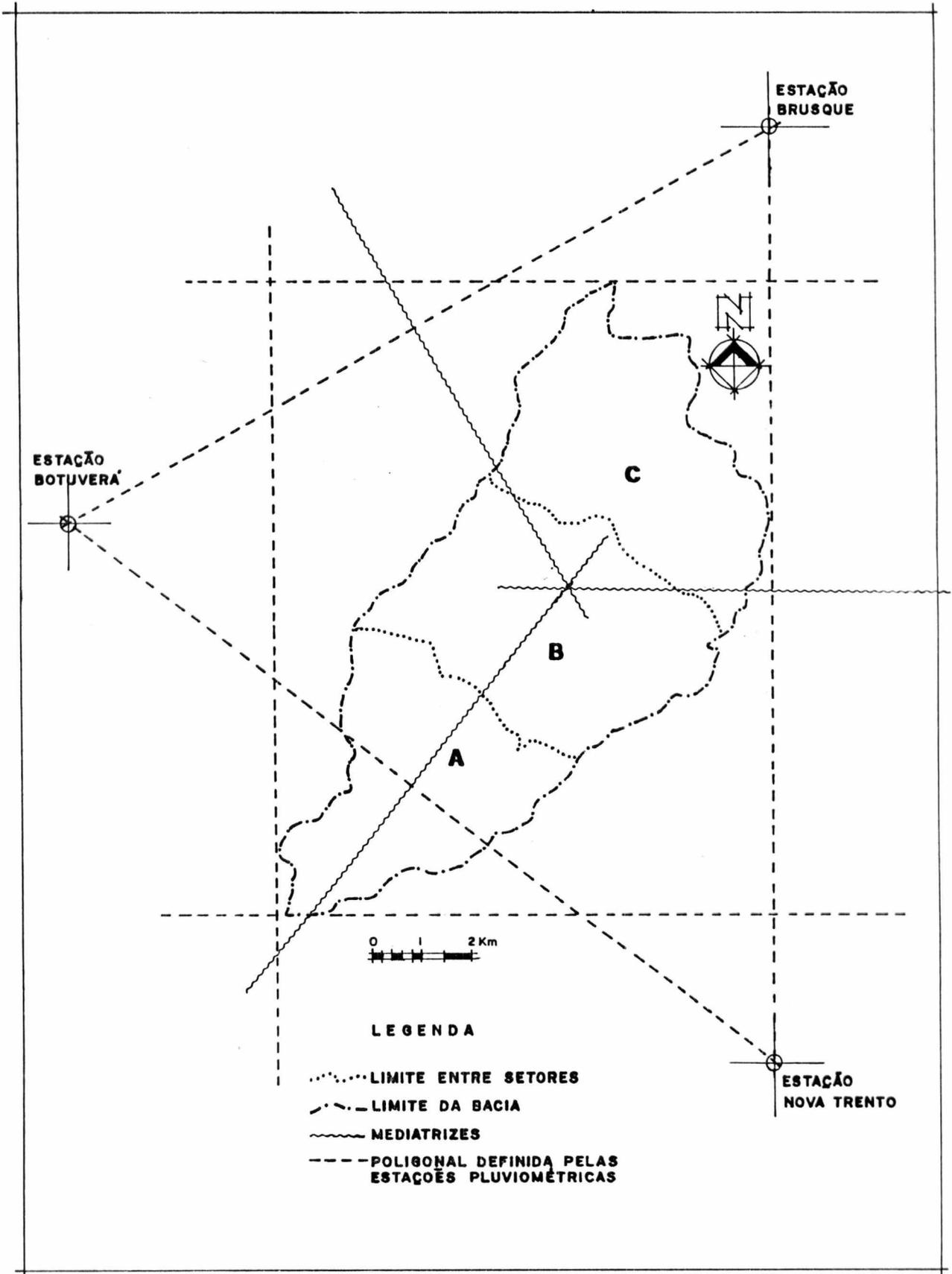


Figura 28: Localização das estações pluviométricas em relação à bacia o traçado dos polígonos de Thiessen:

foi necessário determinar-se a estação de maior influência em cada setor. A tabela 18 apresenta a estação predominante para cada setor da bacia do rio do Cedro, de acordo com a área de influência das mesmas.

Tabela 18: Estações predominantes em cada setor da bacia e a área percentual de influência das mesmas:

Setor	Estação Predominante	% da área de influência no setor em relação ao total
A	Botuverá	51%
B	Nova Trento	48%
C	Brusque	97%

Com as estações predominantes definidas, avaliou-se o potencial erosivo da chuva a partir da equação:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde:

E = média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r = precipitação média mensal em mm;

P = precipitação média anual em mm;

Com base em dados de precipitação média anual e média mensal para o Estado de Santa Catarina, elaborou-se uma classificação do índice de erosividade. Para tanto, utilizou-se dados de estações pluviométricas catarinenses onde se registra mais baixa precipitação média anual (Araranguá) e a mais alta precipitação média anual (Xanxerê) (GAPLAN, 1986). Com base nos dados dessas estações calculou-se a média anual dos índices de erosividade (Araranguá: 52261 t/ha.mm/h; Xanxerê: 904,75 t/ha.mm/h). Com base nos valores encontrados, definiu-se a classificação apresentada na tabela 19.

Tabela 19: Classificação dos índices de erosividade para o Estado de SC, com respectivo símbolo e subíndice:

INDICE (t/ha.mm/h)	QUALIFICAÇÃO	SIMBOLO E SUBINDICE
< 599,04	erosividade débil	E1
599,04 a 675,48	erosividade média	E2
675,49 a 751,91	erosividade forte	E3
751,92 a 828,33	erosividade muito forte	E4
> 828,33	erosividade excessiva	E5

Com base na equação de LOMBARDI & MOLDENHAUER (1980,

In.: BERTONI & LOMBARDI, 1985) e na tabela 19, obteve-se os índices de erosividade para os tres setores da bacia do Cedro (tabela 20).

Tabela 20: Índices de erosividade para os setores A,B e C e respectivos símbolos e subíndices:

SETOR	ESTAÇÃO	INDICE (tha.mm//h)	QUALIFICAÇÃO	SIMBOLO E SUBINDICE
A	Botuverá	713,37	eros. forte	E ₃
B	N. Trento	728,18	eros. forte	E ₃
C	Brusque	716,80	eros. forte	E ₃

Obteve-se portanto, estimativa da erosividade causada pela chuva, utilizando-se método desenvolvido e aplicado ao Estado de São Paulo e classificação da mesma, com base em dados catarinenses.

A letra D utilizada na metodologia venezuelana, foi substituída pela letra E, representando da mesma forma a erosividade da chuva.

Os dados médios mensais de precipitação de 1978 a 1987 de cada estação, estão representados gráficamente na figura 29.

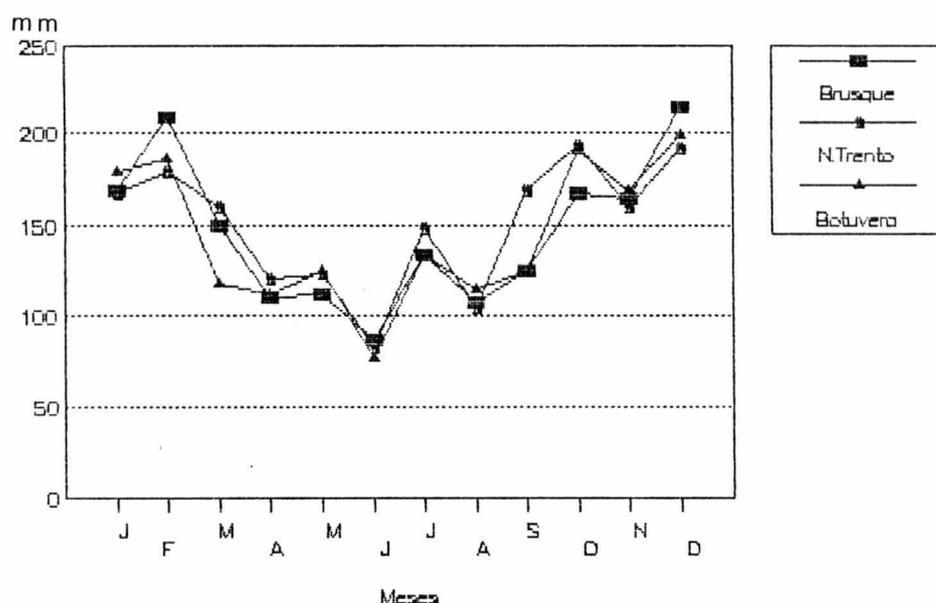


Figura 29: Precipitação média mensal das Estações de Brusque, Nova Trento e Botuverá, entre 1978 e 1987.

Através da figura 30, observa-se que o mês de junho corresponde ao mês de menores precipitações (menos de 90 mm/mês) e o período de outubro à fevereiro, corresponde aos meses de maiores precipitações (acima de 150 mm/mês).

6.3.4. Potencial erosivo do solo:

a) Geologia:

O município de Brusque está inserido geologicamente dentro da chamada "Série Brusque" (TAKEDA, 1960) posteriormente denominada "Complexo Metamórfico Brusque" (SCHEIBE, 1986). Os terrenos que compõe o complexo, são considerados de idade Algonquiana (TAKEDA, 1960) ou Pré-Cambriana Superior.

Segundo TAKEDA (1960), as rochas deste grupo sofreram um metamorfismo de grau médio a elevado, apresentando o fenômeno da granitização. Como rochas predominantes no município de Brusque, o autor cita os xistos, filitos, granito-gnaisses, calcáreo metamórfico e sedimentos clásticos fluviais.

Na bacia do Rio do Cedro são quatro as formações geológicas presentes (figura 30):

a.1) Granodiorito Valsungana: caracterizado como granodiorito grosseiro, cinza, de estrutura isotrópica e textura porfirítica; constituído por quartzo, plagioclásio, microclínio, biotita e minerais acessórios ou constituintes. Segundo KAUL (1976), o Granodiorito Valsungana se intemperiza facilmente e por isso são raros os afloramentos do mesmo. Amostras dessa unidade ocorrem em forma de matacões rolados ou "in situ" mostrando em superfícies onde ocorreu erosão diferencial, porfiro blasto de feldspato (grandes cristais que se desenvolveram mais que a massa envolvente - GUERRA, 1989). É a unidade predominante na bacia, correspondendo a 67% de sua área total, ocupando 47% do setor A, 86% do setor B e 63% do setor C.

O Granodiorito Valsungana é considerado de formação posterior à formação Botuverá que será citada posteriormente.

a.2) Granitos finos da Suite Intrusiva Guabiruba: semelhante à unidade anterior, ocorrem geralmente em forma de matacões rolados ou "in situ" apresentando, ao contrário dos granodioritos, superfícies relativamente lisas, onde mostram os fenoblastos de feldspatos. São de cor cinza claro, de estrutura isotrópica e textura granítica típica.

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

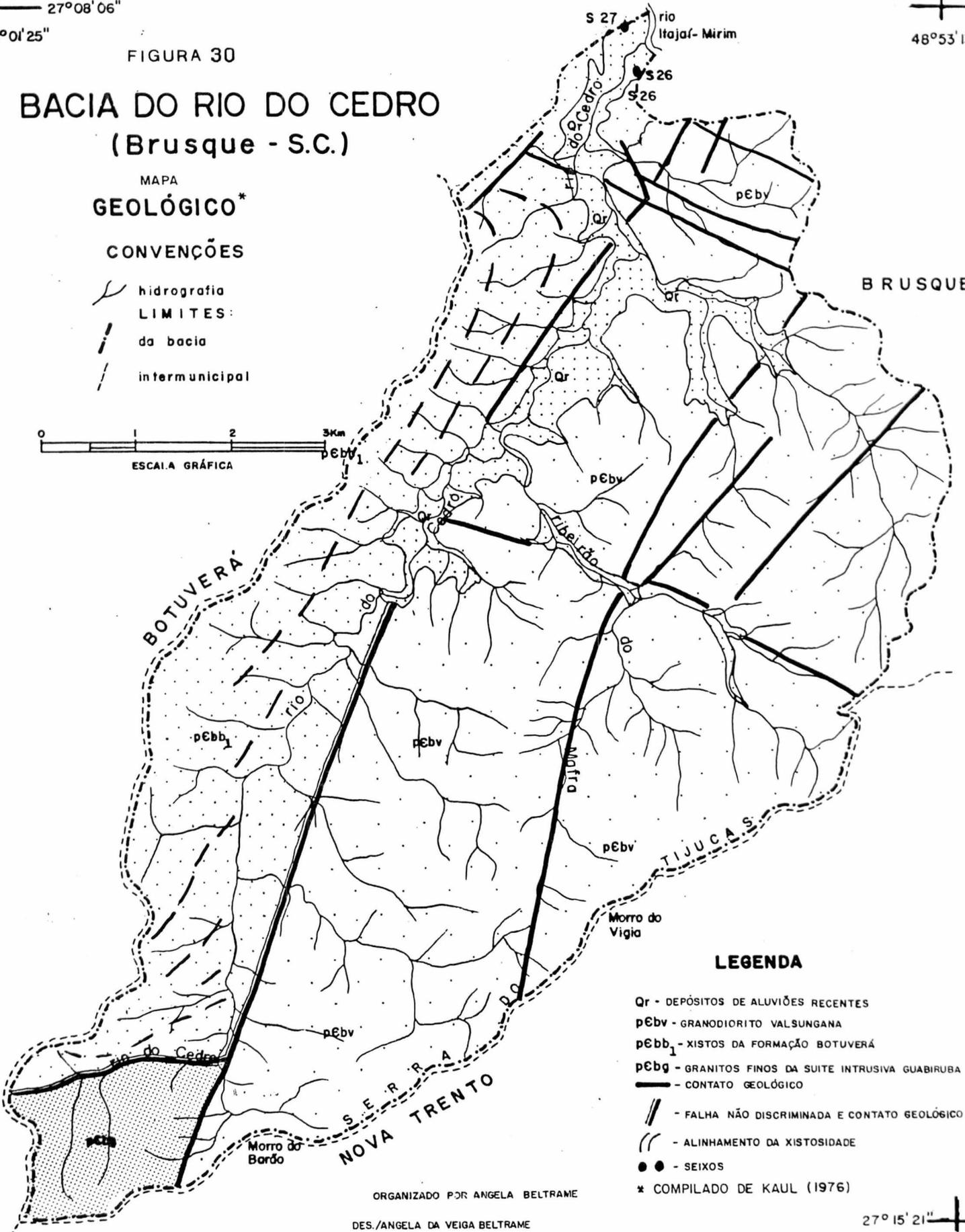
FIGURA 30

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA
GEOLOGICO*

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



LEGENDA

- Qr - DEPÓSITOS DE ALUIÇÕES RECENTES
- pEbV - GRANODIORITO VALSUNGANA
- pEbb₁ - XISTOS DA FORMAÇÃO BOTUVERÁ
- pEbg - GRANITOS FINOS DA SUITE INTRUSIVA GUABIRUBA
- - CONTATO GEOLÓGICO
- / — - FALHA NÃO DISCRIMINADA E CONTATO GEOLÓGICO
- (— - ALINHAMENTO DA XISTOSIDADE
- ● - SEIXOS
- * COMPILADO DE KAUL (1976)

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME
DES./ANGELA DA VEIGA BELTRAME

27°15'21"

Constituído por quartzo, ortoclásio, plagioclásio (oligoclásio, andesina sódica), biotita e minerais acessórios (KAUL, 1976).

Corresponde à 4% da área total da bacia, onde encontram-se as maiores altitudes, restringindo-se apenas ao setor A, da mesma.

a.3) Xistos da Formação Botuverá: são xistos de coloração clara e composição variada: quartzo-sericita-xisto, clorita-xisto, biotita xisto, xisto grafitoso, etc., com predominância do primeiro tipo; filitos claros de composição notadamente pelítica, quartzo branco, formado quase que exclusivamente por quartzo; mármore branco, por vezes esverdeado, de granulação média, constituído fundamentalmente por calcita e dolomita. Esta formação de rocha metamórfica, apresenta-se bastante dobrada estando, na bacia do Rio do Cedro com orientação predominante NE-SW. O contato com as outras unidades (granodiorito e granito) se dá por falhas, muitas vezes com a mesma orientação.

"Os alinhamentos estruturais da Formação Botuverá evidenciam que os eixos de suas dobras tem direção predominante NE-SW, mostrando que os esforços compressivos que dobraram, tiveram uma atuação compressiva na direção NE-SW"; (...) longitudinais, geralmente são falhas de contato, diretas ou de empurrão originadas no Ciclo Tectônico Brasileiro (900 - 500 m. a.)" (KAUL, 1976 - n.p.).

Esta unidade corresponde a 22% da área total da bacia, ocupando 38%, 9% e 21% dos setores A, B e C respectivamente.

a.4) Depósitos de Aluviões Recentes: segundo KAUL (1976), aos aluviões atuais correspondem os sedimentos ativos dos terraços inferiores; estes sedimentos aluviais, de acordo com TAKEDA (1960), são "arenosos, argilo-arenosos e cascalhos de quartzo que aparecem em grandes bancos estratificados". Este autor, cita a ocorrência desta formação na Bacia do Rio do Cedro. Há também a presença de locais com seixos (aluviões antigos) (figura 31), formando camadas intercaladas em material de composição predominantemente argilosa (KAUL, 1976).

Ocorrem em 7% da área total da bacia, ocupando 5% e 16% dos setores B e C respectivamente.

Resumidamente, as quatro formações geológicas

presentes na bacia do Rio do Cedro, estão distribuídas conforme a tabela 21:

Tabela 21: Distribuição das áreas percentuais ocupadas por cada unidade geológica, nos setores A, B e C:

EMBASAMENTO GEOLOGICO	SETORES						BACIA	
	A		B		C		ha.	%
	ha.	%	ha.	%	ha.	%	ha.	%
GRANODIORITO	911	47	2194	86	1415	63	4520	67
GRANITO	287	15	-	-	-	-	287	4
XISTOS	747	38	228	9	466	21	1441	22
ALUVIOES	-	-	130	5	346	16	476	7

A bacia do rio do Cedro não apresenta recursos minerais de interesse econômico, embora existam jazidas de calcário e mármore em regiões vizinhas.

Cita-se também a ocorrência de ouro em regiões próximas. Pesquisas realizadas pela CPRM através do Projeto Ouro, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina entre 1972 e 1974, para avaliação do potencial econômico das mineralizações auríferas ocorrentes em áreas desses dois Estados, constataram que:

"os aluviões da área de Brusque não se apresentaram interessantes quanto a sua mineralização aurífera, por apresentarem teores muito baixos (aquém do limite para exploração com vantagem econômica), há grande volume de estéril recobrando as camadas de cascalho. Há possibilidade de existirem depósitos auríferos mais ricos nas cabeceiras do Rio Itajaí-Mirim e também, em seus afluentes. O volume de depósitos nessas regiões entretanto, é bem mais reduzido. Quanto à mineralização aurífera primária desta área, a mesma se restringe à pequenos e irregulares filões de quartzo concordantes com os xistos, considerados os parâmetros espaciais desses corpos mineralizados" (TEIXEIRA KAUL & RHEINHEIMER, 1974 - n.p).

Na bacia do rio do Cedro há exploração de areia para a construção civil, retirada nos depósitos de aluvião nos terraços fluviais.

b) Geomorfologia:

A bacia do Rio do Cedro, geomorfológicamente pertence à Unidade Geomorfológica Serra do Taboleiro/Itajaí (GAPLAN, 1986). Caracteriza-se pelas vertentes bastante íngremes, vales profundos, com encostas de sulcos abundantes,

intercaladas por cristas bem definidas, favorecendo a ação erosiva, especialmente em terrenos desmatados (figura 31).

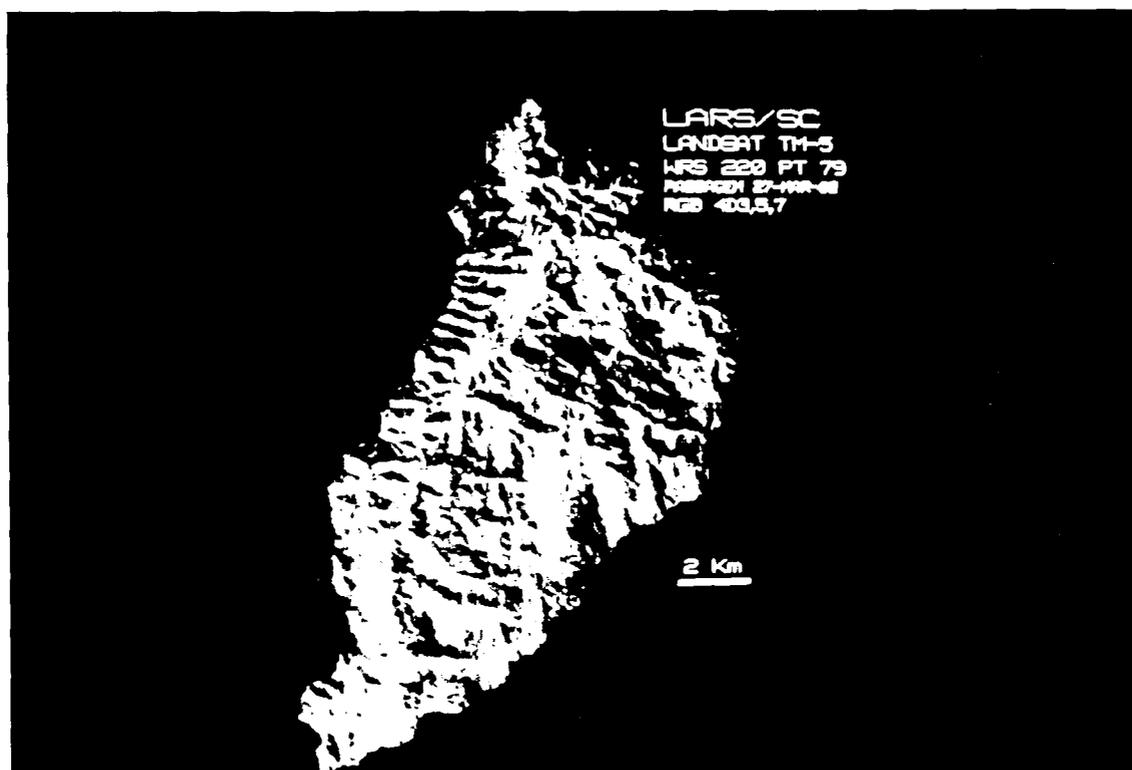


Figura 31: Bacia do rio do Cedro - Foto de imagem multiespectral, digital, do satélite LANDSAT TM - 5 de 27/03/1988; bandas 4d3, 5 e 7, com realce da geomorfologia.

As diferentes rochas do embasamento afetaram nitidamente o desenvolvimento do relevo, definindo um modelado destinto sobre cada unidade geológica (BELTRAME, 1989)(figuras 30, 31 e 32).

O relevo desenvolvido sobre os granodioritos (inclui-se parte da Serra do Tijuucas, um dos divisores de água da Bacia do Cedro), apresenta-se bastante dissecado pela erosão, resultando uma densidade de drenagem mais acentuada que as áreas sobre os demais embasamentos geológicos. Assim, já pode-se observar uma maior suscetibilidade à erosão dos granodioritos; sobre estes apresentam-se cristas angulares e arredondadas orientadas em diversas direções (figura 32).

Os granitos finos, que ocorrem na porção sudoeste da bacia, aparecem nas cotas mais altas, desenvolvendo relevo composto por cristas angulares bastante elevadas e vales em "V". Embora ocupando apenas 4% da área, observa-se maior resistência desta unidade geológica aos processos erosivos

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

FIGURA 31

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA

GEOMORFOLÓGICO

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:
-  da bacia
-  intermunicipal



BRUSQUE

BOTIVERA

Cedro

Zibairão

Mofa

TIJUCAS

Morro do Vigia

rio do Cedro

Morro do Bardo

NOVA TRENTO

LEGENDA

-  CRISTA ANGULAR
-  CRISTA ARREDONDADA
-  DRENAGEM COMPLEMENTAR
-  TERRAÇO FLUVIAL
-  TOPO DE MORRO
-  VALE EM "V"
-  VALE TIPO CALHA
-  GRDÃO

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME

DES. / ANGELA DA VEIGA BELTRAME

27°15'21"

naturais.

Sobre os xistos, desenvolveu-se uma drenagem quase perpendicular ao alinhamento da xistosidade, alternada por cristas angulares e arredondadas. Esta perpendicularidade possivelmente foi grande responsável pela reduzida dissecação do relevo. As encostas sobre os xistos, apresentam-se menos erodidas que aquela sobre os granodioritos.

Os depósitos de aluviões recentes, predominam nas partes mais baixas e planas (abaixo da cota 60 m.) da bacia, formando pequenos terraços fluviais que ocupam 7% da área total da bacia.

De modo geral, ressalta-se a fragilidade dos terrenos da área em estudo quanto ao desenvolvimento de processos erosivos acentuados, agravados pela presença de um clima úmido, declives fortes e principalmente pela destruição da cobertura vegetal causada pelo homem (BELTRAME, 1989)

c) Textura do solo:

Segundo KIEHL (1979), define-se como textura "a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias nele existentes" (KIEHL, 1979 - p.11), entendendo-se como partículas primárias as frações do solo ou os separados físicos mecânicos.

Como citou-se no item 2.5., dentre as propriedades físicas do solo, influentes em seu comportamento perante os processo erosivos, a textura é uma característica de grande importância. Assim, como forma de avaliar o potencial erosivo dos solos da Bacia do Cedro, realizou-se coleta de amostras de solo da área, em três profundidades (15 cm, 60cm e 90 cm), de seis pontos distintos (figura 33).

Procurou-se coletar as amostras sobre as distintas unidades geológicas presentes. Excluiu-se entretanto amostra sobre os granitos finos da Suite Intrusiva Guabiruba, por representarem pequeno percentual da área total (4%) e estarem em local de difícil acesso. As amostras foram coletadas em uma mesma posição na paisagem (à meia encosta), exceto aquelas coletadas sobre os depósitos fluviais recentes, que foram coletadas sobre terraços fluviais. em

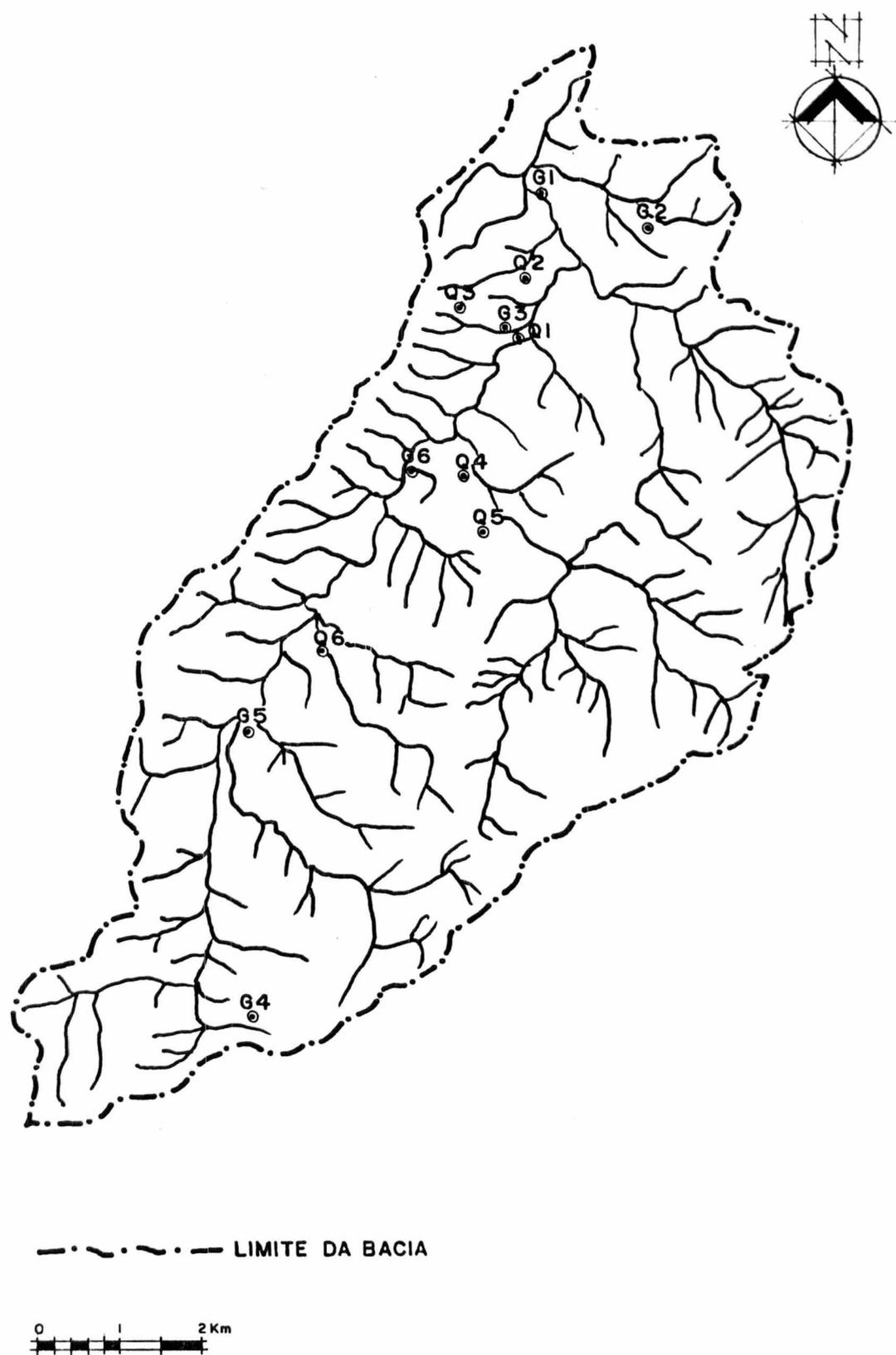


Figura 33: Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de solos para análises granulométricas (G) e para análises químicas (Q).

seis pontos de coleta distintos, sendo que em cada ponto coletou-se amostras em 3 profundidades (15, 60 e 90 cm), exceto para o ponto G6, onde coletou-se a 15 e 60 cm apenas.

O método utilizado para a análise granulométrica foi o "método da pipeta", apresentado por SUGUIO (1973), para o material com diâmetro de 0,062 mm ou menor (siltes e argilas) e peneiramento para o material com diâmetro acima de 0,062 (seixos, grânulos e areias). A escala granulométrica utilizada, foi baseada na de Wentworth ou Americana (SUGUIO, 1973), apresentada no quadro 8.

Quadro 8: Escala granulométrica utilizada na aplicação do diagnóstico do meio físico da bacia do Cedro, baseada na classificação de Wentworth ou Americana, segundo SUGUIO (1973):

INTERVALO DE DIAMETRO (mm) GRANULOMÉTRICA	ESCALA	Na figura 34
maior que 19,10	seixos	A
entre 12,70 e 19,10	seixos	B
entre 6,35 e 12,69	seixos	C
entre 4,76 e 6,34	seixos	D
entre 2,00 e 4,75	grânulos	E
entre 1,00 e 1,99	areia muito grossa	F
entre 0,50 e 0,99	areia grossa	G
entre 0,25 e 0,49	areia média	H
entre 0,125 e 0,24	areia fina	I
entre 0,062 e 0,124	areia muito fina	J
entre 0,031 e 0,061	silte grosso	L
entre 0,016 e 0,030	silte médio	M
entre 0,008 e 0,015	silte fino	N
entre 0,004 e 0,007	silte muito fino	O
menor que 0,004	argila	P

Os resultados obtidos, estão representados graficamente em percentuais simples (colunas) e em percentuais acumulados (curva), das 17 amostras analisadas nas figuras 34a a 34r.

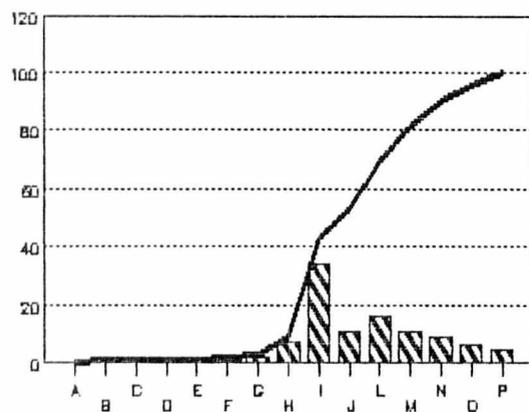
A partir desses resultados observou-se que:

c.1) as frações grânulos e seixos principalmente, pouco influenciaram no resultado geral da análise, demonstrando que as frações areias, siltes e argila, são as que realmente caracterizam a textura do solo.

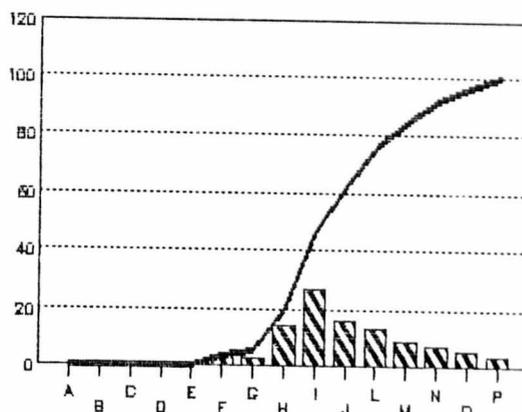
c.2) de modo geral, o diâmetro das partículas diminui quanto mais profundo o ponto de coleta da amostra, ou seja os solos tornam-se menos arenosos e mais siltoso-arenosos.

c.3) as respostas gráficas obtidas, de modo geral foram bastante semelhantes entre as amostras coletadas sobre o

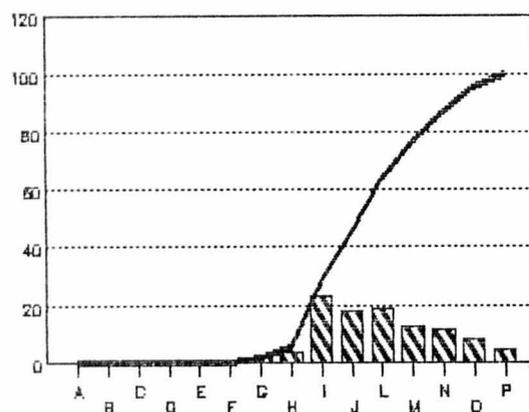
(a) amostra G1a



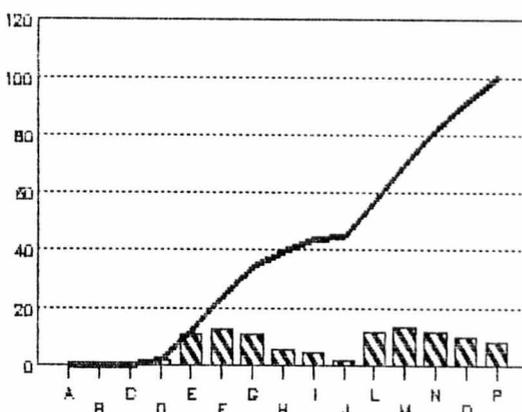
(b) amostra G1b



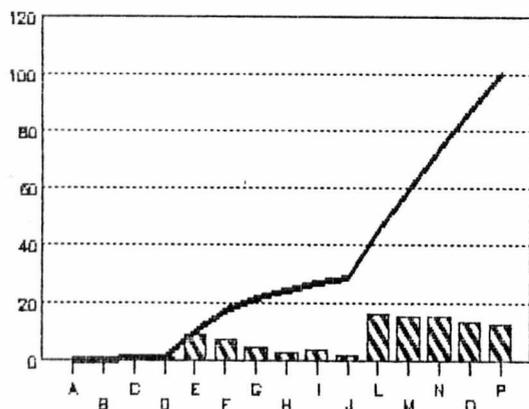
(c) amostra G1c



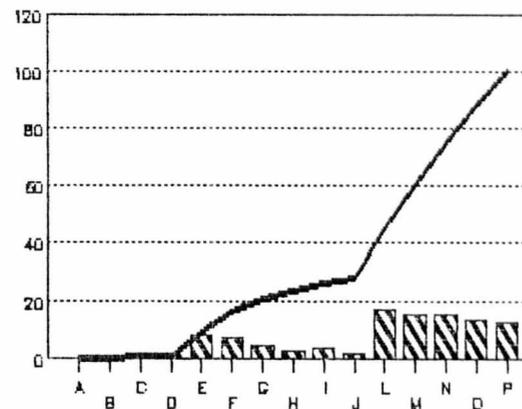
(d) amostra G2a



(e) amostra G2b



(f) amostra G2c

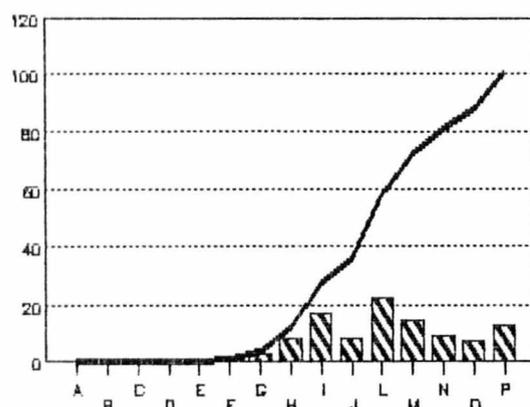


▨ % simples

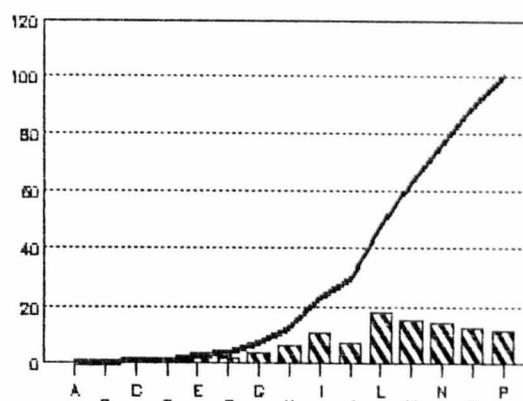
— % acumulado

Figura 34: Gráficos das análises granulométricas realizadas em 17 amostras de solos da bacia do Cedro.

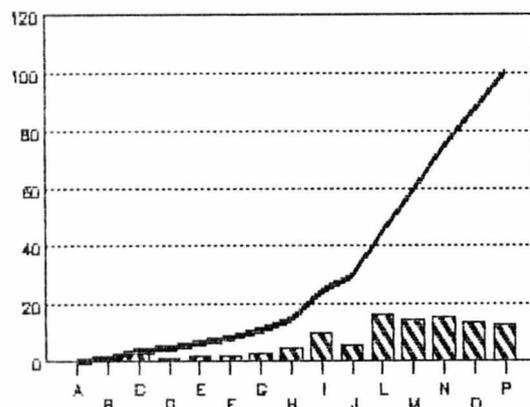
(g) amostra G3a



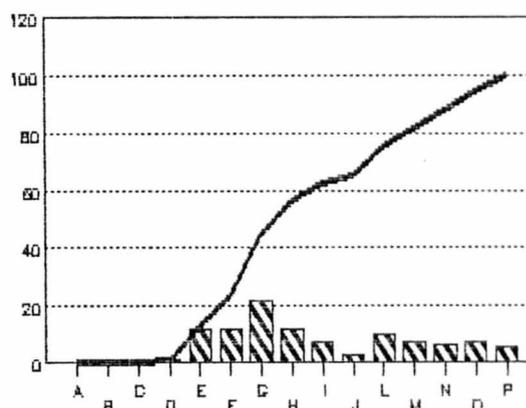
(h) amostra G3b



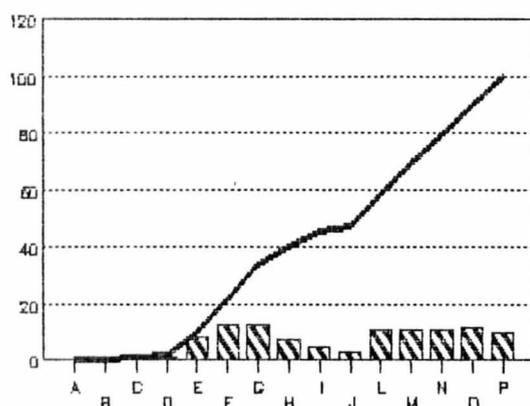
(i) amostra G3c



(j) amostra G4a



(l) amostra G4b



(m) amostra G4c

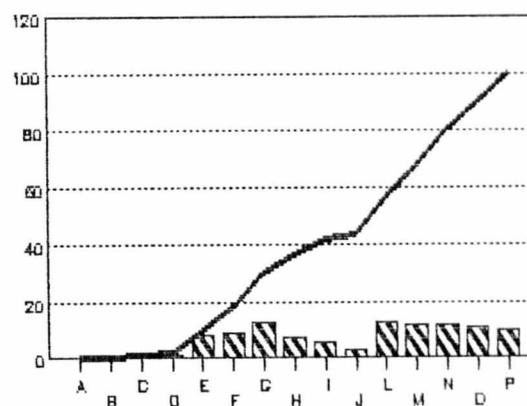


Figura 34 - cont.: Resultados gráficos das análises granulométricas realizadas em 17 amostras de solos da bacia do Cedro.

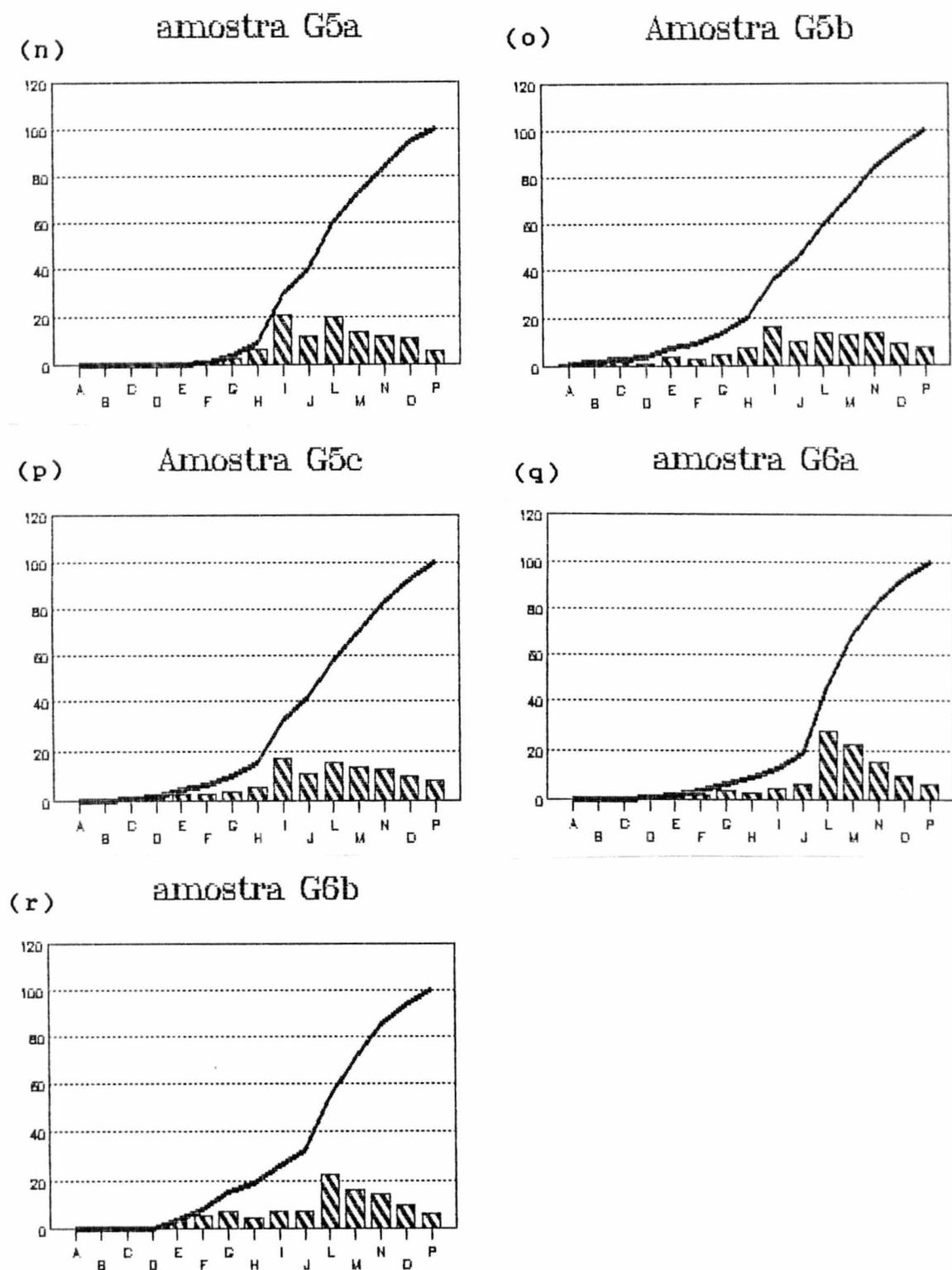


Figura 34 - cont.: Resultados gráficos das análises granulométricas realizadas em 17 amostras de solos da bacia do Cedro.

mesmo embasamento geológico, embora os pontos de coleta fossem muito distantes entre si. Exclui-se neste item as amostras G1a,G1b,G1c e G6a, G6b que, por serem os solos dessas amostras resultantes de depósitos de materiais provenientes de locais de maiores altitudes e com distintos embasamentos geológicos, a semelhança gráfica entre elas não se apresentou tão acentuada como nas demais.

Tendo-se observado estas semelhanças, relacionou-se os pontos em comum no quadro 9.

Quadro 9: Aspectos em comum observados nas amostras sobre o mesmo embasamento geológico:

AMOSTRAS	EMBASAMENTO GEOLOGICO	ASPECTOS EM COMUM
G2a,G2b, G2c,G4a, G4b,G4c.	granodiorito	- distribuição decrescente nos percentuais de areias, da mais grossa para a mais fina; - elevação acentuada entre os percentuais de areia muito fina para silte grosso (acréscimo sempre superior à 11%); - acentuado percentual acumulado de siltes e argila com relação às outras frações, especialmente nas amostras a 90 cm de profundidade.
G3a,G3b, G3c,G5a, G5b,G5c.	xistos	- os percentuais simples demonstram que os maiores valores estão a partir de 0,25 mm (areia média); - há comportamento semelhante na curva de distribuição entre as frações areia fina/areia muito fina/silte grosso; há um decréscimo seguido de elevação, em todas as amostras dos pontos G3 e G5.
G1a,G1b, G1c,G6a, G6b*	depósitos fluviais recentes	- as concentrações decrescem no sentido silte grosso/argila; - as amostras do ponto G1 demonstraram predomínio de areia fina e as amostras do ponto G6, predomínio de silte grosso

* Obs.: não foi possível retirar a amostra G6c, por estar o solo completamente encharcado aos 90 cm de profundidade, naquele ponto.

Para se interpretar a suscetibilidade dos solos à erosão em função de suas diferenças texturais, correlacionou-se o diâmetro das partículas com a mínima velocidade mediado fluxo da água necessária, para transportá-las. Baseado no gráfico de HJULSTROM (1935), citado por BIGARELLA E MAZUCHOWISKI (1985), apresentado no

item 5.5, estabeleceu-se 4 classes de suscetibilidade da textura à erosão (figura 35 e quadro 10).

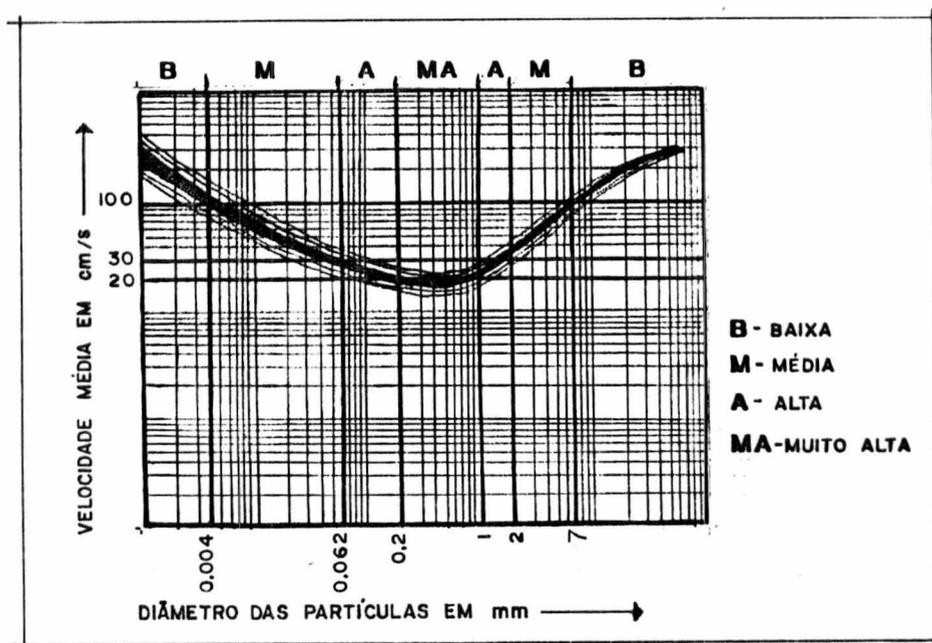


Figura 35: Relação entre o efeito da velocidade da corrente sobre os sedimentos de acordo com as distintas granulações. Baseado em HJULSTRÖM (1935, In.: BIGARELLA & MAZUCHOWISKI, 1985).

Quadro 10: Classificação da suscetibilidade da textura à erosão, baseada na relação entre a velocidade mínima do fluxo de água e a granulação do material transportado:

VELOCIDADE MÍNIMA DO FLUXO DE ÁGUA	TIPO DE MATERIAL TRANSPORTADO	SUSCETIBILIDADE DA TEXTURA A EROSAO	DA
100 cm/s	argila (- 0,004 mm)	baixa (B)	1*
	seixos (+ 6,35 mm)		
30 cm/s a 100 cm/s	siltes (+ 0,004 a - 0,0062), grânulos e seixos (-2 mm a 6,35 mm)	média (M)	2*
20 cm/s a 30 cm/s	areias muito fina e fina (- 0,062 mm a 0,2 mm) e areia muito grossa (1 mm a 2 mm)	alta (A)	3*
menos de 20 cm/s	areias média e grossa (0,2 mm a 1 mm)	mto. alta (MA)	4*

* índice da suscetibilidade da textura à erosão.

As faixas definidas no gráfico, indicam as classes de velocidade consideradas na suscetibilidade da textura à erosão.

A partir do gráfico da figura 35, definiu-se as classes

de suscetibilidade da textura a erosão, apresentadas no quadro 10.

Sendo bastante semelhante a distribuição das classes texturais nas três profundidades de cada ponto e sabendo-se que o solo mais superficial, é o mais disponível aos processos erosivos, considerou-se apenas as amostras na faixa 15 cm de profundidade, para a avaliação da suscetibilidade da textura à erosão.

Com base na classificação apresentada no quadro 10, calculou-se os percentuais de cada classe de suscetibilidade da textura à erosão em cada amostra superficial (15 cm).

Obteve-se a classe de suscetibilidade da textura, de acordo com a geologia do terreno, integrando-se assim, esses dois parâmetros (tabela 22).

Tabela 22: Percentuais simples da suscetibilidade da textura à erosão, de acordo com as distintas unidades geológicas:

AMOSTRA EMBASAMENTO		PERCENTUAL SIMPLES DA SUSCETIB. DA TEX. A EROSAO			
		MA	A	M	B
2a	granodiorito	15,88	17,88	57,91	8,32
6a	granodiorito	32,99	20,62	41,50	4,89
(média)		24,44	19,25	49,71 ^a	6,61 M ^b
3a	xisto	10,80	24,70	52,25	12,25
7a	xisto	8,47	32,10	54,48	4,95
(média)		9,61	28,40	53,37 ^a	8,60 M ^b
depósitos					
1a	fluviais rec.	8,00	45,18	42,42	4,40
9a	" "	5,48	11,43	76,67	5,95
(média)		6,73	28,31	59,55 ^a	5,18 M ^b

^a - valores médios predominantes.

^b - qualificação média quanto à suscetibilidade da textura dos solos da bacia.

Gráficamente, esses resultados apresentam-se como mostra a figura 36.

Com isso, chegou-se as seguintes conclusões:

a) De modo geral e de acordo com a classificação estabelecida, a textura dos solos superficiais da bacia do Cedro, concentram-se na classe "média suscetibilidade à erosão".

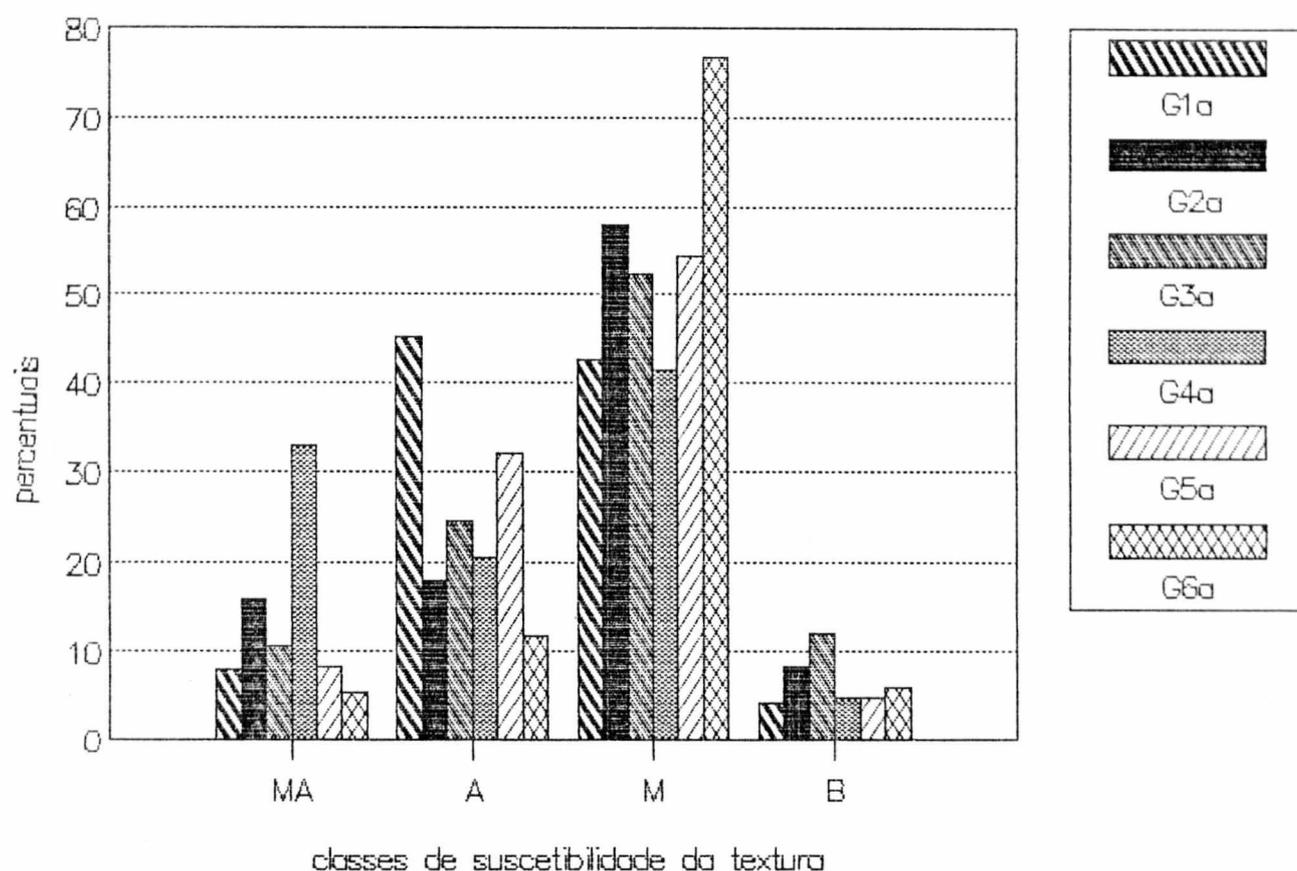


Figura 36: Gráfico dos percentuais simples da suscetibilidade da textura à erosão do solo superficial.

b) Os solos sobre as distintas unidades geológicas corresponderam à mesma classe quanto à suscetibilidade da textura à erosão ("média").

d) Avaliação do potencial erosivo dos solos da bacia:

Considerando o exposto nos itens 5.5. e 5.6. que refere-se à busca de métodos para caracterizar o solo quanto à suscetibilidade à erosão, considerando a falta de um mapeamento pedológico adequado da bacia do rio do Cedro na escala 1:50.000 e diante da necessidade de se avaliar o potencial erosivo dos solos da mesma, decidiu-se integrar em um mesmo parâmetro os dados disponíveis referentes ao assunto.

Associou-se informações sobre declividade, geologia, característica de erodibilidade dos solos a partir de dados de análise granulométrica de amostras de solos da bacia, geomorfologia e hipsometria.

O procedimento seguido foi o seguinte:

- Baseando-se em metodologia desenvolvida e aplicada por FAPEU (1989), executou-se fotointerpretação das fotos aéreas da bacia na escala 1:25.000; tendo-se observado regiões com relevo semelhante em termos de declividade, as mesmas foram devidamente mapeadas.

- Com o mapa resultante da delimitação das áreas com declividade semelhante, procedeu-se à uma sequência de sobreposições com os seguintes mapas temáticos:

- mapa de declividades;
- mapa hipsométrico;
- mapa geomorfológico;
- mapa geológico.

A estas informações integrou-se ainda resultados da análise granulométrica de solos da bacia.

Com base nas classes de declividades citadas no item 6.3.2 e com o objetivo de integrar-se os parâmetros declividade e suscetibilidade da textura à erosão, elaborou-se uma matriz, combinando-se as diferentes classes de cada parâmetro. Os valores obtidos, foram as classes de potencial erosivo do solo (tabela 23).

Tabela 23: Matriz de integração entre os subíndices de declividade e de suscetibilidade da textura à erosão:

SUBINDICES DE DECLIVID.	SUBINDICES DE SUSCETIBILIDADE DA TEXTURA A EROSAO			
	1 B	2 M	3 A	4 MA
1	1 ^A	2 ^{*A}	3 ^B	4 ^B
2	2 ^C	4 ^{*C}	6 ^D	8 ^D
3	3 ^E	6 ^{*E}	9 ^F	12 ^F
4	4 ^G	8 ^{*G}	12 ^H	16 ^H

* Valores da matriz, correspondentes aos solos da bacia do Cedro.

- A baixo potencial erosivo;
- B baixo à moderado potencial erosivo;
- C moderado à baixo potencial erosivo;
- D moderado à alto potencial erosivo;
- E alto à moderado potencial erosivo;
- F alto à muito alto potencial erosivo;
- G muito alto à alto potencial erosivo;
- H muito alto potencial erosivo

Com base nas informações dos mapas temáticos, na fotointerpretação citada anteriormente e nos resultados obtidos com a matriz para os solos da bacia do Cedro, confeccionou-se o mapa do potencial erosivo dos solos da bacia do rio do Cedro (figura 37).

Dentro de cada classe de potencial erosivo, ainda há uma variação para mais (+) ou para menos (-), expressa qualitativamente na coluna das classes de potencial erosivo.

Para que o potencial erosivo faça parte da fórmula descritiva, é necessário que à ele seja correspondido um símbolo com respectivo índice à um fator representativo desse potencial. Para tanto, elaborou-se a tabela 24

Tabela 24: Escalonamento dos índices do potencial erosivo, qualificação e símbolo respectivo:

POTENCIAL EROSIVO SIMBOLO ESCALONAMENTO DOS INDICES* DO
POTENCIAL EROSIVO DO SOLO

BAIXO	PE ₁	0,876 - 1
BAIXO AMODERADO	PE ₂	0,751 - 0,875
MODERADO A BAIXO	PE ₃	0,626 - 0,750
MODERADO A ALTO	PE ₄	0,501 - 0,625
ALTO A MODERADO	PE ₅	0,376 - 0,500
ALTO A MUITO ALTO	PE ₆	0,251 - 0,375
MUITO ALTO A ALTO	PE ₇	0,126 - 0,250
MUITO ALTO	PE ₈	0,000 - 0,125

*esses índices são necessários para obter-se o potencial erosivo dos solos total por setor (tabela 25). Para definir-se este escalonamento, pré-determinou-se o potencial erosivo do solo mínimo como sendo zero (0) e o máximo como sendo um (1). De acordo com as oito classes obtidas pela matriz (tabela 23), estabeleceu-se oito intervalos ou faixas do potencial erosivo dos solos.

Segue uma descrição mais detalhada das classes do potencial erosivo dos solos da bacia, que inclui informações obtidas com a matriz e ainda, informações quanto à geologia, geomorfologia, hipsometria e recomendação de uso baseada nas características analisadas e na possibilidade de utilização de técnicas agrícolas mais ou menos intensivas em relação ao risco de degradação física. As recomendações de acordo com a classe de potencial erosivo, foram baseadas em trabalhos de LEPSH (1983), FAPEU (1989) e no Código Florestal de 15/09/1965 (lei federal nº 4.771. In: LEPSH, 1983) e são específicas para a bacia do rio do Cedro.

Classes de potencial erosivo dos solos da bacia do rio do Cedro:

27°08'06"
9°01'25"

48°53'13"

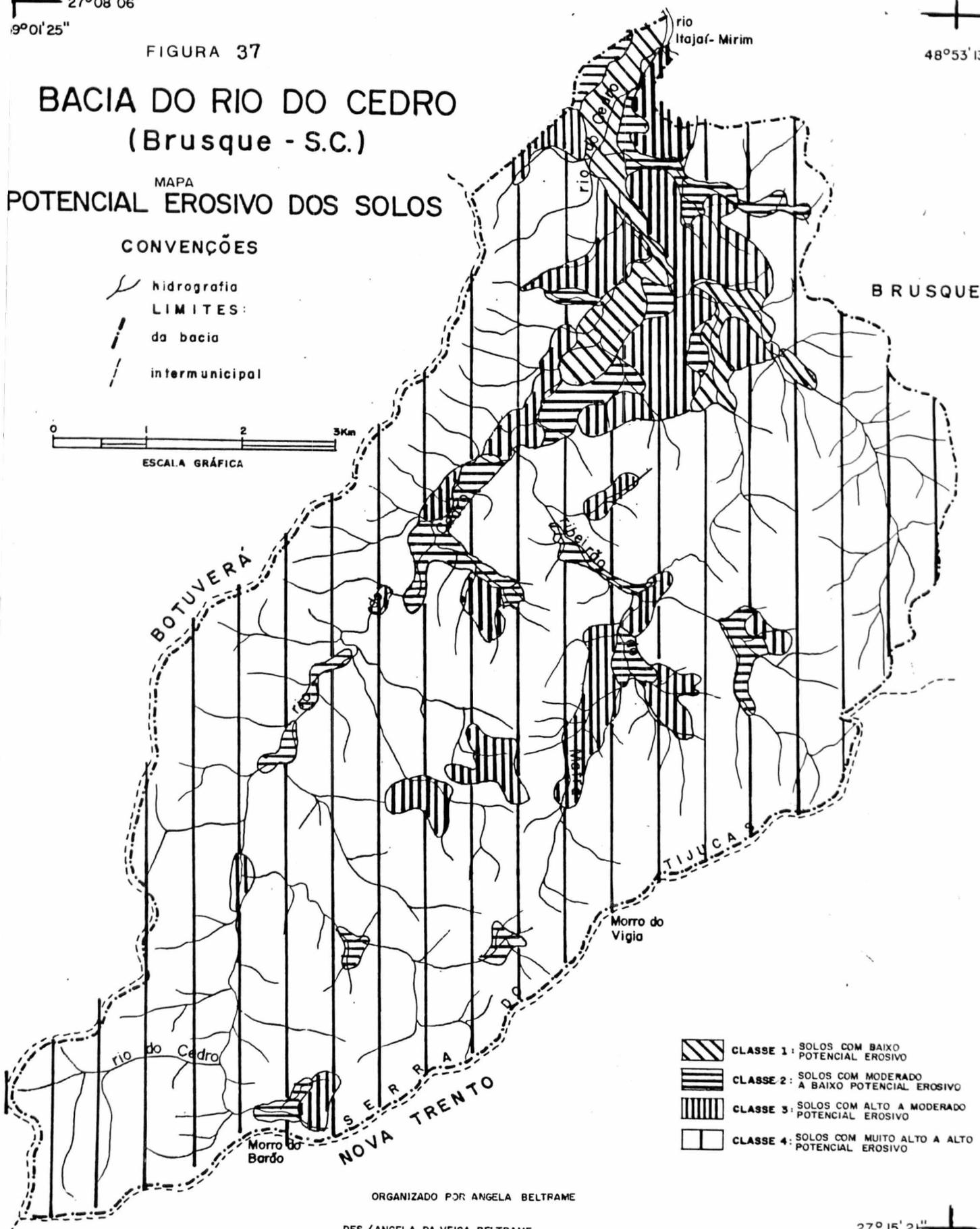
FIGURA 37

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



-  CLASSE 1: SOLOS COM BAIXO POTENCIAL EROSIVO
-  CLASSE 2: SOLOS COM MODERADO A BAIXO POTENCIAL EROSIVO
-  CLASSE 3: SOLOS COM ALTO A MODERADO POTENCIAL EROSIVO
-  CLASSE 4: SOLOS COM MUITO ALTO A ALTO POTENCIAL EROSIVO

ORGANIZADO POR ANGELA BELFRAME

DES./ANGELA DA VEIGA BELFRAME

27°15'21"

CLASSE 1: áreas com relevo suave ondulado, com predomínio de declives em torno de 8%, embora apresente algumas inclusões de áreas com declives acima de 8%; ocupam os pequenos terraços fluviais formados nas áreas de menores altitudes da bacia (abaixo de 100 m); os terrenos desta classe apresentam embasamento geológico formado por depósitos de aluviões fluviais recentes. Pela análise granulométrica, os solos desta classe apresentaram suscetibilidade da textura à erosão.

Esta classe foi considerada, pelas características analisadas, como de potencial erosivo baixo. Corresponde à 214 ha. ou à 3% da área total da bacia e ocorre apenas no setor C.

São áreas adequadas às culturas intensivas; em declives próximos ou superiores à 8%, deve ser adotado técnicas de conservação do solo (cultivo em curvas de nível, cordões de vegetação, rotação de culturas, etc.).

CLASSE 2: áreas com relevo ondulado, com declividade predominante entre 8 e 20% embora apresente inclusões de áreas com declive abaixo de 8% e algumas vezes com inclusões de áreas acima de 20% de declive; ocupam áreas de meia encosta, na base das cristas, mas nunca áreas com cristas. Predominam nas altitudes abaixo de 100 m embora ocorram pequenas áreas até 600 m de altitude; o embasamento geológico predominante nesta classe é formado por granodioritos grosseiros da Suite Intrusiva Valssungana. Embora em menor proporção ocorrem áreas sobre depósitos de aluviões recentes. Pela análise granulométrica, os solos desta classe apresentaram suscetibilidade da textura à erosão.

Esta classe foi considerada, pelas características analisadas, como de potencial erosivo moderado à baixo. Corresponde à 339 ha. ou à 5% da área total da bacia e ocupa 2%, 6% e 7% dos setores A, B e C respectivamente.

São áreas adequadas à culturas anuais, desde que sejam adotadas práticas intensivas de conservação do solo (plantio em nível, culturas em faixas, rotação de culturas, terraços de base larga em nível, plantio direto sem aração).

CLASSE 3: áreas com relevo forte ondulado, ocupando muitas áreas de topo de morro, com declividades bastante heterogêneas, embora ocorra um predomínio de áreas com declives superiores à 20%; localiza-se em maior proporção abaixo da cota 100m, ocorrendo também até a cota 500m. O embasamento geológico predominante é composto por granodioritos grosseiros da Suite Intrusiva Valssungana. Pela análise granulométrica os solos desta área apresentam suscetibilidade da textura à erosão.

Esta classe foi considerada, pelas características analisadas como de potencial erosivo alto à moderado. Corresponde à 701 km² ou à 11% da bacia. Ocupa 2%, 10% e 18% dos setores A, B e C respectivamente.

São áreas adequadas para culturas perenes, pastagem e/ou reflorestamento com exploração seletiva, merecendo entretanto rigorosas práticas de controle à erosão (controle de sulcos de erosão e voçorocas, plantio em nível, terraceamento de base estreita, média ou patamares, cordões em contorno, cobertura morta).

CLASSE 4: áreas com relevo montanhoso à escarpado, ocupando áreas com declives variados a partir de 8%, mas predominam declives acima de 45%; a geomorfologia dominante é formada por cristas angulares e arredondadas. Ocupam os terrenos de maiores altitudes da bacia, raramente abaixo de 100 m. Esta classe ocupou praticamente toda a área embasada por xistos do Complexo Metamórfico Brusque; ocupou inteiramente as áreas com granitos finos da Suite Intrusiva Guabiruba e predominou sobre os granitos grosseiros da Suite intrusiva Valssungana. Pela análise granulométrica os solos desta classe apresentam suscetibilidade da textura à erosão.

Esta classe foi considerada, pelas características analisadas, como de potencial erosivo muito alto à alto. Corresponde à 5470 ha. ou à 81% da área total da bacia. Ocupa 96%, 84% e 65% dos setores A, B e C respectivamente.

São áreas que devem ser preservadas permanentemente por mata nativa, protegendo a fauna silvestre e mananciais. Áreas desta classe que se encontram desmatadas e/ou com uso inadequado, devem ser recuperadas por meio de reflorestamentos com espécies nativas, podendo consorciar-se

a atividade apícola, a piscicultura e a recreação.

Resumiu-se a descrição da classes de potencial erosivo dos solos, no quadro 11. Ressalta-se, que as classes descritas neste quadro foram definidas para a bacia do Cedro, com base nas características próprias da área.

No caso de utilizar-se esta proposta metodológica no diagnóstico físico de outra bacia hidrográfica, deve-se definir nova caracterização do potencial erosivo para a mesma.

Com base no quadro 11 e na figura 37, determinou-se com papel milimetrado a área de cada classe do potencial erosivo em cada setor da bacia do Cedro, obtendo-se as classes de potencial erosivo dos solos, por setores (tabela 25).

Quadro 11: Resumo das características das classes do potencial erosivo dos solos da bacia do Cedro:

RELEVO	FAIXA DE DECLIVIDADE PREDOMINAN.	LOCAL OCUPADO NA PAISAGEM	ALTITUDES PREDOMINANTES	EMBASAM. GEOLOGICO PREDOMIN.	SUSC. DA TEXTURA	PE
suave ondul.	em torno de 8% (1)*	Terraços fluviais.	até 100m.	depós. aluviões recentes	média (2)**	PE ₁
ondul.	8 a 20% (2)*	Meia encosta.	em torno de 100m	" e granodior.	média (2)**	PE ₃
forte ondul.	20 a 45%	Porção sup. das encostas.	até 600m.	granodior.	média (2)**	PE ₅
montanhoso à escarp.	acima de 45%	Porção sup. das encostas e cristas.	de 300 a 600m.	granodior. e xistos	média (2)**	PE ₇

Obs: * índice de declividade

** índice de suscetibilidade da textura à erosão

Tabela 25: Área ocupada por cada classes de potencial erosivo dos solos nos setores A, B e C e simbologia respectiva:

SIMBOLO	SETORES						BACIA	
	A ha.	%	B ha.	%	C ha.	%	ha	%
PE ₁	-	-	-	-	214	10	214	3
PE ₃	45	2	148	6	146	7	339	5
PE ₅	38	2	256	10	407	18	701	11
PE ₇	1862	96	2148	84	1460	65	5470	81
TOTAL	1945	100	2552	100	2227	100	6724	100

Para se o cálculo do índice do potencial erosivo de cada setor da bacia, tomou-se a tabela 25 da seguinte forma:

- a) coluna (1) - resultados transferidos da tabela 24;
- b) coluna (2) - foram colocados os respectivos valores superiores dos índices de potencial erosivo (tabela 24);
- c) coluna (3) - produto dos valores das colunas (1) e (2);
- d) para cada setor, somou-se os valores da coluna (1) d (3);
- e) para cada setor, foi obtido o índice do potencial erosivo dividindo-se o valor da somatória das colunas (3) e (1)

Tabela 25: Cálculo do potencial erosivo dos solos por setor:

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	(1) AREA (ha)	(2) INDICE DO POT.EROS. SOLO (v.sup.)	(3) SUPERF. REDUZIDA	INDICE DO POTENCIAL EROS. DO SOLO TOTAL POR SETOR
A	baixo	-	1	-	
	moderado à baixo	45	0,75	33,75	
	alto à moderado	38	0,50	19,00	
	mt. alto à alto	1862	0,25	465,50	
TOTAL		1945		518,25	0,27 (3:1)
B	baixo	-	1	-	
	moderado à baixo	148	0,75	111,00	
	alto à moderado	256	0,50	128,00	
	muito alto à alto	2148	0,25	537,00	
TOTAL		2552		776,00	0,30
C	baixo	214	1	214,00	
	moderado à baixo	146	0,75	109,50	
	alto à moderado	407	0,50	203,5	
	muito alto à alto	1460	0,25	365,00	
TOTAL		2227		892,00	0,40

Resumidamente, os índices totais e respectivos símbolos do potencial erosivo dos solos encontrados para cada setor das bacia do Cedro, estão apresentados no quadro 12.

Quadro 12: Classe do potencial erosivo dos solos por setores e respectivos símbolos:

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	INDICE	SIMBOLO
A	muito alto à alto	0,27	PE ₇
B	muito alto à alto	0,30	PE ₇
C	alto à muito alto	0,40	PE ₈

Conclui-se que os setores A e B apresentam potencial erosivo do solo muito alto à alto e o setor C, potencial erosivo do solo alto à muito alto.

e) Características químicas dos solos da bacia:

Apesar das características químicas dos solos não fazerem parte do conjunto de parâmetros integrantes do Diagnóstico Físico-Conservacionista, foram feitas algumas análises com vistas à um melhor conhecimento das potencialidades agrícolas dos mesmos, bem como reconhecer alguns dos efeitos decorrentes do seu elevado potencial erosivo.

Coletou-se cinco amostras de solo superficial de pontos distintos escolhidos aleatoriamente na bacia (figura 33) que foram analisadas no Laboratório Físico-Químico e Biológico da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agropecuário de SC) e cujos resultados são apresentados na tabela 27.

Tabela 27: Resultados da análise química de amostras de solos da bacia do Cedro:

AMOSTRA	pH AGUA	P (ppm)	K (ppm)	Mat.Org. %	Al (me/%)	Ca+Mg (me/%)
1	4,6	3,1	83	2,6	1,9	1,6
2	4,6	1,7	24	1,9	2,6	0,4
3	4,0	2,4	30	2,7	3,2	0,7
4	4,2	2,7	40	2,7	2,3	0,5
5	4,8	2,0	17	2,3	2,8	0,8

P - fósforo; K - potássio; Al - alumínio; Ca - cálcio; Mg - magnésio; pH - potencial hidrogeniônico.

Baseando-se em padrões definidos no Levantamento dos Solos de Santa Catarina (1973), os resultados indicaram alto teor de alumínio trocável (acima de 1,5 me/%), o que é altamente prejudicial às culturas; matéria orgânica baixa; potássio baixo; fósforo muito baixo (abaixo de 4 ppm); cálcio baixo (abaixo de 2 me/%). São caracterizados como solos fortemente ácidos, com baixa saturação de bases e pouca reserva de nutrientes. Quimicamente, os solos da bacia apresentam sérias limitações à exploração agrícola, especialmente de culturas temporárias. A forte deficiência de fósforo e potássio, associada à acidez acentuada com

elevados teores de Al trocável, são características bastante prejudiciais aos cultivos mais intensivos. De modo geral, os resultados indicam ser necessário a adubação corretiva com fósforo, potássio e calagem para neutralizar o Al, daquelas áreas a serem exploradas economicamente.

6.3.5 Densidade de drenagem:

Como já expôs-se no item 5.4, a densidade de drenagem é um parâmetro interessante a ser incluído no diagnóstico físico-conservacionista de bacias hidrográficas. Ao se avaliar a densidade de drenagem, conhece-se o potencial da bacia e de seus setores, em permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduzirá à uma maior ou menor intensidade dos processos erosivo na esculturação de canais.

Com base em trabalhos de VILELLA & MATTOS (1975) e em dados apresentados no Atlas de Santa Catarina (GAPLAN, 1986), elaborou-se o quadro 13, que apresenta uma classificação para valores de densidade de drenagem (DD) e respectiva simbologia representativa.

Quadro 13: Classificação dos valores de densidade de drenagem e simbologia respectiva:

VALORES DA DD (km/km ²)	QUALIFICAÇÃO DA DD	SIMBOLO
menor que 0,50	baixa	DD ₁
de 0,50 a 2,00	mediana	DD ₂
de 2,01 a 3,50	alta	DD ₃
maior que 3,50	muito alta	DD ₄

Utilizando-se um curvímeter e o mapa geomorfológico na escala 1:50.000 da bacia (figura 31), mediu-se o comprimento total dos canais, por setores.

A partir de fotointerpretação da geomorfologia da bacia do Cedro, identificou-se uma drenagem complementar, não incluída nas cartas topográficas utilizadas, mas que foi considerada na determinação da densidade de drenagem.

Para maior precisão, fêz-se duas medições e por média aritmética, obteve-se o resultado final por setores. Com os dados obtidos, calculou-se a densidade de drenagem pela fórmula $DD = Lt/A$, onde Lt é o comprimento total dos canais e A é a área. Encontrou-se os resultados apresentados na

tabela 28.

Todos os setores apresentaram alta densidade de drenagem.

Tabela 28: Valores da densidade de drenagem dos setores A, B e C, com respectiva qualificação e simbologia:

SETOR	Lt (km)	AREA (km ²)	DD (km/km ²)	QUALIFIC.	SIMBOLO
A	66,75	19,45	3,43	alta	DD ₃
B	87,41	25,52	3,42	alta	DD ₃
C	69,75	22,27	3,13	alta	DD ₃

6.3.6. Balanço hídrico:

Como expôs-se nos itens 2.1. e 5.2., considerou-se necessário integrar à fórmula descritiva o parâmetro BH - balanço hídrico, da bacia hidrográfica em estudo.

O balanço hídrico, ao representar "a contabilidade de entrada e saída de água no solo" (ORSELLI, 1986. In.: GAPLAN, 1986 - p.38), foi considerado como mais um indicador potencial natural de degradação e/ou conservação física da bacia hidrográfica.

O cálculo do balanço hídrico fornece "...a fração supérflua de água da chuva, que atravessa as zonas das raízes, quando o teor de umidade está acima da capacidade de campo" (ORSELLI, 1986. In.: GAPLAN, 1986 - p.38), ou seja o excedente hídrico.

Outro dado também importante, derivado do balanço hídrico, é o déficit hídrico. Corresponde à correlação entre a precipitação e a evapotranspiração, indicando a duração e a época da estação seca. Utilizando-se a equação do balanço hídrico $P = E + Q$, onde P é a precipitação total, E é a evapotranspiração real e Q o escoamento total ou excedente hídrico, citada por CASTANY (1968), obteve-se o parâmetro BH para cada setor da bacia do rio do Cedro.

ORSELLI & TAVARES (1988), utilizando a metodologia de THORNTHWAITE & MATTER (1955, in.: ORSELLI & TAVARES, 1988), fornecem o cálculo do balanço hídrico para 107 localidades do Estado de Santa Catarina, inclusive para as estações pluviométricas Botuverá, Brusque e Nova Trento, influentes na bacia do rio do Cedro de acordo com o método dos

polígonos de Thiessen apresentado no item 6.3.3.

Assim, baseando-se em ORSELLI & TAVARES (1988), obteve-se os valores do excedente e déficit hídrico para cada setor da bacia, como apresenta a tabela 29.

Tabela 29: Valores anuais do escoamento superficial (Q) e déficit hídrico anual das estações Brusque Botuverá e Nova Trento, segundo ORSELLI & TAVARES (1988):

SETOR	ESTAÇÃO DE INFLUENCIA	EXCEDENTE	DÉFICIT
A	Botuverá	793,2 mm	0,0 mm
B	Nova Trento	313,5 mm	0,0 mm
C	Brusque	809,7 mm	0,0 mm

Obs: foi adotado 125 mm como capacidade máxima de retenção de água no solo, de acordo com THORNTHWAITE & MATTER, 1955 (In.: ORSELLI & TAVARES, 1988).

Para classificar-se os valores apresentados na tabela 29, elaborou-se uma classificação qualitativa dos balanços hídricos, baseada em valores anuais do excedente e déficit hídrico, apresentados por ORSELLI & TAVARES (1988), para as 107 localidades do Estado de Santa Catarina. A classificação estabelecida está apresentada no quadro 14.

Quadro 14: Classificação qualitativa dos valores do balanço hídrico e respectivos símbolos:

BALANÇO HIDRICO	QUALIF. BH	SIMBOLO
- Sem deficiência hídrica e excedente hídrico superior a 1561,0 mm/ano.	muito alto	BH ₁
- Sem deficiência hídrica e excedente hídrico entre 780,5 mm/ano e 1561,0** mm/ano.	alto	BH ₂
- Sem deficiência hídrica e excedente hídrico até 780,5* mm/ano.	médio	BH ₃
- Com deficiência hídrica, pelo menos em um mês/ano; qualquer excedente.	baixo	BH ₄

Obs. * média dos valores de excedente hídrico anual para SC.

** dobro da média dos valores de excedente hídrico anual para SC.

Com base na tabela 29 e no quadro 14, definiu-se os índices para o parâmetro BH, conforme apresenta o quadro 15.

Quadro 15: Classificação do BH para os setores A, B e C.

SETOR	ESTAÇÃO	QUALIFICAÇÃO	SIMBOLO
A	Botuverá	alto	BH ₂
B	Nova Trento	médio	BH ₃
C	Brusque	alto	BH ₂

áreas de influência de cada estação sobre a bacia, foi obtida por meio dos "polígonos de Thiessen", que não levam em consideração critérios orográficos. Sabe-se entretanto, que a estação de Nova Trento localiza-se no vale do rio Tijucas e que certamente recebe influências orográficas da Serra do Tijucas (veja figura 16), que corresponde à um dos divisores de águas da bacia do rio do Cedro. Já as estações Botuverá e Brusque, localizam-se na bacia do rio Itajaí Mirim e não apresentam barreiras físicas tão significativas como a Serra do Tijucas, que poderiam alterar a influência sobre a Bacia do rio do Cedro.

O estudo do balanço hídrico merece maiores aprofundamentos, para que se possa obter uma maior precisão em resultados como este.

A falta de um número maior de estações meteorológicas e pluviométricas, bem como melhor distribuição das mesmas no estado de Santa Catarina, prejudicam a precisão e mesmo a obtenção do balanço hídrico para muitas bacias hidrográficas estaduais.

Ao estudar-se o comportamento do balanço hídrico, deve-se considerar a influência da granulometria dos solos na infiltração e retenção de água no solo. STRAHLER (1974), reforça este fato quando afirma que solos arenosos com pouca argila, permitem maior infiltração que solos argilosos.

Outra questão a ser considerada, é a redução da capacidade de infiltração decorrente do desmatamento e compactação do solo. Seria interessante estudar-se o comportamento do balanço hídrico entre décadas, para uma mesma estação e correlacionar-se os resultados ao desmatamento da região em estudo, no mesmo período.

De qualquer modo, vale ressaltar a importância do parâmetro BH ser incluído na fórmula descritiva do estado físico-conservacionista da bacia, como mais um fator potencial natural de degradação física.

6.4 Fórmula Descritiva Sugerida:

6.4.1. Fórmula genérica:

Baseado no exposto no capítulo 5 que trata da fórmula

descritiva elaborada pelo MARNR e CIDIAT, e apoiando-se nos valores obtidos e apresentados no capítulo 6, referentes à bacia do rio do Cedro, sugere-se a seguinte fórmula descritiva:

$$E(f): CO_a CA_b DM_c E_d PE_e DD_f BH_g$$

Onde: $E(f)$ é o estado físico-conservacionista do setor, que é proporcional aos parâmetros:

CO - grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e atual; "a" é o índice específico do parâmetro CO, que varia entre 1 - altamente semelhante a 5 - nenhuma semelhança.

CA - proteção da cobertura vegetal atual; "b" é o índice específico do parâmetro CA, que varia entre 1 - máxima proteção a "7" - nenhuma proteção.

DM - declividade média; "c" é o índice específico do parâmetro DM, que varia entre 1 - plano à suave ondulado a 5 - escarpado.

E - erosividade da chuva; "d" é o índice específico do parâmetro E, que varia entre 1 - erosão débil a 5 - erosão excessiva.

PE - potencial erosivo dos solos; "e" é o índice específico do parâmetro PE, que varia entre 1 - baixo a 8 - muito alto .

DD - densidade de drenagem; "f" é o índice específico do parâmetro DD, que varia entre 1 - baixa densidade, a 4 - muito alta densidade.

BH - balanço hídrico; "g" é o índice específico do parâmetro BH, que varia entre 1 - balanço hídrico muito alto a 4 - balanço hídrico baixo.

Os resultados dos índices respectivos à cada parâmetro analisado nos setores três setores da bacia do Cedro, estão sintetizados no quadro 16.

As informações obtidas de cada setor da bacia do Cedro, foram representadas mediante os símbolos correspondentes na fórmula descritiva do estado físico-conservacionista, de acordo com a metodologia venezuelana, estando as fórmulas descritivas para os distintos setores, apresentadas na figura 39.

Quadro 16: Síntese dos índices obtidos em cada parâmetro analisado, nos setores A, B e C:

PARAMETRO	SETOR A	SETOR B	SETOR C
Cobertura Vegetal Original	CO ₂	CO ₂	CO ₃
Erosividade da Chuva	E ₃	E ₃	E ₃
Declividade Média	DM ₃	DM ₃	DM ₃
Potencial Erosivo do Solo	PE ₇	PE ₇	PE ₆
Cobertura Vegetal Atual	CA ₂	CA ₂	CA ₃
Densidade de Drenagem	DD ₃	DD ₃	DD ₃
Balanco Hídrico	BH ₂	BH ₃	BH ₂
SOMATORIO DOS INDICES	22	23	23

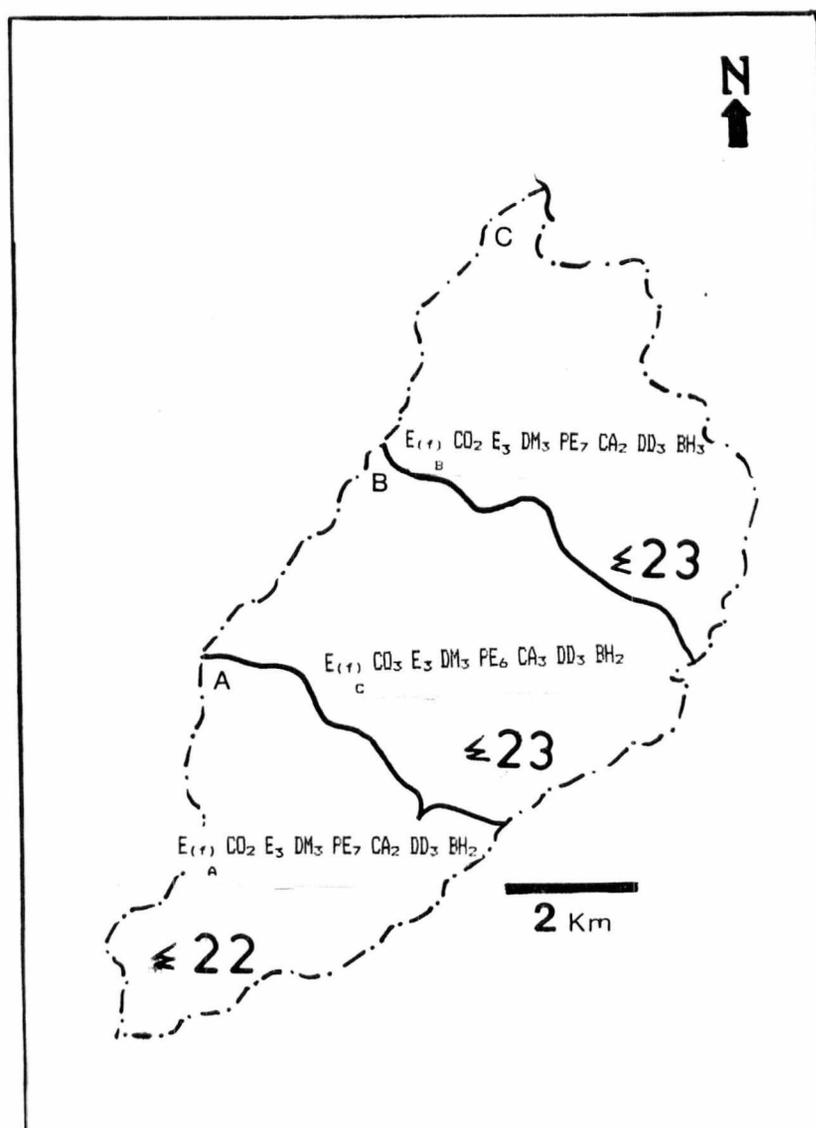


Figura 39: Bacia do rio do Cedro setorizada e as respectivas fórmulas descritivas

6.5. Cálculo do Valor Crítico do Processo de Degradação:

Na intenção de se obter valores finais das fórmulas descritivas dos setores em percentuais, fez-se uso da equação da reta (1), conforme apresentado na metodologia do DFC, citado no capítulo 5.

Assim, de acordo com as classificações elaboradas e apresentadas no capítulo 6, o mínimo valor possível de ser obtido na fórmula descritiva sugerida é 7 (somatório de todos os índices iguais à 1), o que representa o melhor estado físico-conservacionista que o setor poderia apresentar; da mesma forma, o máximo valor possível de ser obtido na fórmula descritiva é 37 (somatório de todos os índices com os valores máximos), o que representa o pior estado físico-conservacionista que o setor poderia apresentar. Com estes valores mínimo (7) e máximo (37), tem-se o ângulo de inclinação da reta. Plotando-se os valores nos eixos cartesianos, obtém-se a figura 40.

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

Se $y = 0$	Se $y = 100$	$37a + b - 100 = 0$
$x = 7$	$x = 37$	$7a + b = 0 \quad (-1)$
$7a + b = 0$	$37a + b - 100 = 0$	$30a - 100 = 0$
		$a = 3,33$
		$\text{então } b = 23,33$

Assim, a equação da reta é: $y = 3,33x - 23,33 \quad (2)$

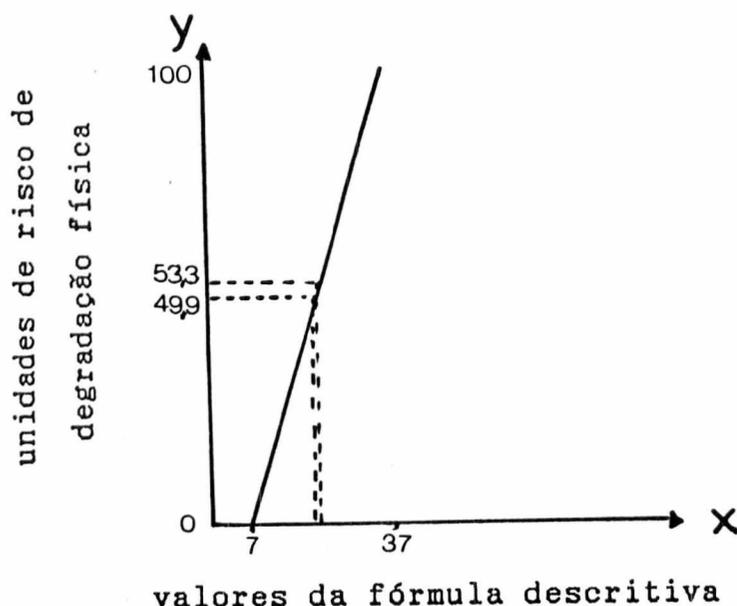


Figura 40: Gráfico da equação da reta.

Ao plotar-se no eixo "x" os valores obtidos nas fórmulas descritivas dos setores e traçar-se perpendiculares até a reta, obteve-se nas ordenadas, as unidades de riscos de degradação física da bacia.

Este resultado também poderá ser obtido com maior precisão, através da equação da reta (2), apresentada anteriormente.

Com isto, conclui-se que:

a) Os setores B e C estão em iguais condições físico-conservacionista; ambos apresentaram 53,33 unidades de risco de degradação física.

b) O setor A apresentou 49,9 unidades de risco de degradação física.

6.6 Discussão dos Resultados:

Com base nos resultados obtidos, pode-se quantificar o potencial de degradação física de cada setor.

Como resultados finais, o setor B e C obtiveram igual valor quanto ao risco de degradação física (53,3), o que demonstra encontrarem-se sob mesmas condições físico-conservacionistas.

O setor A, apresentou riscos de erosão apenas 3,4 unidades críticas a menos que os demais, atingindo o valor de 49,9. Em termos comparativos, os setores B e C apresentam portanto maiores riscos de degradação, merecendo prioridade na adoção de medidas conservacionistas.

É interessante observar-se que os índices de cada parâmetro, se comparado entre os setores, apresentaram-se semelhantes e em alguns casos, os mesmos (E, DM e DD).

Os parâmetros com índices distintos entre as fórmulas descritivas dos setores foram:

a) cobertura vegetal atual (CA): o setor C apresentou menor proteção fornecida pela cobertura vegetal atual, que os setores A e B (com o mesmo índice);

b) cobertura vegetal original (CO): o setor C também apresentou menor semelhança entre cobertura vegetal atual e original, do que nos setores A e B. Isso demonstra que as alterações ocorridas na cobertura foram mais intensas no setor C que nos demais setores.

c) potencial erosivo dos solos: apresentou-se menor no setor C que nos setores A e B. Sendo o parâmetro PE resultante da integração da suscetibilidade da textura à erosão e da declividade, e considerando-se que todas as distintas texturas dos solos analisados obtiveram qualificação média à suscetibilidade da textura à erosão, conclui-se que a declividade foi decisiva em conferir ao setor C, menor potencial erosivo. Ou seja, os setores A e B, por apresentarem declividades maiores, mostraram potencial erosivo do solo mais acentuado, que aquele observado no setor C.

d) O balanço hídrico apresentou-se alto nos setores A e C. O setor B correspondeu à um médio balanço hídrico. Acredita-se entretanto, que as influências orográficas foram responsáveis em conferir aos dados da estação de Nova Trento, comportamento acentuadamente distinto daqueles observados nas estações Botuverá e Brusque (veja figura 38). Admite-se portanto que a qualificação "média" para o parâmetro BH do setor B, não represente com precisão a realidade. Entretanto, em virtude da ausência de estações meteorológicas mais próximas ou mesmo dentro da bacia do Cedro, este resultado foi de certo modo prejudicado.

Considerando-se agora a Bacia do Rio do Cedro de modo geral (ou seja, a média entre os setores), nota-se que a cobertura vegetal atual ainda é semelhante à original; a erosividade da chuva é considerada forte; seu declive é caracterizado como sendo forte ondulado; o potencial erosivo de seus solos apresentou-se muito alto, a densidade de drenagem qualificou-se como alta e o balanço hídrico também caracterizou-se como alto.

Como forma de obter-se uma melhor avaliação quanto ao uso da terra na bacia do Cedro em 1988, correlacionou-se através de sobreposição, os mapas do uso da terra em 1988 (figura 21) e do potencial erosivo dos solo (figura 37), que traz em sua classificação o uso adequado do solo para as distintas classes (veja item 6.3.4.d).

Com isso, observou-se situações conflitantes de sobre-utilização e sub-utilização da terra de acordo com as distintas classes de capacidade de uso (figura 41).

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

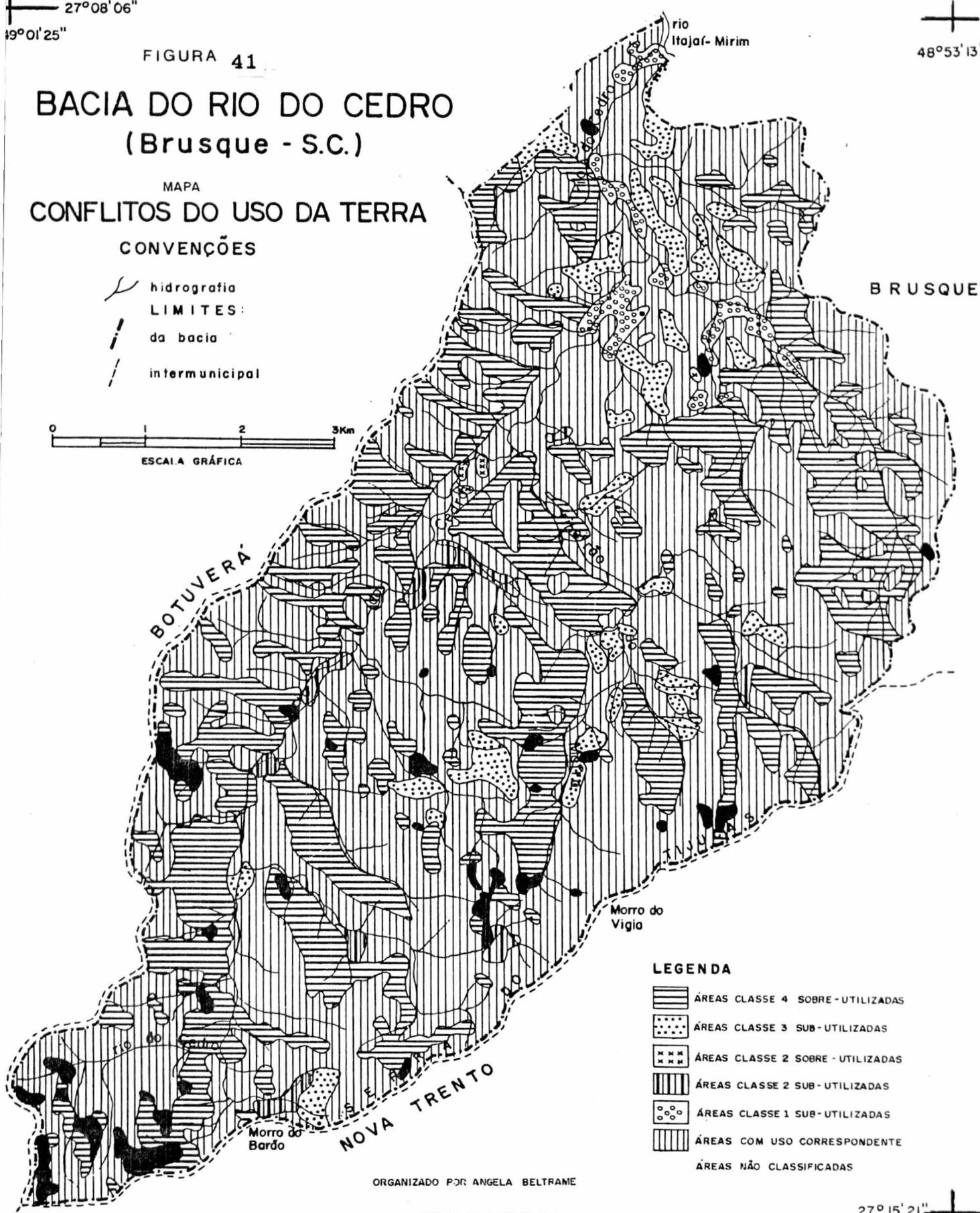
FIGURA 41

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA
CONFLITOS DO USO DA TERRA

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:**
-  da bacia
-  intermunicipal



LEGENDA

-  ÁREAS CLASSE 4 SOBRE-UTILIZADAS
-  ÁREAS CLASSE 3 SUB-UTILIZADAS
-  ÁREAS CLASSE 2 SOBRE-UTILIZADAS
-  ÁREAS CLASSE 2 SUB-UTILIZADAS
-  ÁREAS CLASSE 1 SUB-UTILIZADAS
-  ÁREAS COM USO CORRESPONDENTE
-  ÁREAS NÃO CLASSIFICADAS

ORGANIZADO POR ANGELA BELFRAME

DES./ALEX WISINTAINER

27°15'21"

Considerou-se como sobre-utilização as áreas com usos que ultrapassam sua capacidade, incorrendo em riscos iminentes de degradação física do solo. Como sub-utilização, considerou-se as áreas com usos abaixo de sua capacidade produtiva. A figura 42 sintetiza as áreas sobre-utilizadas e sub-utilizadas, apresentando-se como uma proposta de uso racional da terra da bacia do Cedo.

Assim, foram consideradas áreas sobre-utilizadas aquelas que, pelas características físicas analisadas, são adequadas à serem preservadas permanentemente com mata nativa, mas que encontraram-se com outro uso; foram também consideradas sobre-utilizadas pequenas áreas destinadas à culturas perenes, mas que estão ocupadas por culturas temporárias.

Como áreas sub-utilizadas, considerou-se as áreas classe 3 que são adequadas à culturas perenes pastagem e/ou reflorestamento com exploração seletiva, mas que estão ocupadas por mata ou capoeira; áreas classe 2 que poderão ser ocupadas por culturas anuais desde que adotadas práticas conservacionistas, mas que estão sendo ocupadas por mata ou pasto sujo; áreas classe 1 que poderão ser utilizadas para culturas anuais, mas que estão sendo ocupadas por campo sujo ou limpo, capoeira ou mata.

As áreas consideradas de uso correspondentes, são aquelas que estão sendo utilizadas com a classe de uso, conforme sua capacidade de uso, embora não utilizem qualquer técnica conservacionista (todas as áreas povoadas foram consideradas como de uso correspondente, independente da classe que ocupam).

Ressalta-se entretanto, para que determinado uso esteja perfeitamente adequado à área onde se encontra, é indispensável o uso de técnicas conservacionistas de acordo com as características físicas da mesma.

27°08'06"
49°01'25"

48°53'13"

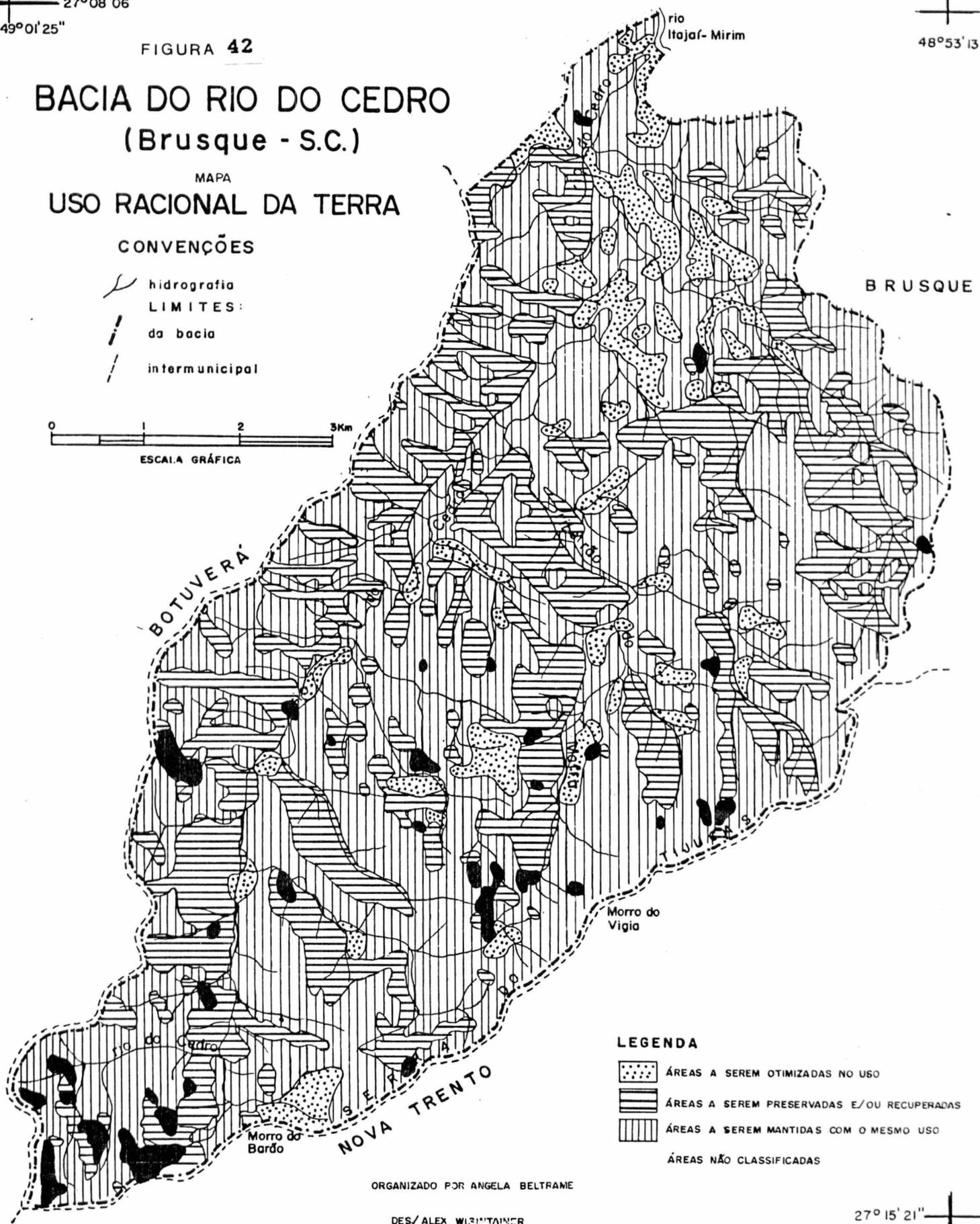
FIGURA 42

BACIA DO RIO DO CEDRO (Brusque - S.C.)

MAPA
USO RACIONAL DA TERRA

CONVENÇÕES

-  hidrografia
- LIMITES:
-  da bacia
-  intermunicipal



LEGENDA

-  ÁREAS A SEREM OTIMIZADAS NO USO
-  ÁREAS A SEREM PRESERVADAS E/OU RECUPERADAS
-  ÁREAS A SEREM MANTIDAS COM O MESMO USO
- ÁREAS NÃO CLASSIFICADAS

ORGANIZADO POR ANGELA BELTRAME

DES/ ALEX WISNITANER

27°15'21"

Quanto as adaptações realizadas na metodologia venezuelana e apresentadas nesta proposta, pode-se resumilas como segue:

METODOLOGIA DO CIDIAT & MARNR:

- Zona de Vida (ZV)
por classificação de L.
HOLDRIDGE;
- Vegetação (v)
por fotos aéreas;
- Degradação Específica (D)
por gráfico de FOURNIER;
- Declividade Média (p)
- Sedimentos (d);
- Geologia (g);
Erodibilidade das rochas E);
Cobert.Proc. Atual de Erosão (e);

PROPOSTA METODOLOGICA:

- Cobert.Veg.Orig.(CO)
por descrições de KLEIN,
1960, 1978 e 1980;
- Cobert.Veg.Atual (CA)
por imagem LANDSAT - TM5;
- Erosiv. da Chuva (E)
por equação de LOMBARDI &
MOLDENHAUER (1980);
- Declivid. Média (DM)
- este parâmetro não
foi considerado¹;
- Potencial Erosivo (PE)
por associação da decli-
vidade e suscetib. da
textura do solo à erosão;
- Balanço Hídrico (BH);
- Densidade Drenagem (DD)

¹Este parâmetro foi excluído da fórmula descritiva por não ser considerado um fator potencial natural de degradação física, como são todos os demais, mas uma consequência de todo o processo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES:

Inicialmente, tratar-se-á das conclusões e recomendações gerais observadas na aplicação da metodologia proposta. Em seguida, se tratará especificamente da obtenção dos parâmetros da proposta metodológica.

a) Gerais:

- Este trabalho buscou não apenas definir uma proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas de pequenas bacias hidrográficas, como também aplicou a mesma, em uma realidade concreta: a bacia do rio do Cedro.

- Esta proposta, embora tenha apresentado muitas modificações quanto à forma de obtenção dos parâmetros em relação à metodologia desenvolvida pelo CIDIAT\MARNR, manteve a estrutura da metodologia venezuelana, especialmente quanto à origem dos parâmetros e integração dos mesmos.

- Enquanto a metodologia venezuelana trata de riscos de erosão esta proposta buscou dar enfoque mais amplo, quando refere-se aos riscos de degradação física dos recursos naturais renováveis.

- Todos os parâmetros utilizados na fórmula descritiva sugerida, procuram refletir o potencial de degradação da bacia, decorrentes de fatores naturais (clima, solo, vegetação, relevo), servindo como indicativos do que está efetivamente ocorrendo em termos de manutenção dos recursos naturais renováveis.

- A fórmula descritiva foi apresentada nesta proposta de forma linear, ao invés da relação "direta" e "inversa" da metodologia venezuelana, uma vez que considerou-se a forma linear mais simples, sem alterar o resultado final.

- O valor crítico dos riscos de degradação resume em um único valor numérico, o estado físico-conservacionista da bacia; é um valor qualitativo, próprio para análises comparativas entre setores de uma bacia hidrográfica.

- Esta proposta não se encerra neste trabalho. Novas sugestões poderão vir à enriquecê-la e aproximá-la cada vez mais da realidade para qual irá servir.

- Este diagnóstico necessita estar integrado à outros diagnósticos específicos (sócio-econômico, água, fauna, etc.), para que se possa determinar não só os fatores naturais mas também os fatores antrópicos de degradação de bacias hidrográficas, compondo então o Diagnóstico Integral de Bacias Hidrográficas (DIBH).

- Para a elaboração do DFC bem como dos demais diagnósticos componentes do DIBH, é indispensável a composição de equipes interdisciplinares e interinstitucionais, formada por técnicos de várias áreas, como fotointerpretação, cartografia, sensoriamento remoto, geologia, geomorfologia, pedologia, agronomia, geografia, hidrologia, dentre outras.

- Uma vez concluído o diagnóstico do meio físico de uma bacia hidrográfica com fins conservacionistas de uma bacia hidrográfica, recomenda-se a avaliação do mesmo periodicamente (por ex. a cada cinco anos), com vistas à sua atualização.

- Na aplicação desta proposta, recomenda-se a capacitação de técnicos por meio de cursos específicos, para que tomem conhecimento da mesma em sua íntegra. Embora mais detalhada com relação à metodologia venezuelana, não procura ser complexa mas, visa isto sim, ser mais precisa e adequada à realidade do sul do Brasil.

- Ao informar-se à comunidade de determinada bacia contemplada com um plano de manejo conservacionista onde venha a ser adotada esta ou outra metodologia semelhante, recomenda-se que tal procedimento seja feito em linguagem simples e acessível à população.

- A metodologia base utilizada no desenvolvimento desta proposta é de origem latino-americana (Venezuela), com influências de trabalhos desenvolvidos por técnicos espanhóis, já foi aplicada em bacias hidrográficas na República de Honduras com resultados positivos e vem sendo estudada e adaptada por técnicos brasileiros, para ser utilizada no sul do Brasil. No caso de sua aplicação à outras regiões brasileiras, ressalta-se a importância de estudos para a sua adequação.

- Esta proposta metodológica, exige cartografia

temática específica para a bacia a ser estudada. Recomenda-se a confecção dos seguintes mapas temáticos: de localização, de setorização, hipsométrico, clinométrico, de cobertura vegetal original, de uso da terra atual, geológico, geomorfológico, do potencial erosivo, de conflitos de uso e de uso racional (proposta).

- A escala cartográfica utilizada (1:50.000), foi considerada adequada para a metodologia adotada, uma vez que possibilita definir o setor ou a microbacia mais degradada fisicamente. A partir do diagnóstico realizado na escala 1:50.000, é que pode-se proceder à diagnósticos mais detalhados, à nível de comunidades ou mesmo de propriedades (escala 1:25.000 ou 1:10.000), caso disponha-se de fontes de informação em escala compatível. Ressalta-se entretanto, a importância de se ter conhecimento da realidade global da área de estudo inicialmente, para então proceder-se à levantamentos mais detalhados.

- Bacias com área em torno de 7.000 ha. são bastante adequadas para a realização de diagnósticos do meio físico, como o realizado para a Bacia do Rio do Cedro.

b) Específicos:

- Na adaptação do Diagnóstico Físico-Conservacionista (DFC), a substituição do parâmetro ZV (zona de vida) por CO (cobertura vegetal original) já recomendada por outros autores, é bastante interessante uma vez que, ao invés de utilizar-se o "triângulo de Holdridge" que possui âmbito mundial, utiliza-se informações sobre a cobertura vegetal à nível regional ou municipal quando disponível, tornando o resultado obtido mais próximo da realidade originalmente existente na bacia.

- O parâmetro CO demonstrou a necessidade de uma maior preocupação por parte de técnicos e órgão ligado à preservação dos recursos naturais renováveis de melhor fiscalizar e defender o que resta da mata primária da região.

- Para a confecção do mapa de uso atual da terra, se recomenda a utilização das fontes de informação mais recentes possíveis. Atualmente, Santa Catarina não dispõe de levantamento aerofotogramétrico recente, em escala

compatível com as necessidades do DFC. Assim, imagens multiespectrais digitais do satélite LANDSAT TM - 5, são fontes de informações que fornecem em escala compatível, o conhecimento necessário para avaliação do uso atual da terra. Deve-se considerar entretanto, algumas limitações desse recurso, como efeitos de sombreamento, nebulosidade, ângulo de insolação, características do relevo, escolha adequada de bandas, etc., que podem vir a diminuir a resolução da imagem e aumentar o percentual de áreas não classificadas. Quanto maior o número de pontos amostrais e maior conhecimento de campo, mais precisa torna-se a classificação supervisionada da imagem e mais reduzido o percentual de áreas não classificadas.

- Quando dispõe-se de informações sobre o uso da terra em diferentes épocas, obtém-se resultados interessantes ao integrá-las em análises evolutivas do uso da terra.

- As classes de declividade são bastante diversificadas de autor para autor; não há uma classificação definitiva a ser adotada à nível nacional ou estadual.

- A declividade média muitas vezes não é suficiente para relacionar proporcionalmente relevo e erosão (especialmente entre bacias com mesmo valor para declividade média), por isso recomenda-se a adoção de outros parâmetros morfométricos (curva hipsográfica, altura média, coeficiente de massividade, coeficiente orográfico). Com estes, pode-se distinguir os distintos relevos de cada setor ou microbacia e avaliar-se com maior precisão as diferentes intensidades dos processos erosivos.

- A equação desenvolvida por BERTONI & MOLDENHAUER (1980, In.: BERTONI & LOMBARDI 1985), demonstrou-se adequada para avaliar a erosividade da chuva em substituição ao gráfico de Fournier, utilizado pela metodologia venezuelana.

- A variável "sedimentos medidos na estação", apresentada na metodologia venezuelana, é um parâmetro de grande importância na avaliação do processo erosivo. Entretanto, considerou-se este, como uma consequência da erosão e não uma causa, como são todos os demais parâmetros analisados. Em outras palavras, o parâmetro "sedimentos" representa um valor da erosão que efetivamente está

ocorrendo e não um valor potencial do risco de degradação, como representam os outros parâmetros. Por este motivo, se recomenda que o parâmetro "sedimentos medidos na estação" deva ser analisado e computado junto às demais consequências do processo erosivo (por ex. redução da fertilidade do solo e da qualidade da água, assoreamento de rios, etc.)

- As características geológicas devem ser analisadas de forma integrada às características físicas do solo para a avaliação da erodibilidade do solo; a suscetibilidade da textura à erosão, mostrou-se como uma característica importante nesta análise. Outras características do solo (como profundidade efetiva, capacidade de drenagem, coesão entre as partículas, etc.), também poderão ser incluídas na avaliação das características do solo frente à erosão.

- Recomenda-se a integração da suscetibilidade da textura à erosão com a declividade, através de uma matriz, como método de se obter o potencial erosivo do solo.

- A densidade de drenagem é um parâmetro importante a ser incluído em análises de bacias hidrográficas; ao representar a relação entre comprimento total dos canais e a área ocupada pela bacia, representado o potencial da área em esculpir a rede de drenagem, servindo como mais um indicativo do potencial erosivo da bacia.

- A inclusão do parâmetro balanço hídrico, mostrou-se necessário como componente da fórmula descritiva, uma vez que apresenta as condições hídricas da bacia, em termos de entrada (precipitação) e saídas (escoamento superficial e evapotranspiração).

- Recomenda-se a definição dos fatores de degradação dos recursos naturais e da importância destes, na área onde será aplicado o diagnóstico. No caso da bacia do Cedro, a questão histórica do uso dos recursos naturais, dentre outras, foi considerada especialmente relevante; muitos problemas atuais (desgaste dos solos, desmatamento, etc.) possuem origem histórica.

- O DFC elaborado para a bacia do Rio do Cedro, constitui-se em subsídio para trabalhos práticos à nível de extensão rural da área. Fornece indicativos para a condução racional do uso e manejo dos recursos naturais renováveis da

bacia, com vistas à sua preservação.

- A metodologia para o Diagnóstico Físico-Conservacionista adaptada e aplicada à Bacia do Rio do Cedro, apresenta-se perfeitamente viável de ser utilizada à outras pequenas bacias hidrográficas de Santa Catarina, especialmente aquelas que apresentam problemas quanto ao uso e conservação de seus recursos naturais renováveis.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- _____, 1988. O Programa de Microbacias no Combate à Erosão.
In.: Jornal O Estado - 26/06/1988.
- _____, 1986. The New Zealand land resource inventory. Folhetos
de divulgação. 18 p.
- _____, 1988. Constituição da Republica Federativa do Brasil
1988. Editora Revista dos Tribunais. São Paulo: SP. 144p.
- A NOTICIA, 1989. Microbacia. 19/0489.
- ABDALLA, S.L.F., 1989. A morfometria como técnica auxiliar
na avaliação de recursos hídricos. In. Anais do 2º
Encontro de Estudos sobre meio ambiente - vol. 1.
Florianópolis UFSC: Sta Catarina. p. 393-401.
- ACARESC, 1986. Programa Conservação e Manejo Integrado do
solo e da água (estudo preliminar em revisão). ACARESC
agosto/86. 21 p.
- ACARESC, 1989. Extensão Rural - Boletim Informativo da
ACARESC. Abril/89 - ano 1 - nº 2. 8p.: il. MINIST.
AGRICULTURA (M.A.)/COMISSAO NACIONAL DE COORDENACAO DO
PNMH, 1987. Programa Nacional de Microbacias
Hidrográficas - Manual Operativo. Brasília, M. A. - 60 p.
- ALMEIDA, N. O. de, 1982. Delimitação e caracterização de
Unidades de Manejo Ambiental: Uma contribuição
metodologica. Dissertação de mestrado. UFRG. Rio de
Janeiro. p. 15-21; p. 36-41; p.69-80.
- ALMEIDA, N.O. de, 1986. Metodologia em geomorfologia
ambiental. In. GEOSUL - Revista do Depto de geociências.
CCH/UFSC. nº1 -ano 1, 1ª série/86 Ed. da UFSC. p. 59-67.
- ALTHOFF, D.A., 1981. Balanco hídrico seriado de Santa
Catarina. Secretaria da agricultura e do Abastecimento.
EMPASC Boletim técnico nº 7. 62 p.
- AMORESE, R.M., 1984. Extensão Rural Enfrenta Erosão no
Paraná. In.: Revista Brasileira de Extensão Rural. vol.
5, n.3. jul./ago/set/84. EMBRATER/Ministério da
Agricultura: Brasília - DF. p12-17 il.
- BELTRAME, A. da V., 1989. Estudo geomorfológico da Bacia do
Rio do Cedro (Brusque / SC). In. Anais do Encontro de
Estudos sobre meio Ambiente. Florianópolis: UFSC, curso
de pós-graduação em geografia. p. 483 - 490.
- BELTRAME, A. da V., 1988. Evolução da cobertura vegetal da
bacia do rio do Cedro - Brusque, SC entre 1957 e 1979.
Anais do XI Encontro Nacional de Geografia Agrária -
Fpolis de 4 a 8 de dezembro de 1988. p. 394-413.
- BERTOLINI, D; BELLINAZZI JR., 1983. Levantamento do Meio
Físico para Determinação da Capacidade de Uso das Terras.

Campinas - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral.
Boletim Técnico 175. 24 p. il.

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F., 1985. Conservação do solo. Piracicaba: Livroceres. 392 p.: il.
- BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWISKI, J. Z., 1985. Visão Integrada da Problemática da Erosão - Livro Guia: III Simposio Nacional de Controle de Erosão. Associação Brasileira de Geologia e Engenharia (ABGE); Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). Maringa: PR., de 29 set. a 4 de out. de 1985. 329p.
- BRADY, NYLE C., 1979. Natureza e Propriedade dos solos - Compêndio universitário sobre edafologia. Trad. de Antônio B. Neiva Figueiredo Fº 5º ed. - Rio de Janeiro: Freitas Bastos, xviii + 647 p. ilust.
- BRANCO, S. M.; ROCHA, A., 1987. Elementos de Ciências do Ambiente 2a. edição. CETESB/ ASCETESB; São Paulo. 206 p.: il.
- BUCHELE JUNIOR, C., 1960. Aspectos da geografia Econômica do Município de Brusque. Album do Centenário de Brusque. Sociedade Amigos de Brusque -14 de agosto de 1960. Brusque. p. 355 - 378. ilust.
- CABRAL, O.R., 1958. Brusque: subsídios para a história de uma colônia nos tempos do império. Edição da sociedade Amigos de Brusque: comemorativa do 1º centenário da Fundação da colônia: 1960. Brusque: SC. 327 p.
- CAMARA MUNICIPAL DE BRUSQUE, 1990. Lei Orgânica do Município de Brusque. 83 p. (não publicado).
- CARUSO, M. M. L., 1983. O desmatamento da ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais. Ed. da UFSC. Fpolis. 160p.
- CARVALHO, V.C., 1987. Imagens e Computadores - Vegetação a vista. In. Revista Ciência Hoje nº 38. dez. 1987. SBPC, RJ. p. 27-32,il.
- CASTANY, G., 1980. L'éan Propre. Ed. Hachette. Paris. 191 p.
- CASTANY, G., 1968. Prospection et Exploitation des Eaux souterraines. Ed. DUNOD. Paris. 717 p. il.
- CASTRO, F.; CAETANO, A.; BISCAIA, R.C.M., 1982. Utilização da metodologia de Wilkinson para o cálculo do potencial erosivo das chuvas em cinco localidades do Paraná. Rev. Bras. ciência do solo 6:240 - 241.
- CASTRO, F.S. DE., 1967. Conservacion de suelos. Edicion Revolucionária 3º ed. la Habana, Cuba. p.
- CEEIBH/ MME/ DNAEE/ MINTER/ SEMA, 1983. A Problemática da gestão dos recursos humanos no Brasil. - Situação atual. Seminário Internacional de Gestão de Recursos Hídricos

1983. 39p.

CHRISTOFOLETTI, A., 1980. Geomorfologia. Ed. Edgard Blucher, 2a. ed.:São Paulo. p. 102-127 e 159-179.

CHRISTOFOLETTI, A. 1970. Geomorfologia. São Paulo. Ed. Edgard blucher, 2a. ed. 80 p.

CIDIAT, MARNR., 1984. Diagnóstico Físico conservacionista en cuencas Hidrograficas. Merida, Venezuela (não publicado). 62 p.il.

CIDIAT/UFSC, 1987. Curso sobre planificação de bacias hidrograficas. IV vol. Não publicado.

COGO, N.P., 1987. Conceitos e princípios no manejo dos solos para fins de controle da erosão hídrica (s.n.t.). apostila não publicada.

COORDENADORIA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA AGUA., 1983. Manejo e conservação do solo e da água Informações técnicas. Coord. de Cons. do solo e da água/Minist. dda Agricultura/Sec. Nac. de Produção Agropecuária. Brasília p. 13-43.

CORDEIRO, A.; AUMOND, J.J.; REFOSCO, J.C.; FUERST, L.; SILVA, G.M. da., 1988. Projeto Itajaí- Metodologia do Diagnostico físico-conservacionista em Bacias hidrograficas. Apostila nº 3 do II Seminário do Projeto Itajai - Blumenau. (não publicado).

COMISSION ECONOMICA PARA AMÉRICA LATINA y CARIBE/CEPAL., 1987. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - La dimension ambiental en las estratégias de desarrollo: limitaciones y perspectivas. V Reunion Regional Intergubernamental sobre Médio Ambiente en América Latina y el Caribe. Distr. Limitada. UNEP/IG. 76/inf. 5 - 28 de ernerio/1987.Montevideo.

DIARIO CATARINENSE, 1989. Conservação do solo em microbacias. 03/03/1989.

DUTRA, L.V.; SOUZA, R.C.M.; MITSUO, F.A.; MOREIRA, J.C.; 1981. Análise automática de imagens multiespectais. Publicação nº INPE - 2212 - MD/009. 33p.

SEDUMA/FATMA., 1988. Legislação Ambiental Básica. Assessoria jurídica da FATMA. Santa Catarina. 49 p. n.p.

FAPEU., 1989. Caracterização de condições edafoclimaticas em areas de assentamento; imovel: Tracutinga. Fpolis: 96 p. ilust.

FRANCO, H.M., 1988. A microbacia como solução. In.: Revista Agropecuária Catarinense. 15 de dez. de 1988. Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. Fpolis. p. 26-31, il.

FRANK, B.; BACCA, L.E.; BASTISTOTTI, M.J.; SCHAEFFER, W.; RIBEIROS, S., 1988. Projeto Itajai - setorização da Bacia

- do Itajai. Apostila nº 1. II Seminário do Projeto Itajai - Blumenau (não publicado).
- FURB/UFSC/SCTME/CAPES., 1988. II Seminário do Projeto Itajai. Apostilas; Blumenau - 1 a 5 de novembro, 1988 (não publicado)
- GALVAO, L.S.; BATISTA, A.M.N.; MELO, J.G., 1988. Hipsometria aplicada na identificação de áreas produtoras de sedimentos em bacias de drenagem. In: Geociências; Fundação para o desenvolvimento da UNESP, São Paulo, S.P. v. 7 p. 163 a 171.
- GAPLAN, 1986. Atlas de Santa Catarina. R. Janeiro. Aerofoto cruzeiro. 173 tab. graf. col.
- GEVAERD, A., 1979. Os difíceis dias da colônia Príncipe Dom Pedro. In: Notícias de "Vicente So" - Brusque - Ontem e Hoje. Ano III nº 9 - Jan./ fev./ mar. de 1979. p. 2-10.
- GUERRA, A.T., 1987. Dicionário geológico - geomorfológico. 7ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 446p.: il.
- HERMANN, R. M., 1977. As bacias hidrográficas como base para o planejamento regional. In: 9. Congresso Bras. de Eng. Sanitária. Cap. 2 Associação Bras.Eng. Sanitária. Belo H. M.G. 3 a 8 jul. 1977. p. 20-26
- HIDALGO, P., 1985. Fatores del deterioro de los recursos naturale renovables. - charla nº 1. Centro Interamericano de Desenvolvimento de Aguas e Terras (CIDIAT), Merida: Venezuela. 16p.
- HIDALGO, P., 1989. Planificacion del medio ambiente em relação do fenomeno natural de las crecidas. 2º encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente 25 a 29/09/89. Fpolis. não publicado
- HIDALGO, P., 1985. Metodologia de Planificacion y manejo de cuencas hidrograficas - Resumem. Apostila do I Seminário Nacional Sobre Experiências de Planificacion y manejo de cuencas hidrograficas. Fpolis, 6 e 7/11//1985. não publicado
- HUDSON, N., 1977. Soil conservation cornell University Press. Ithaca, New York. 320 p.
- IBGE, 1987. Informações Básicas - Ano de Referência 1987. IBGE. 85p.
- IBGE, 1989. Comunicação pessoal, 9 setembro de 1989. Brusque.
- INPE, 1988. Manual do Usuário do SITIM - Sistema de Tratamento de Imagens INPE. 60 p.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SC., 1987. Programa de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrograficas. Fpolis,

142 p.

- IUCN, 1984. Estratégia Mundial para a Conservação: a conservação dos recursos vivos para um desenvolvimento sustentado. II SP; CESP. - II. 1 v. - n.p.
- KAUL, P.F., 1976. Projeto Brusque - Serra do Tabuleiro - Relatório Final - vol. II mapas geológicos - mapas de caminhamento e fichas de ocorrências minerais. Minist Minas e Energia/ DNEM/CPRM. Porto Alegre. n. p.
- KIEHL, E. J., 1979. Manual de Edafologia- Relações solo - planta. Editora Agronômica "Ceres", LTDA. São Paulo, SP. 262 p.
- KLEIN, R., 1978. Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. In.: Flora ilustrada Catarinense, V parte. SUDESUL/FATIMA; Itajai p.24 e 1 mapa.
- KLEIN, R. M., 1960. As florestas do município de Brusque. Album do centenário de Brusque - Sociedade amigos de Brusque.
- KLEIN, R. M., 1978. Contribuição ao conhecimento da flora e da vegetação do Vale do Itajai - SC. Instituto de Biociências da USP. São Paulo.
- KLEIN, R.M., 1980. Selowia - Anais botânicos do Herbário "Barbosa Rodrigues". Nº 32 - 10 de novembro de 1980 - Ano XXXII Itajai, SC. 389 p. il.
- KREBS, A.S.J., 1988. Zoneamento do potencial erosivo da Bacia do Rio Itajai- Acú. Anais do xxxv congresso Brasileiro de geologia, Belém, Para, v.6 p 2598-2610.
- LAGO, P. F., 1960. Aspectos geográficos das paisagens rurais. Album do centenário de Brusque. 4 de agosto 1960. Sociedade amigos de Brusque. p 317 -354.
- LEMONS, R.C.; SANTOS, R.D. dos, 1982. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 2ª ed. Campinas - S.P, SBPG - SNLCS, 1982. 46 p.
- LEPRUN, J. C., 1981. A Erosão, a Conservação e o Manejo do Solo no Nordeste Brasileiro- Balanço, Diagnóstico e novas linhas de Pesquisa. SUDENE/depto. de Recursos Naturais - Div. de Recursos Naturais Renováveis. Recife - PE. cap. 2 e 4.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR.; BERTOLIN D.; ESPIINDOLA, C., 1983. Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso. 4a. aproximação - Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SP. 175 p.: il.
- LISBOA, H.M.L.; TEIXEIRA, C.A.; MEURER, L.H.; ROCHA, C., 1989. Metodologia do plano de manejo da bacia Hidrográfica do Rio Cubatão - Adaptação da metodologia do CIDIAT. Apostila - não publicada.

- LLANO, F.L.C. de; CRIADO, M.B., 1968. Aspectos cualitativos y cuantitativos de la erosion hídrica, y del transporte y deposito de materiales. Ministério da Agricultura - Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Instituto Florestal de investigaciones y experiencias. Madrid. 190 p.
- LOPES SOBRINHO, O., 1989. Comunicação pessoal, 11 de setembro de 1989.
- MACHADO, I. 1987. Este Homem Recria Solos e Rios. In.: Rev. Guia Rural - ano 1 - nº Ed. Abril, São Paulo. p. 54-56.
- MARCHI, J. F., 1988. Micro-Bacia do Rio Feliz - Agua Saude - 1a. parte. EMATER/Parana (tabalho não publicado) 44 p.
- MARNR (Minist. Ambiente y Rec. Naturales Renovables), 1978. Instructivo para Diagnóstico Conservacionista - fases I (sujeito à revision). Caracas, julio/78. Série: Instructivo/DGI/I/11. 62 p.
- MARQUES, I.Q.A., 1958. Manual Brasileiro para levantamentos conservacionistas. II Aproximação - julho de 1958. Editado pelo Escritorio Técnico de Agricultura Brasil - Estados Unidos. 135 p.
- MARQUES, J. Q. A.,, 1971. Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra 3a. aproximação - Escritório Técnico de Agricultura Brasil- Estados Unidos. Serviço Gráfico da FIBGE - RJ. 433 p. il.
- MARQUES, J. Q. A., 1958. Manual para Levantamento Conservacionista Editado pelo Escritorio Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos. 2a. aproximação - 135p.
- MAZUCHOWSKI, J. Z., 1981. Planejamento Conservacionista. Empresa Paranaese de Assistência Técnica e Extensão Rural do Paraná. Curitiba. p1-14
- MEC/MINTER - GOVERNO DO ESTADO DE SC/ UFSM -SUDESUL- SECRETARIA DA AGRICULTURA. SC, 1973. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina. MEC/MINTER - Governo do Estado. Ed. Impresa Universitária da UFSM 2 vol. 494 p. mapas.
- MINISTERIO del AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES., 1978. Instructivo para Diagnóstico conservacionista - fase I - sujeito a revision. Caracas julio 78. Série: Instructivo /DGI/I/11.
- MIRA, C., 1920. Terra Catarinense. TYP. da Livraria Moderna. Fpolis:SC. p. 228.
- MONTEIRO, C. A. de F., 1981. A questão ambiental no Brasil (1960-1980). USP/Instituto de Geografia. Série: Teses e Monografias n. 42. São Paulo: SP. 133 p.

- MONTEIRO, C. A. de F., 1984. Geografia e Ambiente. In: orientação 5 - Instituto de Geografia/USP. Separata out./84. São Paulo.
- MONTEIRO, C. A. de F., 1986. Análises ambientais: perspectivas geograficas a interdisciplinaridade e problemas teórico-metodológicos. I encontro Nacional sobre estudos de meio ambiente. 6 a 11 out/86. Recife. Pe. 36p.
- MORAIS, L.F.B.; MUTTI, L.S.M.; ELTZ, F.L.F., 1988. Índices de erosividade correlacionados com perdas de solo no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de ciência do solo - órgão da soc. Brasileira de ciência do solo. Campinas. - SP. vol. 12. nº 3. p. 281-284.
- NAKAMAE, I., 1987. As Trincheiras que Defendem a Terra. In.: Revista Guia Rural - ano 1 - n.8 - Ed. Abril - SP. p.57-61.:il.
- O ESTADO RURAL, 1988. Microbacia, esperança para o oeste de SC. O Estado Rural. 29/02/88
- ODUM, E. P., 1985. Ecologia. Tradução C. G. Tribe, supervisão de trad. R.I.Rios- Rio de Janeiro: CBS-Interamericana. 434p. : il.
- OLIVEIRA, E. M.; KACOWICZ, Z., 1986. Relatório da Qualidade do Meio Ambiente (RQMA) - Sinopse Bacias Hidrograficas Estaduais. SEMA (não publicado)
- OREA, D.G., 1978. El medio físico y la planificacion. Cuadernos del centro Internacional de Formacion en Ciências Ambientales. Madrid. vol I e II. 143p.-I ;163p. II.
- ORELLANA, M. M. P., 1981. Geografia e Meio Ambiente. In.: Revista Geografia 6(11-12): 207-219, outubro.
- ORELLANA, M.M.P., 1985. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. Revista geografia, 10 (20) 125-148, outubro 1985.
- ORSELLI, L e SILVA, J.T.N. da, 1988. Contribuição ao estudo do balanço hídrico em Santa Catarina. Série Didática: Bioclimatologia, nº II- out./88. Ed. UFSC/ CCH/ Depto. geociências. n. p. .
- PERDOMO LINO, F.A., 1985. Conservacion de Suelos y Produccion Agricola. Trabalhos apresentados al I Seminário Nacional Del Medio Ambiente. San Salvador, 5-7 jun. 1985. p. 25-32.
- PIAZZA, W.; HUBNER, L. M., 1983. Santa Catarina: história da gente - 2º grau. Ed. Lunardelli. 19a. edição. p. 66-81; p. 110-113; p. 126-129.
- PIAZZA, W.A., 1988. As colonias de Santa Catarina. Blumenau, CNPQ, Fundação "Casa Dr. Blumenau". 96 p. il.

- PREFEITURA MUNICIPAL DE BRUSQUE/SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO DO EST., 1973. Aspectos sócio - Econômicos do município de Brusque (não paginado, não publicado).
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BRUSQUE/UFMS, 1980. Projeto: Contenção de Enchentes (Rio Itajai-Mirim/ SC). Santa Maria -RS. 115 p. olust.
- RESENDE, M., 1985. Aplicação de conhecimentos pedológicos a conservação de solos. Revista Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11(128) agosto de 1985.
- RUHE, R., 1975. Geomorphology - Geomorphic processes and surficial geology. 1975. Houghton Mifflin Company, Boston. USA 246 p. il.
- SANTOS, A.P. dos; FORESTI C., NOVO, E.M.L. de M.; NIERO, M.; LOM-BARDO M.A., 1981. Metodologia de Interpretação de dados de sensoriamento remoto-uso da terra. Publicação INPE - 2261/MDT 016 6 p.
- SCHEIBE, L.F., 1986. A geologia de Santa Catarina - Sinopse Provisoria. In.: Geosul, Revista do Dpto. de geociências/UFSC. nº 1 - ano 1 - 1º semestre/86 Ed. da UFSC. p. 7 a 38.
- SECRETARIA da AGRICULTURA do R.S., 1983. Manual de conservação do solo e água. 2º ed. atualiz. Porto Alegre 1983. 228 p.
- SEGOVIA, J.S.; PALMA, D.A., 1987. Metodologia para El Diagnostico Conservacionista de La Subcuenca Concepcion, Estabelecida En Base a La Metodologia Elaborada pelo Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT). - Plano para Tegucigalpa D.C. Unidade de Cuencas. Servicio Autonomo Nacional de Acuedutos y Alcantarillados. Republica de Honduras. Tegucigalpa. 76 p.:il.
- SEMA, 1982. Análise da experiência estrangeira no gerenciamento dos recursos hídricos. Introdução SEMA, Brasília p. 8-12
- SEMMELMANN, F.R.; BORDAS, M. P.; LANNA, A.E., 1988. Preliminary estimate of bed load using mean grain size distribution data. In.: Sediment Budgets Porceedings of the Porto Alegre Symposium, december 1988). IAHS Pbl. nº 174. p. 293-299.
- SEYFERTH, G., 1974. A colonização alemã no Vale do Itajai-Mirim. Editora Movimento. Porto Alegre: RS. 159 p.
- SEYFERTH, G., 1978. De Bauer a colono: a adaptação dos imigrantes alemães ao meio brasileiro. In: Notícias de "Vicente Só" Brusque- Ontem e Hoje. Ano II - nº6 - abr. mai. jun./78. p. 38-42.
- SEYFERTH, G., 1986. O sistema de colonização e a idealização

- da propriedade da terra. In: Notícias de "Vicente Só" - Brusque Ontem e Hoje. Ano X- nº38- abr. mai. jun. Edição da sociedade Amigos de Brusque. p. 531-537.
- SHORT, G. I., 1986. Total Catchment Management - The Development of a Strategy Concept. In: Journal of Soil conservation New South Wales. Pub. twice yearly by the soil conservation. Service of new south Wales. vol 42,n1 Sidney:Australia. p.72-75.
- SIMIELLI, M. E. R., 1981. Variacão da Capacidade de Uso da Terra - Um Ensaio Metodológico de Cartografia Temática Aplicado ao Município de Jundiaí - SP. Universidade de São Paulo - Instituto de Geografia. Serie Teses e Monografias n. 41. São Paulo. 87 p. il.
- STOCKING, M. 1982. Modelagem de perdas de solo: sugestões para uma aproximação Brasileira. Projeto PNUD/ FAO BRA/ 820"- Relatório da missão Brasileira: Secretaria Nacional de Produção Agropecuária, Secretaria de Recursos Naturais, 1985. 92p. il.
- STRAHLER, A.N., 1974. Geografia Física. El agua del suelo y el balance hídrico. Edições Omega, S.A., Barcelona. Cap. 14- p. 255 a 269.
- SUGUIO, K., 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blucher, ed. da Universidade de São Paulo. 317 p.
- SUNDBORG, A., 1983. Los problemas de la sedimentacion en las cuencas fluviales. La naturaleza y sus recursos. vol. XIX nº2, abril - junho de 1983. p. 10 - 21.
- TAKEDA, F.K., 1960. Notas sobre a geologia de Brusque, Santa Catarina. Album do centenário de Brusque - Sociedade Amigos de Brusque.
- TEIXEIRA KAUL, P.F. & RHEINHEIMER, D., 1974. Projeto Ouro do RGS e SC. Relatório final. DNDM -Relatório Inédito, (s. ident.), V. I, Po. Alegre.
- UFSM, 1986. Manejo integrado da sub-bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim - RS. MEC, UFSM, SFF, DER, CCR, IRGA, FATEC. Santa Maria - RS. 44 p.
- UNESCO, 1970. Representative and experimental basins - an internacioanal guide for researsh and pratice. Edited by C. Toebees and V. Ouryvaev. Printed by Hennes - Hollland, Haarlem. Netherlands. 348 p. :il.
- VEIGA M. da, 1988. Erodibilidade em entressulcos e algumas propriedades físicas, químicas e mineralógicas de solos do Rio Grande do Sul, em laboratório. Dissertação de mestrado Faculdade de Agronomia da UFRGS. Porto Alegre: RS. 116 p.
- VILLELA, S.M.; MATTOS, A., 1975. Hidrologia Aplicada. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 245 p. il.

WAGNER, C.S.; MASSAMBANI, O., 1988. Análise da relação intensidade de chuva - energia cinética de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade a região de SP. Revista Brasileira de ciência do solo - órgão da Soc. Bras. ciência do solo. Campinas - SP. vol.12 nº3 p. 197-203.

WORKING GROUP ON IHP- II PROJECT A 3.2/ UNESCO, 1984. Hydro-environmental Indices: A Review and Evaluation of their use in the Assessment of the Environmental Impacts of Water Projects. Technical Doc. in Hydrology. Ed. by J.R.Card, produced by P.Leentwan with the coop. of the Research Inst. for N.Manegement, Lurgum the Netherlands. Unesco, Paris 17-19