

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UMA CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO
DO USO DOS RECURSOS AMBIENTAIS EM
MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título
de Doutor em Engenharia de Produção

NELSON FREDERICO SEIFFERT

Orientador : Professor Dr. CARLOS LOCH

Coorientador : Professor PhD. EDGAR AUGUSTO LANZER

FLORIANÓPOLIS
ESTADO DE SANTA CATARINA

AGOSTO 1996

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UMA CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO
DO USO DOS RECURSOS AMBIENTAIS EM
MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título
de Doutor em Engenharia de Produção

NELSON FREDERICO SEIFFERT

Orientador : Professor Dr. CARLOS LOCH

Coorientador : Professor PhD. EDGAR AUGUSTO LANZER

FLORIANÓPOLIS
ESTADO DE SANTA CATARINA

AGOSTO 1996



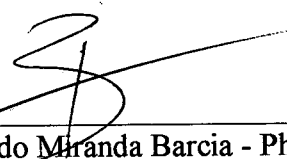
UFSC-BU



UMA CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE OTIMIZAÇÃO DO USO DOS
RECURSOS AMBIENTAIS EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS

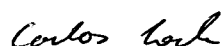
NELSON FREDERICO SEIFFERT

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

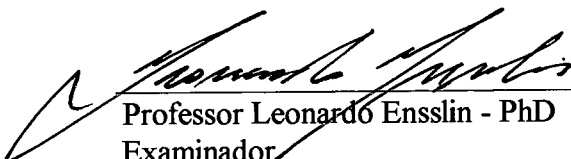


Professor Ricardo Miranda Barcia - PhD
Coordenador do Curso

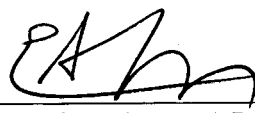
BANCA EXAMINADORA:



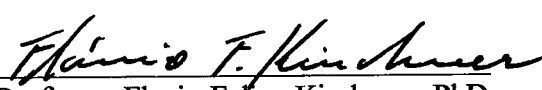
Professor Carlos Loch - Dr
Orientador



Professor Leonardo Ensslin - PhD
Examinador



Professor Edgar Augusto Lanzer - PhD
Coorientador



Professor Flavio Felipe Kirchner - PhD
Examinador Externo



Professor Hans Peter Bähr - Dr. Ing.
Examinador Externo



Professor Norberto Hochheim - Dr
Moderador

À minha Esposa Raquel,
que consegue espalhar
sobre a labuta do cotidiano,
brisas de pura magia,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus sinceros agradecimentos :

Ao Professor Dr. Carlos Loch, pelo apoio dado ao desenvolvimento do trabalho do Curso como Mestre, do trabalho de Tese como Orientador e pelo encaminhamento do Treinamento na Universität Karlsruhe na Alemanha.

Ao Professor PhD Edgar Augusto Lanzer pelo apoio como Mestre, na orientação dos conteúdos da área de Economia.

Ao Professor Dr.Ing. Hans Peter Bähr, pelas orientação do trabalho de atualização e pesquisa no Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung da Universität Karlsruhe na Alemanha, durante o semestre de verão de 1995.

Ao Dr. Paulo Cezar Teixeira Trino, que colocou sua Empresa Aerodata Engenharia de Aerolevantamentos S.A à disposição, para treinamento em Fotogrametria e Sistema Geográfico de Informações durante o período de Fevereiro/Setembro de 1994.

Ao Dr.Hugo Jose Braga, construtor das bases da Pesquisa Agrometeorológica em Santa Catarina, pelas sugestões efetuadas.

À UFSC e aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, por oferecer uma oportunidade valiosa de atualização.

À EMBRAPA, Empresa que sempre prestigiou meu trabalho e à qual devo a oportunidade e a honra de atuar durante 26 anos em Pesquisa Agropecuária.

À EPAGRI, Empresa que acolhe minha participação como pesquisador associado desde 1985 e que prestigiou minha indicação para o curso de doutorado.

Ao CNPq, que através da Bolsa de Estudos viabilizou os investimentos em mapeamento, treinamento em Fotogrametria, levantamento de campo e aperfeiçoamento na Universität Karlsruhe.

SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - Pesquisa ambiental.....	1
1.2 - Natureza do problema.....	2
1.3 - Teorias de suporte às hipóteses.....	3
1.4 - Hipóteses.....	4
1.4.1 - Primeira hipótese.....	4
1.4.2 - Segunda hipótese.....	5
1.5 - Objetivos.....	5
1.5.1 - Objetivo geral.....	6
1.5.2 - Objetivos específicos.....	6
1.6 - Caráter inédito, contribuição científica e relevância.....	6
1.6.1 - Caráter inédito.....	6
1.6.2 - Contribuição científica.....	6
1.6.3 - Relevância.....	7
2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 - Desenvolvimento.....	8
2.1.1 - Ecodesenvolvimento.....	9
2.1.2 - Desenvolvimento sustentável.....	10
2.1.3 - Desenvolvimento global.....	11
2.1.4 - Desenvolvimento e Constituição.....	13
2.1.5 - Desenvolvimento regional e local.....	14
2.1.6 - Desenvolvimento rural.....	15
2.1.7 - Agricultura sustentável.....	17
2.2 - Planejamento do desenvolvimento.....	18
2.2.1 - Planejamento local.....	19
2.2.2 - Planejamento rural.....	20
2.3 - Planejamento do uso dos recursos da terra.....	22

	página
2.3.1 - Planejamento da paisagem.....	24
2.3.2 - Ordenação do espaço territorial.....	25
2.3.3 - Cadastro técnico multifinalitário.....	27
2.3.4 - Planejamento do uso dos recursos em microbacias hidrográficas.....	28
2.4 - Áreas de conhecimento relevantes á análise ambiental.....	30
2.4.1 - Cartografia.....	32
2.4.2 - Sensoriamento remoto.....	34
2.4.3 - Fotogrametria.....	36
2.4.4 - Sistema de informações geográficas.....	37
2.4.5 - Climatologia.....	39
2.4.6 - Geologia.....	43
2.4.7 - Pedologia.....	44
2.4.8 - Hidrologia.....	47
2.4.8.1 - Hidrologia de microbacias hidrográficas.....	53
2.5 - Política ambiental.....	55
2.5.1 - Política ambiental local.....	58
2.5.2 - Política ambiental rural.....	59
2.5.3 - Legislação ambiental.....	61
2.6 - Pesquisa ambiental.....	64
2.7 - Economia.....	70
2.7.1 - Economia ambiental.....	73
2.7.2 - Economia ambiental sustentável.....	77
2.7.3 - Estatística econômico ambiental.....	83
3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
3.1 - Área de estudos e validação.....	86
3.2 - Ação de pesquisa 1.....	86
3.2.1 - Título : Caracterização da natureza das informações.....	86
3.2.2 - Introdução.....	86
3.2.3 - Objetivo.....	88
3.2.4 - Recursos materiais empregados.....	88
3.2.5 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos.....	90
3.2.5.1 - Clima.....	90
3.2.5.2 - Mapa topográfico planialtimétrico.....	90
3.2.5.3 - Mapa de declividade.....	91
3.2.5.4 - Levantamento geológico.....	91
3.2.5.5 - Levantamento de solos.....	92
3.2.5.6 - Levantamento de recursos hídricos.....	95

	página
3.2.5.7 - Levantamento da malha viária e unidades residenciais.....	97
3.2.5.8 - Levantamento da subdivisão territorial.....	99
3.2.5.9 - Levantamento do uso atual da terra.....	100
3.2.5.10 - Mapeamento de glebas individuais.....	102
3.2.5.11 - Monitoramento ambiental através uso de imagens SPOT.....	102
3.2.6 - Aquisição dados sobre estatísticas econômico ambientais descritivas....	104
3.2.6.1 - Dados geopolíticos e demográficos.....	104
3.2.6.2 - Dados econômicos básicos.....	106
3.2.6.3 - Dados sobre desgaste e sobrecarga ambiental.....	106
3.2.6.4 - Estado atual sobre danos ambientais.....	107
3.3 - Ação de pesquisa 2.....	107
3.3.1 - Título: Estruturação de um Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais, setorizado por microbacias hidrográficas.....	107
3.3.2 - Introdução.....	107
3.3.3 - Objetivos.....	111
3.3.4 - Recursos materiais empregados.....	111
3.3.5 - Geração de modelos biofísicos econômico ambientais preditivos.....	111
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	113
4.1 - Caracterização da natureza das informações.....	113
4.1.1 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos.....	114
4.1.1.1 - Clima.....	113
4.1.1.2 - Mapa topográfico planialtimétrico.....	122
4.1.1.3 - Mapa de declividade.....	128
4.1.1.4 - Mapa geológico.....	130
4.1.1.5 - Mapa de solos.....	136
4.1.1.6 - Mapa de recursos hídricos.....	154
4.1.1.7 - Mapa da malha viária e sedes de parcelas ou unidades residenciais.....	161
4.1.1.8 - Mapa da subdivisão territorial.....	164
4.1.1.9 - Mapa do uso atual da terra.....	168
4.1.1.10 - Mapa de glebas individuais.....	170
4.1.1.11 - Monitoramento ambiental através imagens SPOT.....	175
4.1.2 - Aquisição dados sobre estatísticas econômico ambientais descritivas....	176
4.1.2.1 - Dados geopolíticos e demográficos.....	176
4.1.2.2 - Dados econômicos.....	179
4.1.2.2.1 - Microrregião de Criciúma.....	179
4.1.2.2.2 - Município de Cocal do Sul.....	183
4.1.2.2.3 - Microbacia do Rio Cocal.....	186
4.1.2.3 - Dados sobre o desgaste, sobrecarga e danos ambientais.....	188

	página
4.1.2.3.1 - Derivados da saída de matérias primas da microbacia.....	188
4.1.2.3.2 - Derivados da entrada de matérias primas na microbacia.....	188
4.1.2.3.3 - Derivados do uso da água.....	190
4.1.2.3.4 - Derivados do uso do espaço e da terra.....	191
4.1.2.3.5 - Derivados de atividades da agricultura.....	192
4.1.2.3.6 - Derivados da malha viária.....	193
4.1.2.3.7 - Derivados de obras e construções.....	193
4.1.2.3.8 - Derivados da emissão de efluentes da mineração de carvão.....	194
4.1.2.3.9 - Derivados da emissão de efluentes da criação de animais em confinamento e esgotos residenciais da área rural.....	194
4.1.2.3.10 - Derivados de águas servidas da irrigação de arroz.....	195
4.1.2.3.11 - Derivados da emissão de ruídos da atividade de mineração.....	195
4.1.2.3.12 - Derivados de esgotos domésticos e produção de lixo na área de expansão urbana.....	195
4.2 - Estruturação de um Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais, organizado por microbacias hidrográficas - SIMIEA.....	196
4.2.1 - Modelo conceitual do SIMIEA.....	197
4.2.2 - Sistema de informações em meio gráfico e computacional.....	200
4.2.3 - Operação do SIMIEA.....	201
4.2.3.1 - Integração e modelagem de dados.....	201
4.2.4 - Geração de modelos econômico ambientais preditivos.....	202
4.2.4.1 - Mapa de aptidão de uso da terra.....	203
4.2.4.2 - Mapa de gestão dos recursos hídricos.....	210
4.2.4.3 - Mapa de conflito de uso da terra.....	216
4.2.4.4 - Plano de conservação do solo e controle da erosão.....	220
4.2.4.5 - Plano de reordenação da subdivisão do espaço territorial segundo critério geomorfológico e de aptidão de uso da terra.....	222
4.2.4.6 - Planejamento de glebas individuais.....	224
4.2.5 - Políticas de desenvolvimento local.....	227
4.2.5.1 - Intervenções ambientais.....	227
4.2.5.2 - Intervenções econômicas.....	228
4.2.6 - Avaliação dos resultados em relação às hipóteses e objetivos.....	231
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	233
5.1 - Conclusões.....	233
5.1.1 - Quanto ao modelo conceitual do SIMIEA.....	233
5.1.2 - Quanto à contribuição ao processo de otimização do uso de recursos ambientais em microbacias hidrográficas.....	234
5.1.3 - Quanto ao critério de abordagem a nível de microbacia e Município.....	234

	página
5.1.4 - Quanto à avaliação e planejamento do uso dos recursos em parcelas.....	234
5.1.5 - Quanto ao levantamento de Estatísticas Econômicas e Ambientais	235
5.1.6 - Quanto à economia ambiental.....	235
5.1.7 - Quanto à pesquisa ambiental.....	235
5.1.8 - Quanto à Políticas Desenvolvimento Municipal e Integração Regional..	235
5.2 - Recomendações.....	236
5.2.1 - Quanto aos recursos tecnológicos disponíveis para análise econômica e ambiental do território municipal.....	236
5.2.2 - Quanto à difusão do SIMIEA.....	236
5.2.3 - Quanto à reordenação do uso do espaço territorial e controle da degradação do solo.....	237
5.2.4 - Quanto ao monitoramento dos recursos hídricos.....	238
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	239
7 - ANEXOS.....	249

LISTA DE TABELAS

	página
2.1 - Aplicação de dados orbitais para planejamento do uso do espaço físico territorial.....	35
2.2 - Gases climaticamente relevantes para a atmosfera.....	41
3.1 - Classes de declividade utilizadas na classificação da aptidão de uso da terra.....	91
3.2 - Características do sensor SPOT 1 e 2.....	102
3.3 - Classes de dados básicos de estatísticas econômico ambientais.....	105
4.1 - Fontes, níveis de detalhamento e forma de obtenção de informações biofísicas e econômico ambientais descritivas.....	114
4.2 - Direção mensal dos ventos dominantes registrada na Estação Experimental de Urussanga/EPAGRI, no período 1981 a 1991, Latitude 28° 31' S, Longitude 49° 19' W.....	121
4.3 - Classes de declividade e relevo da microbacia do Rio Cocal.....	128
4.4 - Séries, tipos e distribuição de solos na microbacia do Rio Cocal.....	139
4.5 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Vila Nova.....	140
4.6 - Dados de análise química e granulométrica de amostras de solos superficiais da microbacia do Rio Cocal.....	142
4.7 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Cerâmica.....	144
4.8 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Cocal.....	147
4.9 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Lauro Muller.....	149
4.10 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Sanga da Areia.....	152
4.11 - Dados estimativos da disponibilidade de água de escoamento superficial gerada pela bacia de captação da microbacia do Rio Cocal..	156
4.12 - Dados de análise de água a nível exploratório, em 4 épocas do ano e 8 locais da rede de drenagem da microbacia do Rio Cocal.....	159
4.13 - Características da malha viária da microbacia do Rio Cocal.....	164
4.14 - Dados de glebas individuais da microbacia do Rio Cocal.....	167
4.15 - Características do uso atual da terra (Novembro 1992) na microbacia do Rio Cocal.....	170
4.16 - Características espaciais de geologia e de solos da gleba 10.....	171
4.17 - Características de declividade da área da gleba 10.....	171
4.18 - Características do uso atual da terra verificadas na gleba 10.....	174
4.19 - Dados demográficos da Microrregião de Criciúma, Município de Cocal do Sul e Microbacia do Rio Cocal.....	176
4.20 - Dados da renda familiar de munícipes de Cocal do Sul.....	178
4.21 - Dados demográficos e renda familiar da população da microbacia do Rio Cocal.....	179
4.22 - Dados econômicos ligados aos meios de produção da Microrregião de Criciúma.....	181

	página
4.23 - Valor bruto da produção dos principais produtos agropecuários da Microrregião de Criciúma.....	182
4.24 - Produção florestal da Microrregião de Criciúma.....	182
4.25 - Número de cabeças e produção de origem animal da Microrregião de Criciúma.....	183
4.26 - Dados sobre a produção e produtividade agrícola de municípios da Microrregião de Criciúma.....	184
4.27 - Principais atividades econômicas ligadas ao uso agrícola da terra na microbacia do Rio Cocal e Município de Cocal do Sul.....	187
4.28 - Causas do desgaste, sobrecarga e danos ambientais na microbacia do Rio Cocal.....	189
4.29 - Classificação de terras segundo sua aptidão agrícola.....	205
4.30 - Parâmetros utilizados para definição de classes de aptidão de uso agrícola das terras.....	206
4.31 - Critérios observados na classificação da aptidão de uso agrícola das terras da microbacia do Rio Cocal.....	208
4.32 - Dados de solo, uso atual da terra e aptidão de uso da terra de glebas da quadricula 661/662kmE, 6838kmN.....	219

LISTA DE FIGURAS

	página
2.1 - Efeito estufa.....	42
2.2 - Ciclo hidrológico.....	49
2.3 - Balanço energético médio anual.....	52
2.4 - Sistema jurídico ambiental.....	63
2.5 - Representação da otimização do bem estar com auxílio da economia ambiental.....	75
2.6 - Fluxograma do estado ambiental, caracterização da poluição e medidas de controle ambiental.....	84
4.1 - Temperaturas médias, máximas e mínimas anuais no período 1924/93, na Estação Experimental de Urussanga/EPAGRI, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W.....	117
4.2 - Temperaturas média, máxima e mínimas mensais no período 1924/93, na Estação Experimental de Urussanga/EPAGRI, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W.....	117
4.3 - Precipitação média mensal no período de 1924/93, registrada Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W.....	118
4.4 - Precipitação total anual no período 1924/93, registrada na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W.....	119
4.5 - Insolação média mensal no período de 1981/91, registrada na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W.....	120
4.6 - Segmento reduzido da Folha Criciúma SH.22-X-B-IV-1, apresentando a locação do Município de Cocal do Sul e a microbacia do Rio Cocal.....	123
4.7 - Mapa topográfico planialtimétrico da microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul, Santa Catarina.....	124
4.8 - Mapa de declividade microbacia do Rio Cocal gerado por SIG/SPANS..	129
4.9 - Distribuição sequencial, na direção Leste/Oeste, de camadas geológicas da Região Sul de Santa Catarina.....	130
4.10 - Distribuição das camadas das formações geológicas na área da microbacia do Rio Cocal.....	132
4.11 - Mapa geológico da microbacia do Rio Cocal.....	133
4.12 - Mapa detalhado de solos da microbacia do Rio Cocal.....	137
4.13 - Mapa de recursos hídricos da microbacia do Rio Cocal.....	155
4.14 - Mapa da malha viária, sedes de parcelas rurais ou unidades residenciais	162
4.15 - Produção de sedimentos e sua relação com a densidade da malha viária	163
4.16 - Mapa da subdivisão territorial da área da microbacia do Rio Cocal.....	165
4.17 - Mapa do uso atual da terra da microbacia do Rio Cocal.....	169
4.18 - Mapa da formação geológica da gleba 10.....	172
4.19 - Mapa de solos da gleba 10.....	172
4.20 - Mapa de declividade da gleba 10.....	173
4.21 - Mapa de uso atual da terra da gleba 10.....	173
4.22 - Microrregião de abrangência do Município de Cocal do Sul.....	177
4.23 - Diagrama de fluxo de dados do SIMIEA.....	197
4.24 - Modelo conceitual genérico do SIMIEA.....	198

	página
4.25 - Mapa de aptidão de uso da terra da microbacia do Rio Cocal.....	207
4.26 - Mapa de gestão dos recursos hídricos da microbacia do Rio Cocal.....	212
4.27 - Mapa da área de cobertura vegetal natural permanente de proteção da zona ribeirinha da rede de drenagem.....	214
4.28 - Níveis de informação utilizados para integração e modelagem de dados na quadricula de Coordenadas UTM 661/662kmE e 6838/6839kmN.....	217
4.29 - Mapa de conflito de uso da terra, quadricula de Coordenadas UTM 661/662kmE e 6838/6839kmN.....	218
4.30 - Plano de reordenação da subdivisão do espaço territorial segundo critério geomorfológico, Quadricula de Coordenadas UTM 661/662km e 6838/6839kmN.....	225
4.31 - Plano de redimensionamento de parcelas rurais segundo critério de aptidão de uso das terras, Quadricula de Coordenadas UTM 661/662kmE e 6838/6839kmN.....	226

RESUMO

O propósito deste trabalho de pesquisa ambiental, foi desenvolver experimentalmente um Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais (SIMIEA), estruturado em torno de unidades espaciais de microbacias hidrográficas, consideradas como objetos econômico-ambientais coerentes, para análise e intervenção. O escopo do sistema é constituir-se, em uma ferramenta de suporte ao processo local de planejamento do desenvolvimento econômico, dentro de uma ótica de otimização do uso dos recursos ambientais.

O banco de dados do sistema foi formado por modelos ambientais descritivos e modelos econômico ambientais preditivos. Os modelos ambientais descritivos, compõe-se de um bloco de modelos ambientais biofísicos e um bloco de estatísticas econômico ambientais. Na estruturação do bloco de modelos ambientais biofísicos, foram incorporados dez níveis de informações consideradas essenciais, e compreendem: clima, topografia, declividade, geologia, solos, recursos hídricos, malha viária, subdivisão territorial, uso atual da terra e glebas individuais. Os mapas, na escala 1:20.000, constituíram a principal forma de apresentação, integração de dados e análise quantitativa e qualitativa dos recursos ambientais, tendo sido gerados em meio gráfico e digital SIG. No bloco de estatísticas econômico ambientais, os níveis de informação considerados essenciais foram agrupados em três conjuntos de informações principais, constituídos através de: dados demográficos, dados econômicos e dados sobre o desgaste e danos ambientais.

Os modelos ambientais assim organizados, constituíram a base de dados que possibilitou o processamento e integração de dados, que geraram modelos econômico ambientais preditivos e informações, que formaram o principal produto e escopo do sistema. Produtos obtidos, como modelos ambientais biofísicos, modelos econômico ambientais preditivos, planos de uso dos recursos de glebas individuais e políticas de desenvolvimento, através de proposições de intervenções econômicas e ambientais, foram consideradas como evidências, da capacidade do SIMIEA, em gerar informações objetivas, para serem aplicadas ao direcionamento do desenvolvimento local.

Considerações teóricas efetuadas sobre a operacionalidade do modelo do SIMIEA, sobre a Análise Econômica e Economia Ambiental, permitiram visualizar um campo promissor de pesquisa e desenvolvimento do conhecimento a nível de uma Microeconomia Ambiental e Análise Econômica Ambiental.

As conclusões obtidas, permitem afirmar que o emprego de métodos e recursos tecnológicos disponíveis em nosso meio, possibilitam estruturar um Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais, acessível a usuários em geral, suficientemente preciso e acurado para orientar eficientemente um processo de tomada de decisão, voltado para a otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas e sobre políticas locais de desenvolvimento econômico e ambiental.

ABSTRACT

The purpose of this environmental research, was to develop, experimentally a Municipal Economic and Environmental Information System (SIMIEA), adopting criteria of data surveying and grouping around watershed(s) units, considered as proper environmental and economic analysis and intervention objects. The purpose of the system is to constitute an accessible tool to subsidize the local development planning process and environmental resource use optimization.

The system conceptual data bank model, is based on environmental descriptive and economic predictive models. The descriptive environmental models are composed by a block of biophysic environmental models, and a second block of economic environmental statistics. Ten connected information levels, considered essential for the biophysic environmental model, are climate, topography, declivity, geology, soils, water resources, road net, territory subdivision, land use, parcels. Maps in large scale (1:20.000) constitute the main form for presentation, data integration and quantitative and qualitative analysis of enviromental resources, and are produced in graphyc and digital GIS media. In the economic environmental statistics bloc, the essential information levels are grouped into three main sets, demographyc data, economic data and environmental resources degradation and pollution data.

The descriptive models structured, constitue the basic elements which enabling data integration with a view to obtaining the economic environmental predictive models, which are considerd the main output of the system. Outputs obtained, such as economic biophysical models, parcel resource use plans, and development intervention policies, are considered as evidences, of the system adequacy to produce objective quantitative information, to subsidize directions for local economic and environmental development planning processes.

Theoretical considerations accomplished on the SIMIEA model operationality, and on Economic Analysis and Environmental Economy, led to the perception of a new interesting research and knoweledge development field, that could be named as Environmental Microeconomy.

The findings of the research suggest that, given the present conditions, the methodology and technology available, made it possible to structure and operate a Municipal Economic Environmental Information System, since it is not only accessible to general users, but also accurate and precise enough to be able, both to subsidize the decision making process on watesheds resources use optimization and local economic and environmental development policies.

1 - INTRODUÇÃO

A condição recente mais importante para o planejamento do desenvolvimento sustentável é de que a economia e o ambiente estão sendo abordados associados no processo de tomada de decisão.

Com a percepção de que o capital ambiental é finito, vem sendo necessário aprender-se a viver dentro de condições de limitação, através de processos que minimizem o declínio das condições ambientais e utilizem eficientemente a base dos recursos disponíveis (Macnish 1992).

A informação precisa e atualizada sobre a base dos recursos é um componente essencial ao processo de tomada de decisão. Assegurar a sua disponibilidade, numa forma adequada e em uma relação custo benefício atrativa, tem sido um dos principais desafios da pesquisa ambiental.

1.1- Pesquisa ambiental

O Programa de Ação “Agenda 21”, elaborado na Conferência da Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (Rio 1992), sugere que as estratégias de desenvolvimento estejam baseadas à luz de novos resultados de pesquisa, que conduzam à minimização da sobrecarga ambiental e do desgaste dos recursos naturais. Concretamente é previsto, que as ações de desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia sejam baseadas em levantamentos de dados ambientalmente relevantes e o desenvolvimento dos respectivos bancos de dados, nos campos dos recursos naturais e da área social, considerando também a dependência entre a saúde humana e o ambiente. De um modo especial, existe a necessidade de integração de conhecimentos das ciências naturais e da economia, para uma melhor compreensão, sobre quais interrelações da atividade humana causam uma sobrecarga ambiental e suas conseqüências sobre as atividades de produção. É considerado de grande significado a ligação entre os antecedentes de caráter global e sua associação com medidas de caráter regional e local (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1992).

De um modo geral é recomendada a busca de um amplo trabalho entre as áreas de conhecimentos da Engenharia, Ciências Naturais, Economia, Direito e Ciências Sociais, que utilizem a modelagem como instrumento para entendimento do sistema ambiental. Áreas prioritárias de pesquisa estão relacionadas ao ciclo climático, ciclo hidrológico, ciclo de substâncias toxicologicamente relevantes a saúde humana e ao clima, sistemas de uso da terra, economia ambiental e sistemas de informações ambientais.

Um sistema de informações atualizado e confiável em relação à sua precisão e acurácia, inicia-se por um processo eficiente de levantamento de dados e inclui o monitoramento da qualidade dos dados, adequado processamento e fácil acesso aos dados. Neste sentido, uma tarefa importante da pesquisa é desenvolver sistemas de informações de utilização facilitada, para integração de dados sócio-econômicos e ambientais (Federal Environment Ministry, 1995 a).

1.2 - Natureza do Problema

A escala da atividade econômica deveria ser relacionada à capacidade natural dos ecossistemas, para regenerar “inputs” de recursos para a economia e assimilar os fluxos de resíduos da atividade produtiva, sem danos de longo prazo. Uma escala desejável para a atividade econômica seria aquela, que não causasse erosão da capacidade de suporte do ambiente, ao longo do tempo. O que tem sido esquecido é o conjunto dos instrumentos de política para regular a escala da economia.

A Escola de Economistas Ambientais de Londres (Turner 1993), tem argumentado que um estoque não declinante de capital ambiental ao longo do tempo, é uma condição necessária para a sustentabilidade, porque é limitada a possibilidade de substituição nos processos de produção.

A crítica à economia convencional tem argumentado, que a plena contribuição dos elementos componentes e processos que agregam o serviço de suporte à vida suprido pelos ecossistemas, não tem sido capturados em valores econômicos. Também não tem sido levado em consideração na contabilidade econômica, o valor preliminar da estrutura agregada do ecossistema (capacidade de suporte à vida), mesmo porque esta ainda não tem sido mensurada plenamente em termos de valor.

Uma abordagem de sustentabilidade forte (Turner 1993), não é apenas dirigida a uma proteção suficiente ao nível total do capital natural (kn), mas este precisa ser protegido, porque pelo menos algum dos seus componentes (kn crítico), não é sustentável. Isto significa que kn deva ser constante e que esta condição deva ser monitorada e mensurada através de indicadores físicos. Uma sustentabilidade forte não significa uma economia estacionária, mas uma economia de alocação de recursos modificada, em cujo espaço de tempo não sejam afetados os parâmetros globais do ambiente de forma significativa, abaixo do ponto onde a estabilidade (elasticidade) do sistema ou de seus componentes chave sejam ameaçados.

Existe ainda uma ligação essencial entre o desenvolvimento sustentável e a valoração monetária do ambiente em termos de “vontade para pagar”. A indisponibilidade atual de um sistema de valoração ambiental adequadamente desenvolvido, tem limitado a abordagem da sustentabilidade, na qual o ambiente, é considerado como capital.

A nível global a tentativa é corrigir as externalidades, o que significa instituir um critério de valoração dos recursos ambientais e estabelecer a monetarização do uso sobre tais bens. Os problemas de alteração ambiental por outro lado, podem ser abordados quantitativamente de modo concreto, a nível de microeconomia, devendo ser lembrado que o consumo individual e as unidades de produção, que operam a nível de microeconomia, são por excelência, as agências de poluição e depreciação dos recursos naturais (Turner 1993, Wicke 1993).

1.3 - Teorias de suporte à hipótese

A primeira teoria refere-se à estruturação de um sistema de informações ambientais e econômicas, através de recursos do sensoriamento remoto, fotogrametria, cartografia, sistemas de informações geográficas, geologia, pedologia, hidrologia, agronomia e economia. O modelo do banco de dados, deve constituir-se em uma ferramenta de domínio acessível a usuários pouco especializados da maioria dos pequenos municípios predominantes no estado. Seu papel será levantar, armazenar, monitorar, processar dados e gerar informações atualizadas, para subsidiar o planejamento do desenvolvimento econômico e controle da degradação dos recursos

ambientais a nível local. Deverá para isto, ser estruturado em uma escala de detalhamento suficiente, para assegurar um processo de análise e desenvolvimento de propostas de intervenção, aplicação da legislação e educação ambiental, a nível de microeconomia e agentes econômicos locais.

A segunda teoria, refere-se à aplicação dos princípios da análise econômica, da microeconomia e da economia ambiental, à microbacia hidrográfica, e quando aplicados ao conjunto agregado das microbacias situadas dentro dos limites do município, a todo o território municipal. Parte da caracterização do estoque dos recursos, através de uma estatística ambiental e busca traçar cenários preditivos e tendências sobre o comportamento da base dos recursos, em função da evolução da atividade econômica, e proposição de modos sustentáveis de desenvolvimento a nível local.

1.4 - Hipóteses

1.4.1 - Primeira hipótese

Se de um modo geral, inexistem a nível local bancos de dados precisos, atualizados e acessíveis, para subsidiar o processo de planejamento e tomada de decisão sobre políticas de desenvolvimento econômico e uso sustentável da base dos recursos naturais, mas estão disponíveis, conhecimento e tecnologias apropriadas para sua estruturação, poderá ser formulado um sistema municipal de informações econômico ambientais, baseado em unidades naturais de microbacias hidrográficas, consideradas objetos geográfico-sociais coerentes de análise, adaptado às condições operacionais de municípios com escassez de recursos.

Se a hipótese não for rejeitada por suas restrições, deverá indicar uma estrutura básica para um sistema municipal de informações econômico ambientais, seja em uma versão para operação em meio gráfico tradicional, ajustada a um contexto de escassez de recursos, seja um modelo que incorpore recursos computacionais baseado em um sistema de informações geográficas, capaz de crescer em função da ampliação da massa de dados, que poderão ser processados pela expansão do interesse de análise, integração de dados e de planejamento do uso da base de recursos alocados no espaço municipal.

1.4.2 - Segunda hipótese

Se a natureza é um conjunto de processos em contínuo estado de deslocamento, no qual subsistemas menores (microbacias hidrográficas) alteram-se com uma velocidade maior que os sistemas maiores que os contém e se o consumo individual e as unidades de produção, que operam a nível de microeconomia, são as principais agências de degradação e poluição dos recursos ambientais, então é possível, que a partir da quantificação em escala conveniente do estado de desgaste da base dos recursos locais, possam ser aplicados métodos realísticos de quantificação e valoração dos componentes do capital natural, que viabilizem uma base de monetarização de tais bens, a contabilização do capital natural e o desenvolvimento de mecanismos de preços eficientes, para incentivar mudanças de atitude e comportamento dos agentes econômicos locais, em uma direção de um desenvolvimento sustentável.

Se a hipótese não for rejeitada por suas restrições, será possível incorporar ao sistema de informações, modelos econômico ambientais, formados a partir de estatísticas econômico ambientais descritivas e gerar modelos econômico ambientais preditivos, que informem indícios de uma direção de um desenvolvimento econômico sustentável e quais relações podem ser caracterizadas, entre atividades econômicas e o desgaste ambiental a nível local.

1.5 - Objetivos

1.5.1 - Objetivo geral

O propósito da pesquisa foi desenvolver e testar experimentalmente um modelo de Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais, estruturado em torno de microbacias hidrográficas como unidades naturais físico/espaciais/econômicas de análise e intervenção, para servir de suporte ao planejamento do desenvolvimento econômico e da otimização do uso dos recursos ambientais locais.

1.5.3 - Objetivos específicos

i) - Propor critérios de escala, frequência e detalhe para levantamento e estruturação de banco de dados oriundos de recursos biofísicos e econômico ambientais.

ii) - Avaliar a aplicação de métodos de Estatística Ambiental na caracterização do estoque de recursos ambientais e quais recursos naturais, através da atividade de produção e consumo, em determinado período, são desgastados, depreciados ou perturbados.

iii) - Avaliar critérios para quantificação de bens ambientais e do capital natural.

1.6 - Caráter inédito, contribuição científica e relevância

1.6.1 - Caráter inédito

O caráter inédito, constitui-se no fato de que a pesquisa propõe o desenvolvimento de um sistema de informações dos recursos ambientais, que adota a microbacia hidrográfica como unidade espacial de análise, agrupamento de dados, geração de informações e que busca ser apropriado à operacionalização em municípios com recursos escassos.

1.6.2 - Contribuição científica

A pesquisa propõe desenvolver modos adequados de aplicação de dados de sensoriamento remoto e da economia ambiental ao levantamento de dados e manejo dos recursos ambientais. Busca atingir uma solução tecnológica ainda não suficientemente desenvolvida e testada a nível do espaço municipal. É uma tentativa de desenvolver um modelo do ecossistema, através da unidade social-geográfica da microbacia hidrográfica, que possa ser tanto explanatório como preditivo, ao mesmo tempo que busca propor uma metodologia para uma abordagem coordenada para o processo de planejamento.

1.6.3 - Relevância

Tem-se tornado evidente, que o desenvolvimento econômico e o controle da degradação dos recursos ambientais vem sendo cada vez mais dependentes de informações precisas e atualizadas. Por outro lado é no cenário municipal onde verificam-se os efeitos mais contundentes de mau desenvolvimento econômico e da degradação ambiental e onde mais ausentes estão dados atualizados e informações confiáveis em volume suficiente, para dar suporte ao planejamento do uso dos recursos ambientais.

O desenvolvimento de um sistema de informações econômico ambientais, para aplicação ao contexto administrativo municipal, busca atender à necessidade de estruturar uma base de dados efetiva, indispensável ao processo de planejamento do uso da base dos recursos naturais e construídos a nível local.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

A orientação seguida no processo de revisão buscou enfatizar aspectos relevantes ao planejamento do desenvolvimento a nível local, as principais áreas de conhecimento, tecnologias disponíveis para este propósito e efetuou um aprofundamento nos itens ligados à política ambiental e economia ambiental.

2.1 - Desenvolvimento

As teorias do desenvolvimento divulgadas após a segunda guerra mundial, demonstravam um estreito economicismo, deixando a idéia de que se fosse assegurado o crescimento rápido das forças de produção, estaria desencadeado um processo completo de desenvolvimento, que se estenderia aos demais campos da atividade humana.

A própria definição da palavra desenvolvimento está associada originalmente à idéia de crescimento, aumento, progresso ou estágio econômico, social e político, caracterizado por altos índices de rendimento dos fatores de produção, recursos naturais, capital e trabalho (Ferreira 1986). Esta definição está limitada a uma visão estreita do desenvolvimento, associado ao crescimento econômico. Esta concepção, centrada na idéia de “quanto mais melhor”, ao invés de orientar as finalidades do desenvolvimento, concentra-se na instrumentação do aumento da oferta de bens e serviços. Não avalia diferenças qualitativas entre uma proposta de desenvolvimento “bom” e um desenvolvimento defeituoso, onde pesam conseqüências, como um baixo grau de satisfação das necessidades humanas de grande parte da população, e os custos ambientais transferidos para a sociedade, pelos processos adotados para o crescimento da produção.

Esta abordagem economicista não atende a uma perspectiva contemporânea, porque o conceito de desenvolvimento precisa ser alargado ao social e cultural, para

chegar a um conceito de modo de vida, e mais diretamente a um conceito de projeto de civilização (Sachs 1986 a).

As conclusões derivadas da Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, de Junho 1992 no Rio de Janeiro, onde participaram 150 países, indicaram através da “Declaração do Rio”, do “Programa de Ação AGENDA 21”, e da organização de uma “Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável”, fundamentações para uma redefinição do conceito de desenvolvimento e formulação de políticas de desenvolvimento (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1992).

2.1.1 - Ecodesenvolvimento

O termo ecodesenvolvimento surgiu no decorrer da primeira reunião do Programa das Nações Unidas para o Ambiente em Genebra 1973, como fruto de uma análise sistêmica sobre os limites do crescimento econômico. Caracterizava-se por ser uma concepção alternativa para direcionar ações em zonas rurais dos países em desenvolvimento e sensível à preocupação ambiental. Propunha uma gestão mais racional dos ecossistemas locais, aliada à valorização da criatividade das populações locais.

Este conceito inicial foi reelaborado posteriormente por Sachs (Sachs 1986 a) Sachs 1986 b), designando um estilo de desenvolvimento, orientado para a busca da autonomia e satisfação prioritária das necessidades básicas das populações. O meio ambiente passou a ser pensado, como um amplo potencial de recursos a ser corretamente identificado com ajuda da pesquisa científica e valorizado segundo critérios de prudência ecológica. O conceito designa também uma diretriz de ação, visando facilitar a formulação de políticas e estratégias específicas de harmonização, entre as atividades sócio-econômicas e a gestão racional do meio ambiente biofísico natural e construído.

2.1.2 - Desenvolvimento sustentável

Uma nova visão de desenvolvimento sustentável foi proposta pela AGENDA 21, onde a economia de mercado vem sendo orientada ecológicamente, para que possa ser alterada a tendência atual de crescimento econômico com degradação ambiental.

Uma base importante para suportar o desenvolvimento poderá ser criada pela implementação de reformas estruturais consideráveis, nos campos das políticas, industrial, tráfego, energia e agricultura, através de uma abordagem ambiental preventiva (Federal Ministry for The Environment 1992a). Os problemas nacionais e globais tem indicado que as práticas industriais intensivas e seus sistemas de valores associados, que atualmente prevalecem no mundo industrializado, não podem formar a base para o desenvolvimento a longo prazo. A abordagem que tem sido praticada pela economia, indústria, e estilo de vida, além de não ser suportável em uma base duradoura, sobrecarrega o ambiente e também causa problemas para os países em desenvolvimento, através da drenagem de suas matérias primas.

Um processo de desenvolvimento sustentável, precisa ser compatível com o ambiente e representa a decisão de uso cauteloso e avarento de matérias primas, de recursos de água e energia, da agricultura e florestamento, do espaço e povoamento, da rede de tráfego e comunicações, de atividades de consumo e lazer, sobre a decisão de estruturas sociais e sobre planejamento familiar (Federal Ministry for the Environment 1994).

Desenvolvimento sustentável, significa em primeiro lugar uma melhora da eficiência do uso de matérias primas, energia, das atividades econômicas de uso do espaço superficial, mas também a manutenção no longo prazo, das funções potenciais da natureza (Statistisches Bundesamt 1994).

Nas próximas décadas será necessário desenvolver uma economia que possa fazer a transição para um desenvolvimento sustentável, o qual é plenamente consistente com uma economia de livre mercado, que incorpore em cada transação, seus plenos custos. Poluição e resíduos são custos reais, que precisam ser internalizados e ser pagos. Os problemas envolvidos na criação de uma síntese entre consciência ambiental e os princípios fundamentais de uma economia industrial não são excludentes. É importante compreender, que crescimento como o atual, que continua à degradar o ambiente e

desgastar os recursos de uma forma não sustentável está conduzindo à bancarrota tanto do ambiente como a economia (Strong 1990).

2.1.3 - Desenvolvimento global

As abordagens tradicionais para o desenvolvimento, tem falhado em transformar países subdesenvolvidos e conduzi-los a uma situação livre de conflito. Não alcançou sucesso em atingir crescimento na maioria dos países em desenvolvimento e falhou em reduzir a pobreza e alcançar um estágio de progresso sustentável.

Tem-se tornado imperativa uma nova definição de desenvolvimento, como uma tarefa global, de características internacionais, mesmo porque existe um contínuo crescimento de uma globalização da economia mundial e crescente interdependência entre países, nos campos econômico, social e ambiental.

Uma nova abordagem de desenvolvimento não deverá apenas gerar crescimento econômico, mas deve tornar seus benefícios equitativamente disponíveis e tornar possível às pessoas participarem nas decisões que afetam suas vidas. No seu âmago, o desenvolvimento precisa ser sobre a melhora do bem estar humano, pela eliminação da fome, doença, ignorância e disponibilidade de emprego para todos. O desenvolvimento pode ser reconhecido como a tarefa mais importante de nosso tempo e precisa segundo Boutros-Gahli (1995), ser visto nas diferentes dimensões que o constituem :

- i) - Paz, como fundamentação
- ii) - Economia, como motor gerador do progresso econômico
- iii) - Proteção ambiental, como base da sustentabilidade
- iv) - Justiça social, como pilar da sociedade humana
- v) - Democracia, como base de governo

A experiência de países que atingiram rápido desenvolvimento, pode ser vista como uma escolha consciente pelo Estado de uma estratégia nítida de crescimento. O Estado foi o motivador, para que a economia pudesse crescer e transformar o crescimento em formas aceitáveis, para seus componentes políticos. Independente do modo de produção adotado, o crescimento sustentável esteve assentado sobre a acumulação do capital físico humano e institucional.

Em diversos países ricos ou pobres, décadas de uso ambiental desregrado, deixaram com resultado grandes áreas degradadas, contaminadas e inadequadas para suportar atividades econômicas alternativas rentáveis. A preservação do estoque ambiental e a racionalização de seu uso, estão entre as mais importantes atitudes que indivíduos, sociedade e o Estado precisam assumir (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1992).

Em muitos países, adequações institucionais, são o maior obstáculo para o desenho e implementação de projetos ambientalmente responsáveis. Por isto, precisa ser reforçada a sua capacidade nacional para delinear e implementar políticas ambientais. Indivíduos e comunidades, freqüentemente carecem de informações sobre o impacto ambiental ou sobre formas de baixo custo para evitar danos. Políticas que promovam a cooperação técnica e uso eficiente dos recursos podem ajudar a encontrar soluções para os desafios ambientais.

A chave para implementar a sustentabilidade, não é necessariamente produzir menos, mas produzir de forma diferente. Os governos detém a responsabilidade de promover com urgência a conscientização ambiental. Conscientização, pode ser o mais significativo fator para alcançar a cooperação de todos os segmentos da sociedade para com uma forma de desenvolvimento sustentável (Boutros-Gahli 1995).

As pessoas são o principal recurso de um país. Seu bem estar define o desenvolvimento. Sua energia, iniciativa e características, definem e determinam a natureza e a direção do desenvolvimento.

Em grande parte do mundo em desenvolvimento, pobreza, doenças, necessidade por educação, estagnação econômica, infra-estrutura e indústrias decadentes e profunda desorientação social, são problemas que o desenvolvimento precisa atacar. Entre os países ricos, o crescimento de uma classe baixa discriminada, a chegada de um número crescente de imigrantes, o crescimento da xenofobia e atitudes de exclusão, são realidades que precisam ser resolvidas, se estas sociedades devam continuar avançando em seu desenvolvimento.

Uma tarefa imensa como o desenvolvimento não pode ser assumida por uma população, cuja premência diária de sua maioria é amearhar suficiente alimento e recuperar-se da subnutrição e doença. Uma população debilitada e deseducada, não pode competir em uma economia mundial crescentemente complexa. Enquanto o investimento

em capital físico é um importante aspecto para estimular o crescimento econômico, investimento em desenvolvimento humano é investimento em competitividade sustentável. O Estado precisa liderar e facilitar um processo, em que seja dada consideração ao direito e justiça social, dentro da estrutura da economia de mercado. A ênfase deve ser dirigida a ações que promovam o desenvolvimento humano. Educação, serviços de saúde, moradia, bem estar social e justiça, são áreas nas quais a ação governamental é freqüentemente necessária e insubstituível (Declaração do Rio 1992).

2.1.4 - Desenvolvimento e Constituição

Na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, dois aspectos fundamentais foram ressaltados, o papel do Estado e as atribuições entre os níveis de governo federal, estadual e municipal. O objetivo foi limitar a ação governamental e fortalecer a iniciativa privada nos setores da economia e atribuir maiores responsabilidades aos Estados e Municípios, quanto à promoção do seu próprio desenvolvimento (Brasil 1988).

A Constituição do Estado de Santa Catarina de 1989, no seu Artigo 138, explicita que a política de desenvolvimento regional, será definida com base nos aspectos sociais, econômicos, culturais e ecológicos, assegurando:

- i) - Equilíbrio entre o desenvolvimento social e econômico
- ii) - Harmonia entre o desenvolvimento rural e urbano
- iii) - Ordenação territorial
- iv) - Uso adequado dos recursos naturais
- v) - Proteção ao patrimônio cultural
- vi) - Erradicação da pobreza e dos fatores de marginalização
- vii) - Redução das desigualdades sociais e econômicas

Em seu Artigo 140, explicita, que a Política Municipal de Desenvolvimento Urbano, atenderá ao pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e ao bem estar de seus habitantes. Informa ainda em parágrafo único, que o Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de 20.000 habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana. O Artigo 141, em seu parágrafo único, informa que as microbacias hidrográficas, constituem unidades

básicas de planejamento do uso, conservação e recuperação dos recursos naturais. Em seu Artigo 144, expressa que a política de desenvolvimento rural, será planejada, executada e avaliada na forma da lei, observando a legislação federal, com participação efetiva das classes produtores, trabalhadores rurais, técnicos e profissionais da área e dos setores de comercialização, armazenamento e transportes (Ribas Jr.1989).

2.1.5 - Desenvolvimento Regional e Local

A política de desenvolvimento regional, parte de uma idéia de integração, na qual o potencial regional de desenvolvimento possa ser convenientemente acoplado a seu contexto ambiental. O conceito está centrado sobre uma teoria de interdependência da produção e consumo e salienta a importância da proposição pelo Estado, de um plano de desenvolvimento de longo prazo, que ofereça um cenário quantitativo e qualitativo de desenvolvimento para cada sub-região e que caracterize o seu acoplamento ao desenvolvimento da região como um todo. O potencial de desenvolvimento regional, está também assentado sobre os efeitos do crescimento do bem estar regional, pela subdivisão do trabalho e da atividade econômica de produção intra-regional.

O comércio que surge como consequência da utilização de vantagens competitivas na produção e obtenção de bens, a nível intra-regional e extra-regional, conduz a ganhos de bem estar, que beneficiam a região como um todo. As estratégias de desenvolvimento recomendam, que as regiões e microrregiões caracterizem detalhadamente e utilizem estas vantagens, associando-se para complementar seus interesses econômicos comuns.

A teoria aponta em uma direção de uma maior especialização regional, quando trata-se de abordagem inter-regional ou especialização microrregional, quando a abordagem for intra-regional. A realização de suas vantagens competitivas, conduz necessariamente a um incremento nos ganhos de bem estar em conjunto, enquanto assegura sustentabilidade através da manutenção de diferentes especializações e conseqüente fluxo econômico de recursos na região como um todo. Torna-se com isto consistente o estabelecimento de uma rede intra-regional das estruturas de produção, comércio e fluxos econômicos (Scharff 1993).



A necessidade de uma proposta de planejamento do desenvolvimento regional, nasce da constatação de que a política de desenvolvimento de nível nacional é freqüentemente excessivamente remota e que as propostas de desenvolvimento local (municipal), são excessivamente paroquiais. O planejamento regional, possibilita a integração de um enfoque mais econômico de nível nacional, com o planejamento mais físico e de uso dos recursos da terra, tipicamente municipal. É na escala municipal, que melhor se consegue inicialmente, traduzir uma política de desenvolvimento, em sua forma física (Ratcliffe 1992).

Pela Constituição Federal de 1988, as maiores responsabilidades quanto à promoção do desenvolvimento, cabem aos Estados (desenvolvimento regional) e aos Municípios (desenvolvimento local). A nível de Município, embora seja proposto um instrumento para promoção do desenvolvimento urbano (plano diretor), o espaço extra-urbano não é abordado, na medida que preocupa-se primordialmente com a expansão urbana, havendo em geral uma lacuna, pela não incorporação do planejamento do desenvolvimento para a área rural.

2.1.6 - Desenvolvimento rural

As áreas rurais do município suprem simultâneamente espaço físico para o cultivo de plantas, criação de animais, suprimento de água, produção de energia, suprimento de minérios, espaço para expansão urbana, industrial e infra-estrutura, atividades de recreação e lazer e espaço para preservação de recursos naturais.

Em todos os países, a atividade econômica rural ocupa a maior parte da superfície do território em relação a outras formas de uso. Os proprietários rurais, detém o potencial para afetar de forma significativa o ambiente, pelo modo como podem intervir no ecossistema na busca da exploração econômica dos recursos naturais, disponíveis dentro dos limites de sua gleba. Na verdade são responsáveis por manejar um ecossistema dinâmico extremamente complexo, sem deter o domínio das conseqüências deflagradas pela atividade de produção que desenvolvem, sobre o ambiente que cerca seu estabelecimento (Macnish 1992, Dale & Mclaughlin 1990).

No desenvolvimento rural, a abundância da disponibilidade de recursos naturais desempenha um papel crítico, e deve ser compreendido que os recursos de terra arável,

suprimento de água e de minerais, é finito. Embora a tecnologia possa incrementar a produção por unidade de superfície, tem sido necessário a contínua expansão das áreas de produção em função do crescimento populacional. Os programas de desenvolvimento, para atender metas de ampliação da oferta de alimentos e matérias primas procedentes da área rural, tem apenas olhado para o curto prazo e não tem incluído a preocupação sobre a aptidão de uso da terra ou da degradação dos recursos ambientais (Macnish 1992).

Progressivamente, maiores áreas de solos pouco adequados tem sido exigidos para incorporação à atividade de produção agrícola, encarecendo o custo, pela sua baixa capacidade natural de produção e necessidade de investimentos para correção de suas deficiências. Sistemas baseados na exploração intensiva dos recursos da terra, como cultivos sucessivos, irrigação, superlotação animal, geralmente tem conduzido a um rápido declínio na habilidade produtiva do solo, o que é particularmente evidente em solos rasos, pouco férteis e declivosos.

A concentração dos corpos de água e reservas de água potável nas áreas rurais, são cruciais para abastecimento dos centros urbanos, produção industrial e geração de energia, além de seu uso para produção agrícola e animal “in situ”. A disponibilidade de água potável é limitada, e não poderá atender demandas crescentes, a partir de certos limites.

O planejamento do desenvolvimento rural, precisa por isto incluir espaços de armazenagem de água e preservação de mananciais para suprir as exigências de usos múltiplos e consumo de água. Além da disponibilidade, assegurar a qualidade da água tem crescido de importância, porque o modo de desenvolvimento da economia, não se tem preocupado, e pouca atenção tem sido dada às águas servidas. Como consequência, a maioria dos cursos de água está poluído em grande parte de seus trechos. Esgotos e resíduos residenciais, combinam-se com poluentes agrícolas (fertilizantes, agrotóxicos, óleos minerais, dejetos animais) carregados pelo escoamento superficial, afetando a qualidade da água, tanto na rede superficial de drenagem, como o lençol subterrâneo. Isto tem afetado à jusante, os ambientes estuarinos e marinhos, fontes significativas de proteína consumidas diariamente.

Grandes áreas da superfície rural vem sendo degradadas pela mineração (carvão mineral, argila, areia, rocha), onde a escavação e revolvimento da superfície, tem

causado a perda irreparável de áreas e sua difícil realocação para usos alternativos (Ratcliffe 1992, Macnish 1990, Macnish 1992).

2.1.7 - Agricultura sustentável

Existem soluções tecnológicas para grande parte das causas de degradação na área rural, mas a questão central é a necessidade de mudanças fundamentais em nossas atitudes frente ao ambiente e os sistemas de produção atuais, se quisermos estancar o seu comprometimento e instituir em seu lugar, sistemas de produção agrícola ambientalmente sustentáveis (Macnish 1992). Os objetivos de produção agrícola sustentável, incorporam definições de decisões sobre o uso da terra, que englobam componentes físicos, sociais, econômicos e políticos de longo prazo. Melhoras do bem estar e do ganho econômico não precisam ser feitas às expensas do desgaste ambiental. A agricultura pode ser sustentável na medida, que supre as necessidades atuais da sociedade e no longo prazo assegura a produção econômica e a viabilidade futura da base dos recursos ambientais.

A agricultura é sustentável dentro do limite de produtividade da base dos recursos disponíveis em cada ecossistema. Sobreutilização pode acelerar os processos de desgaste. Sistemas auto-sustentáveis, buscam operar o ecossistema de forma a conservar o seu potencial produtivo ou mesmo melhorar a sua capacidade. Irrigação, drenagem, aporte de nutrientes, melhora da estrutura física e orgânica, são estratégias que tem demonstrado respostas favoráveis sobre a produtividade, embora em muitos casos, tenha trazido efeitos adversos como salinização, contaminação de águas superficiais e subterrâneas, eutrofização e erosão.

Tem cabido ao Estado a iniciativa de induzir os produtores a adotar medidas de manejo que controlem a degradação. O poder público municipal representa a comunidade e precisa assumir a responsabilidade da decisão, sobre a implementação de planos de desenvolvimento de uso sustentável dos recursos ambientais localizados na área rural do município. Os processos de negociação entre interesses competitivos, e a implementação de planos eficazes, ocorrem melhor quando existe um processo rico em informações, base sobre a qual deverá estar assentado o processo de tomada de decisão, quanto ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável (Farley 1990).

2.2 - Planejamento do desenvolvimento

A intervenção do Estado tem sido aceita em diferentes graus e em muitos aspectos da vida diária, dentro de um modelo de economia de mercado, porque a atuação privada, freqüentemente tem resultado em desigualdades e divergências, entre custos privados voluntários e custos involuntários das ações privadas. Além disto, o suprimento limitado de bens públicos, tais como espaço livre, ar puro, água potável e conseqüências da atividade humana, como acúmulo de resíduos, monopólio, instabilidade econômica, necessitam uma abordagem integrada e de longo prazo.

Estes problemas têm fugido ao escopo do empreendimento privado, e precisam ser assumidos por mecanismos de controle, como o planejamento do desenvolvimento comunal, cuja tarefa é atribuição do Estado (Ratcliffe 1992).

O planejamento regional busca desenvolver propostas para a solução de problemas futuros, e tende primariamente a atender problemas econômicos, sociais e ambientais. O enfoque econômico, está mais preocupado com a estrutura econômica de uma grande área e seu nível de prosperidade. Trabalha mais com os mecanismos de mercado, e olha o ambiente em uma pequena escala de detalhe. Já o planejamento da estrutura física de uma área, como uso da terra, estruturas de engenharia, exige uma escala grande de detalhamento, porque busca em sua origem a regulação e controle do desenvolvimento local (FAO 1993).

Segundo Huebner (1995) a cooperação comunal (municipal), para a estruturação do planejamento regional é incerta. Isto ocorre porque os interesses das comunidades crescem mais em torno de objetivos econômicos pragmáticos, com pouca visão global e orientadas em torno de colocar medidas concretas sob um mesmo contexto administrativo. Surge então a questão, de que, se a abordagem deva ser uma regionalização da política municipal ou a municipalização da política regional. É consenso no entanto, que a cooperação comunal é um complemento importante na formulação de uma política de desenvolvimento regional, para que não ocorra obstrução dos potenciais econômicos das comunidades individuais. Uma política de regionalização, deverá apoiar o desenvolvimento de um trabalho comunal conjunto, para ampliar um diálogo com orientação regional entre as comunidades.

2.2.1 - Planejamento local

Planos de desenvolvimento local, devem incorporar propostas para a área urbana e rural do município, e em sua estrutura devem buscar introduzir ao contexto local, orientações de políticas de nível nacional, regional, econômica, social e ambiental. Procura ainda, de forma cooperativa, acoplar-se em certo grau de detalhe, com os planos de municípios vizinhos. Em sua estrutura, é um documento acompanhado por ilustrações e mapas, e não está amarrado a datas específicas, porque suas ações demandam diferentes escalas de tempo. Além de dirigir atenção a aspectos que demandam tratamento de curto prazo, indica uma base para julgamento de necessidades públicas, como moradia, emprego, comunicação e serviços públicos em geral.

Existem muitos tipos de planos locais, mas todos consistem de mapas junto com textos. Não existe um tipo padrão, e as escalas utilizadas variam de 1:25.000 para áreas rurais, 1:10.000 para povoados e pequenas cidades e 1:2.000 ou maiores, para áreas urbanas centrais. Em decorrência da crescente complexidade dos problemas urbanos, rurais e ambientais, o governo local está sob crescente pressão para suprir uma demanda ampliada de serviços. Neste sentido os planos de desenvolvimento atendem algumas funções essenciais:

- i) - Orientam estrategicamente planos estruturais
- ii) - Suprem uma base detalhada para controle do desenvolvimento
- iii) - Suprem uma base para coordenação do desenvolvimento
- iv) - Tornam público características e detalhes do planejamento
- v) - Suprem uma filosofia, uma política comum, definem instrumentos de ação (GTZ 1993, Ratcliffe 1992)

O propósito do planejamento local, deve ser alcançar um estado satisfatório de prosperidade e bem estar social e econômico da comunidade, dentro de uma condição ambiental de qualidade elevada. Isto não tem sido alcançado em termos gerais. Um maior entendimento sobre as circunstâncias das condições físicas e sociais vem sendo necessária, e considera-se que uma visão sistêmica, pode suprir esta condição.

A aplicação da abordagem sistêmica ao contexto da administração de recursos urbanos e rurais, tem apresentado dificuldades, pela grande quantidade de elementos diferentes envolvidos. Requer sobretudo uma grande quantidade de informação precisa e

atualizada, que raramente tem estado disponível, mas vem apresentando crescente aplicação, pela introdução de sistemas computacionais SIG (Ratcliffe 1992).

2.2.2 - Planejamento Rural

O planejamento rural tem permanecido, via de regra, negligenciado dentro do processo geral de desenvolvimento municipal, o qual se tem concentrado largamente sobre o planejamento urbano (Plano Diretor). Embora a distinção entre espaço urbano e rural, em muitas regiões, venha tornando-se crescentemente pouco claro e muitas políticas urbanas tenham uma dimensão rural, a situação de moradia, emprego, transporte e suprimento de serviços é, em geral, bastante distinta entre o ambiente rural e urbano. Um planejamento claro e coesivo, para adoção de políticas que atendam às suas circunstâncias específicas é portanto desejável (Baden Württemberg Ministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Umwelt 1979).

Um fato que chama a atenção, é que tem sido efetuado muito pouco esforço de planejamento, e que existe muito pouco material publicado sobre o planejamento do desenvolvimento rural a nível municipal. Ao mesmo tempo, alterações demográficas, ligadas à migração do meio rural, crescimento populacional em centros urbanos, a manutenção da estabilidade populacional em pequenas cidades economicamente dinâmicas, pode ser largamente atribuído ao declínio na disponibilidade de postos de trabalho no meio rural, deficiência de serviços públicos e sociais, falhas na implementação de empreendimentos de processamento industrial de pequena escala, escassez de trabalho para mulheres, efeitos de isolamento e discriminação sobre a comunidade rural.

Embora a produção agrícola seja ainda mentalizada como a principal atividade econômica do meio rural, e não corresponda mais com a realidade atual, a inadequação do processo de planejamento para a tomada de decisão a nível local, tem conduzido a um baixo aproveitamento das políticas de desenvolvimento da agricultura de nível nacional e regional (Bundesministerium Für Ernährung, Landwirtschaft Und Forsten 1994, Ratcliffe 1992).

Com o objetivo de atender a sociedade para a qual o planejamento deve operar, para identificar suas necessidades e problemas, para ter uma compreensão mais completa de seus múltiplos elementos de interação, para formular políticas e efetuar escolhas, para avaliar estas políticas na prática e para ajustá-las, quando necessário, o planejador municipal precisa estar equipado com algumas ferramentas e técnicas.

O planejamento precisa estar baseado sobre conhecimentos, conhecimento depende de informação, e a informação depende de levantamentos.

Pelo fato da complexidade da natureza dos dados que intervém no planejamento urbano e rural, e a necessidade de serem apresentados em uma forma compreensível, torna-se necessário um processo de levantamento detalhado de dados de componentes relevantes, tanto do ambiente natural como construído. Estas informações precisam adicionalmente estarem numa forma analisável, para permitir a compreensão das relações e implicações que existem entre estes componentes. Complementarmente, um conjunto de técnicas, que facilitam a análise, devem ser empregadas para apoiar os processos de previsão que serão demandados.

Os principais componentes de tal base de informações compreendem dados físicos espaciais, demográficos, emprego, indústria, moradia, serviços, comércio, transporte, lazer e recreação.

A natureza, escala e forma do ambiente, é o espaço sobre o qual o plano se desenvolve. O conhecimento e registro da topografia, geologia, clima, minérios, solo agrícola, fontes de degradação e poluição e cobertura vegetal, são dados primários exigidos para o planejamento do uso do espaço físico territorial. Com esta informação, é possível construir mapas de uso atual da terra e mapas preditivos, que indiquem a direção potencial do futuro desenvolvimento urbano e rural do município.

É importante que estes mapas de uso da terra sejam mantidos atualizados, para que o registro de mudanças auxilie a entender a natureza do crescimento urbano e padrão de ocupação do solo. No espaço urbano, os mapas necessitam registrar as estruturas urbanas, como malha viária, rede de drenagem, esgotos, rede elétrica, etc.. Uma apreciação do tamanho, densidade, características e distribuição da população, é o ponto de partida para a estruturação de planos de desenvolvimento local. Sem o conhecimento das necessidades atuais e futuras da comunidade, em termos de tamanho da família, idade e estrutura da população, o planejamento é inviável. O estudo da

população conduz naturalmente às necessidades de emprego, demanda por trabalho e o conseqüente nível de desemprego em um contexto local e regional. Com esta informação é possível influenciar a busca de uma ótima distribuição do uso do espaço, entre usos competitivos, pela identificação das diferentes demandas de emprego produtivos, básicos e de serviços.

Da alocação de emprego, surge a necessidade de acomodação e o planejamento pode ocupar-se com a tarefa de propor níveis de tamanho, condição, distribuição, densidade, crescimento e ocupação do espaço residencial, moradia, comércio e indústria. Em função da densidade populacional e da base dos recursos é possível elaborar proposta futuras para locação de centros de abastecimento e comercialização de bens, prever a mais adequada locação de atividades de transformação, estocagem, industrialização, educação e treinamento de mão de obra.

Um dos principais fatores que contribuem para o desenvolvimento local é o acesso à sua base de recursos. Isto inclui circulação de pessoas, mercadorias e matérias primas, e envolve o estudo e alocação de espaço físico para a estruturação de uma malha viária eficiente.

O crescimento econômico da população e do tempo livre, tem ampliado a demanda por recreação. Esta passou a ser um tema importante de planejamento para utilização da base dos recursos naturais, localizados nas áreas rurais, onde o contato com a natureza tem o potencial de atrair pessoas para atividades de lazer e recreação (Bundesministerium Für Ernährung, Landwirtschaft Und Forsten 1994, Ratcliffe 1992, Baden Württemberg Ministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Umwelt 1979).

2.3 - Planejamento do uso dos recursos da terra

O planejamento do uso dos recursos da terra é entendido como a caracterização sistemática de fatores físicos, sociais e econômicos, de forma a dar suporte aos usuários da terra, na seleção de opções, que incrementem a produtividade da terra, que esta produção seja sustentável e que atenda às necessidades da sociedade.

O objetivo é selecionar e colocar em prática, aqueles usos da terra, que melhor atendam às necessidades da população, enquanto é preservada a base dos recursos para o futuro. Engloba todos os tipos de uso do espaço rural, como agricultura, criação,

florestamento, lazer, turismo, mineração, expansão urbana e industrial e preservação (FAO 1993).

Ao nível regional, as prioridades nacionais são incorporadas, buscando compatibilizar conflitos de interesses e busca estabelecer projetos de desenvolvimento que incorporem áreas de assentamento, esquemas de irrigação e drenagem, reflorestamento e áreas de preservação. Preocupa-se também com a necessidade de infra-estrutura, tais como suprimento de água, malha viária, facilidades de mercado e orientações de manejo para sistemas melhorados de uso de solos, dentro da área de uma bacia hidrográfica ou Estado.

O nível local de planejamento, pode compreender um Município, uma microbacia hidrográfica, ou um povoado. Busca cooptar o conhecimento da comunidade no desenvolvimento do planejamento, no qual a experiência e o conhecimento local dos usuários da terra é mobilizado para identificação das prioridades de desenvolvimento e operacionalização do plano. Exemplos de planos de uso da terra são, desenho de um sistema de irrigação, programa de controle de erosão e conservação dos solos, desenho da infra-estrutura da malha viária, centros de armazenagem/estocagem de insumos, zoneamento de cultivos, rede de coleta e processamento de leite, entre outros.

O planejamento do uso da terra nestes diferentes aspectos, necessita informações em diferentes escalas e níveis de generalização, e a maioria destas informações são obtidas através de mapas.

Planejamento regional requer detalhamento a ser mapeado em escala 1:50.000, embora algum tipo de informação possa estar sumarizado em escala 1:250.000.

Para o planejamento local, mapas em escala 1:25.000 e 1:5.000 são os mais usados.

Em geral não existe uma clara separação entre planejamento do uso da terra e outros aspectos do desenvolvimento rural e o plano precisa ser implementado por diversas agências do Estado, ligadas à agricultura, meio ambiente, extensão rural, e outros setores ligados à economia local (FAO 1993).

2.3.1 - Planejamento da paisagem

O planejamento da paisagem é um instrumento novo, e que tem demonstrado crescente importância, porque tem assegurado que tanto o desenvolvimento econômico como a demanda por espaço, podem ocorrer de maneira ambientalmente sadia (Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1994).

A base natural da vida representada pelo solo, água, ar, plantas e animais, é indispensável para o bem estar físico, emocional e espiritual do ser humano, e para os demais seres vivos, que tem o direito natural de viver e proliferar no ambiente. Esta base natural vem sendo colocada em perigo pela atividade humana, que tem poluído o solo, a água e o ar, com substâncias detrimenais e tem ameaçado o hábitat natural de plantas e espécies animais. Para minimizar estes problemas, é proposto um planejamento proativo, que tem por orientação central, que a capacidade do ecossistema, a disponibilidade de recursos naturais, as espécies de plantas e animais e a diversidade, caráter e beleza da paisagem, devem ser mantidas de uma forma permanente. O principal escopo é salvaguardar a capacidade do ecossistema.

O planejamento da paisagem é um planejamento espacial, e que está preocupado com a paisagem, como um sistema da “habitats”, e inclui níveis de planejamento regional e local, sendo elaborado em diferentes escalas, Estado 1:500.000/1:250.000, bacia hidrográfica 1:50.000/1:25.000, comunidade/microbacia 1:10.000/1:5.000, ecologia urbana 1:2.500/1:1.000 (Bundesministerium Für Umwelt, Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1994).

Como regra, planos regionais da paisagem são sugeridos pelo Estado e planos locais são preparados pelas comunidades, porque os Municípios necessitam tomar a iniciativa em planejar a proteção da natureza e o manejo de sua paisagem. Este planejamento é a base de informação para a legislação ambiental e para a regulação do impacto ambiental e do relatório de impacto ambiental. Projetos individuais (mineração, drenagem, construção de estradas, instalações industriais, expansão urbana), necessitam ser submetidos à aprovação, segundo sua adequação à orientações encontradas nos planos de paisagem. Este passa a ser uma base para o processo de tomada de decisão, e posicionamento em relação a outros projetos privados ou públicos, cujos interesses são

impostos à comunidade. Busca ainda salvaguardar a capacidade do ecossistema de regenerar e regular os fatores abióticos do ambiente, como solo, água, atmosfera e clima.

Um aspecto que vem crescendo de importância, em função de uma demanda ampliada sobre o espaço territorial, refere-se ao uso de áreas situadas em zonas que oferecem perigo. Deslizamentos e inundações, tem causado destruição em povoados, cidades, morte de pessoas, destruição de colheitas e da malha viária, e são indicativos da necessidade de uma preocupação preventiva.

O mapeamento de informações e o zoneamento de zonas propensas a desastres naturais, apresentam especial importância para a reordenação do uso do espaço. A adequação da localização da população em relação às condições da natureza e fora das zonas de perigo, com base na informação geográfica, pode colocar o risco dentro de um âmbito administrável e reduzido. Isto tem sido particularmente válido para regiões montanhosas e áreas situadas em vales, próximo à rede de drenagem em bacias hidrográficas. O modo de desenvolvimento caracterizado pelo "laissez faire" vem infringindo constantemente os limites de tolerância ambiental e tem conduzido a uma estrutura de ocupação do espaço e sobrecarga sobre o ambiente, que coloca constantemente em perigo a vida humana. Modificações como assentamentos residenciais e modificações da cobertura vegetal em determinados locais de encostas ou junto a rede de drenagem, associados a determinados regimes de águas, conduziram a configuração de uma condição crítica. O zoneamento de áreas de risco, apresenta grande valor e configura um campo especial de planejamento, que envolve considerações sobre geologia, comportamento climático, tipos de uso e erodibilidade do solo, inundações e conformação de microbacias hidrográficas (Österreichischen Raumordnung Konferenz 1986).

2.3.2 - Ordenação do espaço territorial

O replanejamento da estrutura agrária, busca através da racionalização da produção, manter uma atividade rural economicamente competitiva, com precedência sobre a unidade territorial da parcela, e com isto, a adequação do redimensionamento da unidade produtiva. A estrutura de ocupação espacial tem fortes implicações sobre as funções econômicas, ambientais e sociais do espaço territorial. Por esta razão, o

replanejamento da estrutura agrária, busca verificar as possibilidades de desenvolvimento rural, e formular novas alternativas para o uso do espaço rural, através de unidades econômica e ambientalmente viáveis.

A manutenção da força de trabalho rural, a proteção da natureza e o tratamento e recomposição da fisionomia rural (as feições do ambiente natural, vegetação, campos, matas, cursos de água, fauna e flora), proteção da água e oportunidades de lazer, são nestes aspectos, importantes características complementares à agricultura, e para as quais as demandas atuais de planejamento da estrutura rural, devem orientar-se.

Esta abordagem, tem sido a orientação apropriada para ajustar as atividades produtivas do ambiente rural para todas as funções do espaço territorial, e com isto projetar-se na verdadeira vocação do uso social da terra e da perspectiva de desenvolvimento comunitário. A proposta de ordenação do espaço rural é uma abordagem mais abrangente de desenvolvimento, porque incorpora todas as possibilidades do espaço territorial (inclusive não agrárias), representadas pela infraestrutura, povoamento, negócios e considerações ambientais (Bundesministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Forsten 1994).

O reordenamento e saneamento do espaço rural conduz à melhora da estrutura agrária, através de medidas de reaglutinação de parcelas, superposição de caminhos agrícolas e reconfiguração da malha viária, ordenação do uso da água em fazendas e residencias familiares e melhoramento do solo. Os resultados obtidos são a redução dos custos de produção, elevação da produtividade e viabilização de uma elevação no ganho econômico das famílias rurais. A excessiva subdivisão do espaço agrícola, leva necessariamente a formas de exploração da terra ineficientes e predatórias, ocorrendo o contrário em áreas onde as unidades de produção são maiores, que possibilitam ganhos de trabalho compensadores, porque comportam formas de produção mais eficazes e sustentáveis (Baden Württemberg Ministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Umwelt 1979).

2.3.3 - Cadastro Técnico Multifinalitário

O Cadastro é um sistema de informações do espaço territorial, no qual os dados são organizados em torno da unidade territorial jurídica da parcela (lote, imóvel, propriedade, fazenda). As informações sobre as parcelas são necessárias para um grande conjunto de atividades econômicas, tendo como usuários, proprietários, compradores, advogados, avalistas e planejadores do uso da terra, e agências governamentais nos níveis local, estadual e nacional (Loch 1993, Dale & Mclaughlin 1990).

O cadastro técnico multifinalitário, pode ser definido como um sistema de grande escala (1:25.000/ 1:2.000), orientado para a comunidade, destinado a servir organizações públicas e privadas e aos cidadãos individualmente, e apresenta as seguintes características:

- i) - Adota a parcela como unidade fundamental de organização espacial
- ii) - Relaciona uma série de registros à parcela, tais como posse da terra, valor da terra, uso da terra
- iii) - Seus principais componentes são uma estrutura espacialmente georeferenciada
- iv) - Incorpora um programa de mapas básicos sobre o qual a informação cadastral é sobreposta

Dados físicos, associados à cada parcela, como água , geologia, vegetação, objetos construídos, bem como dados abstratos ,como propriedade, divisas administrativas, valor da terra, uso da terra, dados sobre inventário e mapeamento completam a base de informações do sistema (Loch 1993, Loch 1990, Dale & Mclaughlin 1990, Barwinski 1989, Blachut 1979, Blachut 1974, Shelton 1969).

A cartografia cadastral, ao propiciar uma descrição pormenorizada do território e da propriedade das parcelas que compõe a superfície, é o principal referencial para caracterização da posse jurídica da propriedade. Constitui-se em um instrumento de apoio fundamental para avaliação fiscal, como base objetiva e rigorosa para uma efetiva equidade na tributação. Por suas funções indispensáveis ao suporte do desenvolvimento econômico, o cadastro tornou-se também um instrumento fundamental para ordenamento do espaço territorial (Loch 1993, Liberato 1989, Loch & Lapolli 1989).

O Cadastro Técnico no Brasil, foi criado pela Lei 4.504/64 - Estatuto da Terra, e instituído o Sistema Nacional de Cadastro Rural, pela Lei 5.868/72 que foi regulamentada pelo Decreto 72.106/73. Conforme explicitado na Lei, o Sistema Nacional de Cadastro Rural tem por objetivo, promover a integração e sistematização da coleta, pesquisa e tratamento de dados e informações sobre o uso e posse da terra. Entre as finalidades primordiais o sistema propõe efetuar o levantamento sistemático de imóveis rurais para reconhecer as condições vigentes na estrutura fundiária, com objetivos de:

- i) - Fornecer dados e elementos de orientação da política agrícola, a ser executada pelos órgãos federais estaduais e municipais
- ii) - Fornecer dados e elementos de informação, necessários a formulação do Plano Nacional e Regional de Reforma Agrária e Colonização
- ii) - Fornecer dados necessários a aplicação do critério de lançamentos fiscais e tributos do INCRA(Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária)

Propõe adicionalmente a obtenção de dados necessários a análise microeconômica e dados para a orientação da assistência técnica e creditícia ao produtor rural. A Lei estabelece ainda, que a implementação da estrutura e dos levantamentos cadastrais, será realizada pelo INCRA, podendo este, valer-se de convênios para sua execução, através de Órgãos Regionais, Estados e Municípios, casos em que estes receberão assistência técnica e financeira do governo federal (Brasil 1983).

2.3.4 - Planejamento do uso dos recursos em microbacias hidrográficas

Como decorrência da conscientização sobre a gravidade dos problemas de inundações, surgidos no Vale do Itajai, o governo do Estado de Santa Catarina, instituiu um Programa de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas, que iniciou-se em 1991 e com previsão de execução em um prazo de quinze anos (ICEPA 1988).

O projeto teve por objetivo recuperar e conservar a capacidade produtiva dos solos e controlar a poluição no espaço rural, conduzindo ao aumento sustentável da produtividade, do trabalho e da renda líquida dos produtores rurais. Os trabalhos foram previstos para serem executados em 520 das 1683 microbacias hidrográficas

identificadas, numa primeira fase do trabalho em 7 anos, atingindo 69.340 produtores rurais em 143 municípios catarinenses.

A estratégia de trabalho em microbacias, está assentada prioritariamente em aumentar a cobertura vegetal e melhorar a estrutura dos solos e controlar o escoamento superficial das águas pluviais.

A nível federal, sob a supervisão do Ministério da Agricultura, o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH), tem por objetivo promover o adequado aproveitamento agropecuário dessas unidades ecológicas, mediante adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais (Pompeu 1996).

2.4 - Áreas de conhecimento relevantes à análise ambiental

Uma ordenação espacial que oriente o planejamento do uso da terra no longo prazo, necessita estar fundamentada por informações amplas e confiáveis.

O desenvolvimento de uma base tecnológica, na qual a informação é organizada, analisada e apresentada com referência a sua locação, tem sido crescentemente demandada por organizações estatais e privadas. Existe uma clara percepção, de que a análise dentro de um contexto espacial, tem-se tornado tão crítica para o processo de tomada de decisão quanto custo e tempo. Isto tem forçado uma mudança de atitude com relação a coleta, manipulação, uso e publicação de dados, que precisam ser acessados, analisados e utilizados para formular estratégias e influenciar políticas de desenvolvimento.

A preocupação com o ambiente e o surgimento de problemas de degradação ambiental, que tem manifestado impactos que ultrapassam limites locais e regionais, vem impulsionando a busca de tecnologias, que possibilitem monitorar e avaliar a evolução ambiental.

Pensar espacialmente tem sido o âmago do método de pesquisa, levantamento, análise e caracterização da condição ambiental. Baseia-se na informação que inclui dados de locação, representados na forma de mapas ou relatórios referidos a um contexto geográfico definido (Intera Tydac 1991, Intera Tydac 1992).

Dados de sensoriamento remoto derivados de fotografias aéreas e métodos de registro não fotográfico, vem sendo usados complementarmente para atender demandas de planejamento e necessidade de dados de observação sistemática da superfície terrestre (Barret & Curtis 1992, Bähr & Vögtle 1991, Schneider 1984, Inpe 1980).

Nos estados desenvolvidos, uma organização estatal com ramificações a nível regional e local, detém a responsabilidade para coleta, registro sistemático de dados de observação sobre a evolução do uso do espaço, produção de mapas e informações sobre a condição ambiental, sendo reconhecida como estratégica e fundamental para dar suporte ao planejamento da ocupação do território. Seu objetivo é atender a demanda por informações sobre o espaço territorial, sua natureza, economia e povoamento (Jeschor & Bleiel 1989, Schneider 1984, Shelton 1969).

Um sistema de informações sobre o espaço territorial pode ser definido como uma combinação de recursos humanos, acoplado a um processo de organização e procedimentos, que geram informações para dar suporte à necessidade de planejamento e tomada de decisão sobre os recursos ambientais.

A utilidade do sistema irá depender de sua precisão, riqueza de informações, facilidade de acesso e sobretudo do benefício que deverá proporcionar a usuários que demandam conhecimentos, tais como :

- i) - Informação ambiental, cujo foco primário é a delimitação de zonas ambientais, associadas a fenômenos específicos, físicos, químicos, bióticos, econômicos e sociais.
- ii) - Informações de infra-estrutura, cuja ênfase é a engenharia (malha viária, drenagem, etc.).
- iii) - Informação cadastral, referente à unidade territorial, sua posse, uso, aspectos jurídicos e fiscais.
- iv) - Informação sócio econômica como censo estatístico, mercado, preços.

Os produtos de informação gerados pelo sistema, são expedidos na forma de mapas, títulos, laudos e dados para planejamento e orientação profissional. Oferece dados na forma de atributos físicos ou numéricos, na forma de dados espaciais como mapas e dados temporais indicativos de valor.

Os atributos descritivos podem estar relacionados à características de solos e atividades que ocorrem sobre as terras ou entre as parcelas. Os componentes locacionais são assinalados em mapas, em termos de pontos, linhas ou polígonos e incorporam tipos de relações espaciais como:

- i) - Geométricas, nas quais os dados são referenciados a um sistema preciso de coordenadas espaciais.
- ii) - Cartográficas, no qual os dados são generalizados e simbolizados.
- iii) - Topológicos, nos quais são definidas a localização relativa e as relações não métricas espaciais de vários temas.

Os sistemas de informações ambientais podem ser estruturados para operação manual ou computacional e embora os sistemas informatizados tragam grandes vantagens, os sistemas manuais tradicionais, ainda continuarão a operar, por ajustar-se à objetivos e condições de recursos escassos, de países em desenvolvimento. O que é

importante, é a implementação de um sistema eficaz, baseado em pessoal adequadamente treinado, administrado de forma competente, sob uma estrutura institucional claramente definida (Dale & Mclaughlin 1990).

2.4.1 - Cartografia

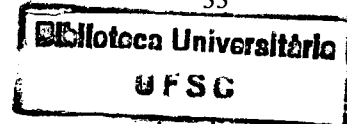
A cartografia é a arte de conceber, levantar, redigir e divulgar mapas, que são representações geométricas, planas, simplificadas e convencionais, de todo ou parte da superfície terrestre, numa relação de similitude conveniente, denominada escala (Joly 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

O mapa é uma imagem incompleta do terreno por ser uma construção seletiva, sendo um modelo de fenômenos que ocorrem em determinada superfície terrestre. Sua escala, além de ser uma relação matemática é um fator de aproximação do terreno. Determina um certo nível de análise, em função do espaço que busca cobrir e dos detalhes que precisa atingir. É condição de precisão, de legibilidade, de boa apresentação e da eficiência do mapa.

A cartografia topográfica é uma cartografia de precisão levantada em grande escala. Os mapas surgidos destes levantamentos são denominados mapas base e a partir dos quais são obtidos mapas derivados, com escala cada vez menor. A localização de lugares geográficos deve ser obtida com o máximo de precisão e fidelidade e qualquer ponto, pode ser definido em relação ao sistema de referências fixas, que denominam-se coordenadas terrestres ou geográficas. A Geodésia aplicada, permite cobrir o território com uma rede de pontos exatamente conhecidos em termos de posição e altitude.

Os mapas topográficos, tem por objetivo a representação exata e detalhada da superfície no que se refere a sua posição, forma, dimensões e identificação de acidentes do terreno, assim como dos objetos concretos, que aí se encontram permanentemente. Nele são encontrados os elementos visíveis da paisagem e podem ser efetuadas medidas precisas de ângulos, direções, distâncias, desníveis e superfícies. Como a precisão diminui com a escala, são considerados mapas topográficos apenas aqueles que situam-se em escalas entre 1:10.000 a 1:100.000.

Os mapas base, resultam diretamente destes levantamentos, efetuados no campo ou em fotografias aéreas, transferidas para uma quadrícula geodésica e por um sistema



de projeções judiciosamente escolhido. Em mapas oficiais, os erros operacionais aceitáveis são sempre inferiores ao erro graficamente possível no desenho, estimado em 0,2mm (Joly 1990).

Mapas derivados do mapa base são obtidos pela redução da escala e pela generalização dos traçados e representações. Assim um mapa de 1:25.000 dará origem a um mapa de 1:50.000, 1:100.000 , e assim por diante (Joly 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

Analisar o espaço geográfico constituído pelo meio sólido (litosfera), meio líquido (hidrosfera), meio gasoso (atmosfera) e meio biológico (biosfera), tornou-se o segundo objetivo da cartografia, através de uma cartografia temática.

A cartografia temática cobre todos os mapas que tratam de outros temas, além da simples representação do terreno. A obtenção de informações temáticas, através de levantamentos é tarefa de especialistas, sendo obtida pela observação de campo e pela pesquisa em fotografias aéreas. Inicialmente efetua-se a fotointerpretação, na qual são discernidas as formas e os objetos, desde que tenham dimensão suficiente. Além de dados fornecidos pelo contraste e tonalidade, a observação do relevo no estereoscópio, facilita a análise e interpretação. Pela fotointerpretação é destacada a importância relativa de cada componente, sua significação no conjunto e suas correlações. Este trabalho é completado pelo controle efetuado por reambulação, para ajuste e eliminação de erros de interpretação (Martinelli 1991, Joly 1990, Carver 1988).

Os métodos de mapeamento usualmente empregados tem lançado mão de três técnicas principais, constituídas pelo levantamento de campo, sensoriamento remoto e fotogrametria. Cada uma delas utiliza uma série de tecnologias, que diferem nos princípios e práticas de medição, mas que são considerados complementares entre si. Cada situação define, se a utilização de um ou sua combinação, produzem os melhores resultados no delineamento, registro e apresentação de dados espacialmente referenciados.

2.4.2 - Sensoriamento remoto

O sensoriamento remoto (SR) tem-se demonstrado uma tecnologia eficiente para o inventário e manutenção de registros atualizados do uso da terra, sendo considerada a

principal ferramenta para estruturação de bancos de dados necessários ao processamento de análise e planejamento do uso do espaço físico territorial (Barret & Curtis 1992, Bähr & Vögtle 1991, Dale & Mclaughlin 1990, Loch 1990, Schneider 1984, Inpe 1980).

O SR está baseado no princípio de que um fluxo de radiação eletromagnética (luz solar), ao propagar-se no espaço, pode interagir com a superfície dos objetos, podendo ser refletido, absorvido ou reemitido. As variações destas interações dependem fortemente das propriedades físico-químicas dos elementos irradiados e o fluxo resultante, constitui uma valiosa fonte de informações à respeito dos objetos existentes na superfície terrestre.

Esta idéia básica tem motivado a criação de equipamentos que situados à grande distância dos alvos naturais, podem detectar e registrar o fluxo da radiação eletromagnética proveniente dos mesmos. As informações obtidas na forma de imagens são então analisadas e informam dados sobre o comportamento da atividade na superfície terrestre. A utilização de sistemas sensores a nível aéreo (conduzidos por aeronaves), ou orbital (acoplados em satélites ou ônibus espacial), permitem a aquisição de imagens dos alvos naturais, manifestados de forma característica no fluxo de radiação eletromagnética que refletem. Tais imagens, quando obtidas em faixas espectrais adequadas, permitem um máximo de discriminação entre alvos e constituem um meio rápido e eficiente para a detecção de detalhes da superfície analisada.

O SR é um conjunto de técnicas, que estende a percepção humana além do espectro visível, porque analisa os objetos a partir da radiação que emitem ou refletem. Cada objeto possui uma característica espectral específica (assinatura espectral), que fornece pistas para sua identificação.

Parte da inadequação das imagens de satélite para propósitos de mapeamento e inaccurácias na interpretação, resultam de um baixo nível de resolução do sistema de varredura. Para o sistema Landsat-TM, o pixel (unidade de resolução) é do tamanho médio de aproximadamente 30m x 30m e para o SPOT pancromático 10m x 10m. As imagens Landsat possibilitam mapeamento, na melhor das hipóteses 1:100.000 e Spot 1:50.000. Os sistemas "scanner", ainda não podem competir em termos de acurácia geométrica, com os métodos fotogramétricos (Bähr & Vögtle).

O tipo e quantidade de informação sobre o uso da terra, que podem ser obtidos por diferentes sensores, depende da altitude de operação e da resolução de cada sensor.

De um modo geral, são usados complementarmente dados de diversos produtos de sensores, os quais são transferidos para um mapa base. Diferentes sensores fornecem dados numa gama de resolução, dependente da altitude da tomada de imagens e da escala. Segundo Bähr & Vögtle (1991), em relação ao imageamento orbital, as seguintes aplicações podem ser citadas como exemplo de uso, Tabela 2.1:

Tabela 2.1 - Aplicações de dados orbitais para planejamento do uso do espaço físico territorial

Área de planejamento	Nível estadual	Nível Regional	Nível Municipal
Planejamento da ordenação espacial	Plano de desenvolvimento da Paisagem	Plano de desenvolvimento Regional	Plano de desenvolvimento Municipal
Planejamento da paisagem	Programa estadual da paisagem	Plano Regional da paisagem	Plano Municipal da paisagem
Escala de trabalho	≥ 1:100.000	≥ 1:50.000	≥ 1:25.000
Limite de resolução	250m x 250m	100m x 100m	25m x 25m
Exemplo	Estado	Região do Estado	Glebas municipais
Sistema de imageamento	Landsat-MSS	Landsat-TM	MSS, TM, Spot

Fonte : adaptado de Bähr & Vögtle 1991

O tamanho do espaço a ser analisado define a escolha do tipo de imageamento, que pode necessitar grande detalhamento, através de fotografias aéreas como por exemplo escala 1:1.000, até um nível de informação generalizado, como no caso de uma imagem de satélite na escala 1:500.000. Na prática são definidas algumas escalas padrões, como 1:50.000 a 1:25.000 para cartas topográficas municipais, 1:200.000 para mapas de uso da terra regionais.

O imageamento aéreo sistemático efetuado por aeronaves a cada cinco anos, tem sido a fonte básica de dados para o mapeamento municipal e regional. A fotografia aérea é considerada um instrumento primário de observação, pela densidade de informações

capturadas, pelo valor documental de registro de todas as características da superfície terrestre, e pelo detalhamento que pode oferecer por sua escala de resolução (Schneider 1984).

2.4.3 - Fotogrametria

Sob a designação de fotogrametria (medição em fotografias) entende-se a reconstrução de objetos em termos de forma e posição a partir de imagens fotográficas (Loch & Lapolli 1989, Jeschor & Bleiel 1989).

Na medição em fotografias aéreas, são utilizadas via de regra fotografias verticais. Para o aerolevanteamento fotográfico, é efetuado um trabalho de campo preliminar, onde são adensados o número de pontos de referência (através de sinais demarcados no terreno), para amarração à rede geodésica de controle. Com isto é possível relacionar os demais pontos do modelo do terreno ao centro de projeção da fotografia e serem caracterizados pontos quanto à sua posição, altura, serem medidos e plotados cartograficamente.

Através do uso de uma câmara fotográfica acoplada ao avião e controlada eletronicamente, são tomadas imagens a intervalos regulares da superfície enquanto o avião efetua o vôo à determinada altura, cobrindo faixas pré-determinadas do terreno.

As fotografias individuais sobrepõe-se na direção de vôo em torno de 60% e transversalmente em torno de 30%. Esta sobreposição de cada duas fotos (pares estereoscópicos) é necessária para que o modelo tridimensional do terreno possa ser posteriormente interpretado e medido estereoscópicamente. Com estes pares estereoscópicos é efetuado o mapeamento topográfico através de equipamentos de restituição, que reconstróem os conteúdos das fotografias em uma escala apropriada, na forma de um modelo espacial do terreno, que pode ser posteriormente reproduzido em meio gráfico ou digital.

Os dados obtidos de medições terrestres e de medições em fotografias aéreas, são o material básico para o trabalho cartográfico de elaboração das cartas topográficas.

A grande maioria dos mapas topográficos produzidos e utilizados a nível mundial, deve sua qualidade e quantidade a métodos fotogramétricos de obtenção (Jeschor & Bleiel 1989, Schneider 1984).

Atualmente a fotogrametria está evoluindo da fotogrametria analítica para fotogrametria digital através da incorporação de tecnologia computacional e tem evoluído também, ligando-se tecnologicamente com o sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (Helawa 1992, Bähr & Vögtle 1991).

Segundo Helawa (1992), durante as últimas décadas a fotogrametria cresceu fundamentalmente como arte e ciência e tornou-se a ferramenta de mapeamento dominante em todo o mundo. A utilização da triangulação analítica e ajustamento de blocos e o emprego de “plotters” analíticos, tem assumido uma posição de relevância como instrumentos fotogramétricos atuais preferidos. Recentemente a fotogrametria analítica vem sendo substituída pela fotogrametria digital, cujas raízes estão na tecnologia computacional e imageamento computacional. A fotogrametria estabeleceu alianças estratégicas com o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIG), mas deve ser salientado que o domínio da fotogrametria é a medição. A fotogrametria é a guardiã da acurácia e integridade métrica e é neste papel de importância fundamental, que oferece espaço sobre o qual estas alianças tecnológicas podem construir novas estruturas.

A humanidade necessita crescentemente de informações acuradas sobre a posição de objetos sobre a superfície terrestre, e para isto medidas acuradas precisam ser feitas. A fotogrametria é a ferramenta de medição para a realização destas medições, mesmo após o advento do GPS (Global Positioning System) e a fotogrametria digital tem possibilitado estabelecer uma relação matemática precisa, entre o “pixel” do sensor, e a superfície terrestre, (pixel é o elemento mínimo de resolução espacial na imagem) Barret & Curtis (1992), Bähr & Vögtle (1991).

2.4.4 - Sistema de Informações Geográficas

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) ou Geographic Information System (GIS) pode atualmente ser conceituado de forma sumarizada, como um sistema de processamento de dados, que apoiando-se em processo gráficos, captura dados espacialmente referenciados, administra e processa dados para a aplicação nos campos das geodisciplinas.

O SIG é um banco de dados geocodificado, que armazena, gerencia, recupera e processa informações digitais georeferenciadas, proveniente de imagens, mapas, dados estatísticos e descritivos. O ambiente computacional permite analisar dados de forma integrada, com o objetivo de obtenção de soluções rápidas e precisas, para problemas relacionados ao comportamento espacial de dados (GTZ 1994, Assad & Sano 1993, Bähr & Vögthle 1991, Dale & Mclaughlin 1990).

Os produtos gerados pelo SR, constituem a principal fonte de entrada de dados para o SIG. Existem no mercado diversos sistemas, entre os quais podem ser citados Arcinfo, Easi Pace, Erdas, Spans, Spring, Grass, entre outros.

O SIG revolucionou o modo como as informações geográficas, tais como mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e estatísticas são usados na pesquisa e nos processos de planejamento, porque a localização tornou-se um dado crítico para o processo de tomada de decisão (Dale & Mclaughlin 1990). O fator que distingue o SIG de outros sistemas de armazenagem e recuperação de informações é o uso da locação formal de características em um espaço de coordenadas, como princípio fundamental de referenciamento. A computação gráfica do SIG, permite visualizar respostas estatisticamente na forma de mapas, diagramas ou desenhos, que revelam conseqüências de estratégias propostas no tempo.

O SIG evoluiu da geografia e geodisciplinas, cuja necessidade era converter mapas em registros digitais e capturar, armazenar e manter dados na forma digital. Foi necessário desenvolver tecnologia de “hardware” e “software” para converter, expor e reproduzir mapas. Embora a cartografia automatizada seja a base do SIG, foi necessário também desenvolver um braço computacional, para atender à necessidade de integrar, analisar e criar informação. Pela abundância de dados e análise complexas, foram desenvolvidos algoritmos espaciais e modelos computacionais especiais. O SIG supre a ferramenta e métodos para combinar ou integrar estes dados, em um formato que possibilita a sua comparação. Assim como é possível analisar informações espaciais para extrair conhecimento, também é possível usar relacionamentos conhecidos para modelar geograficamente a saída ou predizer o produto de um conjunto de condições.

As relações de modelagem, são expressas dentro do SIG, como algoritmos ou fórmulas matemáticas, que executam cálculos necessários aos modelos. Outra característica relevante é sua habilidade para questionar interativamente dados sobre o

mapa. Como os dados da base são referenciados geograficamente, apontar para a localização significa acesso a dados associados com a localização.

Um banco de dados SIG é a captura em ambiente computacional do mapa gráfico e representa um modelo geográfico da realidade. Estes modelos compreendem três dimensões da realidade, a dimensão espacial (onde algo está locado), a dimensão temática (o caráter da localização e do objeto que ocupa tal localização) e a dimensão temporal (a comparação das alterações dos dados ao longo do tempo), Intera Tydac (1991).

O SIG/SPANS (Spatial Analysis System) utilizado no presente projeto é produzido pela Intera Tydac Technologies Inc de Ottawa, Canada e foi desenvolvido nos anos 80 para objetivos de planejamento regional, sendo formulado inteiramente para plataformas PC. O SPANS é desenhado para profissionais que desejam uma ferramenta baseada em computador pessoal ou "workstation", com grande capacidade de integração de dados, de análise e modelagem. Pode processar dados complexos geograficamente referenciados, em todas as estruturas chave, raster, vector, quadtree. Por sua adaptabilidade, tem sido recomendado para uma larga faixa de aplicações, incluindo análise ambiental, planejamento do uso da terra, planejamento do uso de recursos hídricos, economia, entre outros (Intera Tydac 1992).

2.4.5 - Climatologia

O clima é definido como sendo o conjunto de condições meteorológicas (temperatura, pressão atmosférica, ventos, umidade, precipitação), características do estado médio da atmosfera, em um dado ponto da superfície terrestre.

A climatologia é o ramo da geografia física, que trata dos climas da terra, analisando-os do ponto de vista estático ou através de suas principais manifestações.

Os inventários de recursos climáticos para fins de zoneamento agrícola e estudos de produtividade de plantas, baseiam-se primariamente na quantificação de condições de temperatura e umidade, obtidas em estações terrestres de monitoramento. A quantificação de atributos ligados à temperatura, definem zonas térmicas, com regimes de temperatura prevalentes e são indicativos para diferenças de adaptabilidade de cultivos (FAO 1991).

Nas últimas décadas surgiu um grande interesse sobre a climatologia de um ponto de vista global, resultante da conscientização de que a atuação humana vem exercendo uma influência poderosa e detrimental sobre as camadas baixas da atmosfera, através de práticas que promovem um aquecimento global (efeito estufa) e da descoberta do impacto da atividade humana sobre a camada de ozônio, situada sobre as regiões polares e suas adjacências.

O estudo e monitoramento do clima, tradicionalmente ocupado com a previsão do tempo (meteorologia) e zoneamento climático (agrometeorologia), passou nos últimos anos a incorporar um tema de grande importância, ligado ao exame das mudanças climáticas globais e visa o entendimento do sistema terrestre mais acuradamente. O SR através de satélites climatológicos, tem oferecido ferramentas que são necessárias para atender este desafio (Barret & Curtis 1992).

No passado o desenvolvimento da climatologia como um campo de estudo global, encontrava-se limitado pela inadequação de dados. Os satélites tem auxiliado enormemente em corrigir esta deficiência. A modelagem do balanço de energia e radiação, distribuição da umidade atmosférica, precipitação, ventos e sistemas sinóptico de tempo, tem-se beneficiado de forma expressiva da mensuração efetuada pelos sensores dos satélites Tiros, Nimbus e Noah, Erbs (Earth Radiation Budget Satellite), Noha 9 e 10, que desenvolvem experimentação sobre o balanço da radiação (Barret & Curtis 1992).

O sistema climático é altamente complexo e está constituído por quatro grandes subsistemas, atmosfera, oceanos, massas terrestres e massas de geleiras continentais. Entre estes subsistemas existem diferentes escalas de tempo, trocas de energia e trocas de matéria. Através da atividade humana, tem sido modificada a composição química da atmosfera e modificadas as características da superfície terrestre, ambas com grande influência sobre o clima (Deutschland 1994). A ampliação da exploração e a expansão da superfície utilizada por atividades agrícolas, associadas à interferência geral do ser humano nos ecossistemas naturais, tem influenciado de forma detectável o ciclo natural da troca de energia terrestre e e com isto conduzindo à modificações do clima regional e global.

Um exemplo marcante da influência sobre o clima é em relação às atividades humanas que resultam na elevação da concentração de gases climaticamente relevantes

na atmosfera, que tem introduzido uma perturbação no balanço energético, denominado efeito estufa antropogênico, Figura 2.1.

Medidas efetuadas durante longos períodos de tempo em estações localizadas ao longo do globo e análise de camadas de gelo obtidos através de sondagem de geleiras nos polos, com idades de até 200.000 anos, tem possibilitado provar que o homem tem alterado a composição química da atmosfera e em particular dos gases ligados ao efeito estufa, de uma forma substancial e a um ritmo cada vez mais acentuado. Desde o início da industrialização, as concentrações de CO₂ e N₂O tem-se elevado 25% e 10% respectivamente, Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Gases climaticamente relevantes à atmosfera

Gases	Dimensão	Época	
		Pré-Industrial	1991
Dióxido de Carbono - CO ₂	ppm	280,0	355,0
Metano - CH ₄	ppm	0,73	1,74
Óxido de Nitrogênio - N ₂ O	ppb	270,0	310,0
CFC-11 - CFCI ₃	ppt	0,0	280,0
CFC-12 - CF ₂ CI ₂	ppt	0,0	484,0
Ozônio - O ₃ , troposfera	ppb	5 a 15	30 a 50

Fonte : Seiler & Hahn 1995

O crescimento das concentrações observado é em sua maior parte devido às diferentes atividades humanas, incluindo a queima de combustível fóssil e emissão de poluentes como Dióxido de Enxofre (SO₂), Óxidos de Nitrogênio (NO_x), ou metais pesados. Segundo Seiler & Hahn (1995), um total de 24 bilhões de toneladas de CO₂ foi emitido para a atmosfera em 1992.

Uma quantidade de 4 a 7 bilhões de toneladas de CO₂ é emitida cada ano pelo desmatamento e utilização de florestas nos trópicos, savanas e regiões boreais, seja para obtenção de madeira ou para prósitos agrícolas (Seiler & Hahn 1995, Deutschland 1994).

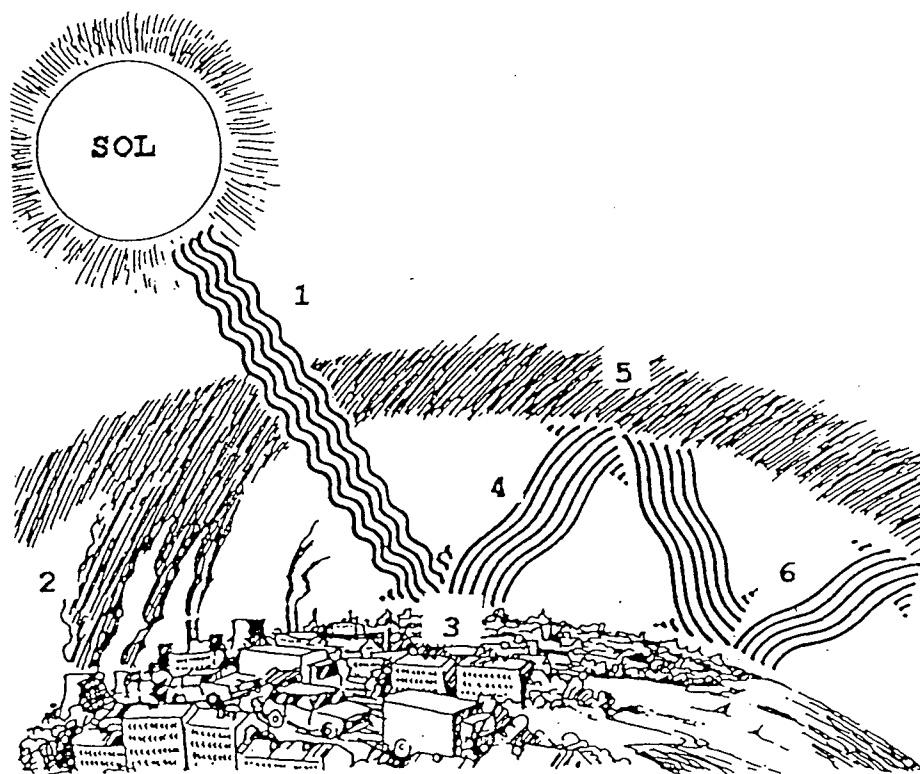


FIGURA 2.1 - Efeito estufa

1 - A radiação solar de comprimento de onda curto, atravessa a atmosfera e atinge a superfície terrestre,

2 - Queima, emissão de Dióxido de Carbono (CO₂) e outros gases traços que ocasionam o efeito estufa, atingem as camadas mais elevadas da atmosfera (a 10 km),

3 - A radiação solar aquece a superfície terrestre,

4 - A superfície terrestre aquecida, reflete e emite radiação de comprimento de onda longo que é calorífico,

5 - Dióxido de Carbono e gases traço formam um teto (como utilizado em casa de vegetação) ou estufa e refletem as ondas caloríficas de retorno à superfície,

6 - O resultado é a elevação da temperatura sobre a superfície da terra e camada atmosférica próxima (Federal Ministry For The Environment 1995 b).

2.4.6 - Geologia

A Geologia é o ramo das Geociências que se ocupa com o estudo da parte sólida da terra, sua origem e evolução, com a distribuição espacial das rochas que a compõe, a localização e utilização dos recursos minerais e com o monitoramento de fenômenos geológicos que ofereçam risco.

Levantamentos e inventários de campo possibilitam analisar e descrever os fenômenos naturais e os materiais que deles participam ou resultam e tem por objetivo elucidar suas origens e interrelações. De um modo geral os levantamentos de campo estão sujeitos à restrições por razões de acesso, de tempo e economia e o SR tem representado a ferramenta atual mais importante para a otimização dos trabalhos de campo (Inpe 1980). A possibilidade da visão regional, aliada a um maior realce das feições de interesse, permitem ao geólogo reconhecer áreas geológicas em curto espaço de tempo ou obter informações adicionais e detalhamento em áreas já exploradas.

Diferentes minerais poderão exibir cores distintas em imagens capturadas pelos sensores fotográficos ou imageadores que operam da faixa do ultra-violeta até o vermelho. Existem diversas técnicas de SR que poderão ser usadas para investigação de minerais e rochas. Diferentes materiais geológicos podem apresentar diferentes comportamentos com relação aos agentes modeladores do relevo e formadores do solo. Os sensores imageadores permitem em geral a observação da morfologia do terreno e conseqüentemente, a obtenção da informação geológica. Diferentes tipos de solo poderão apresentar diferentes tipos de cobertura vegetal, fornecendo também informações indiretas sobre o seu substrato. As técnicas de SR são as principais ferramentas que tem sido utilizadas para desenvolver estudos geológicos, tais como:

- i) - Elaboração de mapas geológicos que mostram os principais tipos de rochas (litologia) e seu arranjo espacial (estrutura).
- ii) - Seleção de áreas favoráveis à ocorrências minerais de interesse econômico.
- iii) - Estudo de locais para a implantação de obras civis tais como barragens e estradas.
- iv) - Obtenção de dados geológicos de interesse ao planejamento da ocupação humana, hidrogeologia e planejamento ambiental.
- v) - Prevenção e monitoramento de fenômenos de risco, tais como deslizamentos, inundações, erosão e sedimentação.

De um modo geral, qualquer estudo ligado ao espaço físico territorial inicia-se pela elaboração de um mapa geológico (Barret & Curtis 1992, Schneider 1984, Inpe 1980).

Os produtos de SR de grande escala são utilizados em geologia para trabalhos de detalhe (1:50.000) e semi detalhe (até 1:100.000). Normalmente são obtidos a nível de aeronaves e os mais utilizados são as fotografias aéreas pancromáticas, que oferecem o recurso da estereoscopia, o que permite a visão tridimensional da área de estudo (Inpe 1980, Shelton 1969).

Existe disponível no Brasil mapeamento geológico de parte do território na escala 1:1.000.000, realizado pelo Projeto RADAMBRASIL. Em Santa Catarina, o Departamento Nacional de Produção Mineral deu início em 1969 ao mapeamento sistemático do Leste catarinense, na escala 1:250.000, partindo da quadrícula Tubarão/Laguna (Teixeira 1992b, Inpe 1980, Sudesul 1973).

Segundo Shelton (1969), a escala dos mapas é uma indicação da quantidade de informações que deverão estar contidas na carta e conseqüentemente do detalhamento necessário ao trabalho que se busca realizar. Sugere que para propósitos de planejamento regional, possam ser utilizados mapas geológicos de reconhecimento em escalas iguais ou maiores que 1:40.000, mapas semi-detalhados 1:25.000 a 1:40.000 e mapas detalhados em escalas maiores que 1:25.000.

2.4.7 - Pedologia

Pedologia ou Edafologia é a ciência que estuda os solos. O solo é um dos mais importantes recursos do planeta, porque juntamente com a água, ar, luz solar, constitui o meio no qual crescem as plantas e animais, que dão suporte à vida humana.

As propriedades físicas e químicas do solo, determinam também sua adequação como material de construção e suporte de estruturas de engenharia, como estradas, represas e edificações. Dependendo do enfoque, a definição de solo pode estar associada com a gênese, crescimento de plantas ou no campo da engenharia associado a materiais consolidados ou não consolidados (Shelton 1969).

A produtividade dos ecossistemas naturais e agrícolas, depende da manutenção da qualidade do solo e do habitat natural de plantas e animais. O solo é por isto, um

componente fundamental de suporte a vida, mas distúrbios introduzidos pela atividade humana no balanço natural e na dinâmica dos solos, tem trazido um grande impacto sobre a fertilidade do solo na grande maioria das regiões.

A erosão do solo tem sido um problema particularmente relevante em países tropicais. A erosão gradual das camadas superficiais do solo é uma característica natural do processo geomorfológico em diversas regiões e em ecossistemas não perturbados e a camada superficial é regenerada aproximadamente no mesmo ritmo em que é removida. Sob condições de vegetação natural, decorrem cerca de 1.200 anos para formar-se uma camada de 30 cm de solo (Shelton 1969). Um processo de aceleração da erosão é freqüentemente induzido pelo ser humano, seguindo-se à remoção da vegetação natural. O desflorestamento é particularmente deletério às áreas de solos tropicais, que são naturalmente pouco férteis e profundos e sujeitos a rápida erosão (Barret & Curtis 1992, Santa Catarina 1991^a, GTZ 1991).

O conhecimento do recurso de solos, sua localização, características e potencial agrícola, tem sido um pré-requisito para o planejamento do uso da terra. O inventário de solos é vital na medida em que apresenta utilidade ao contexto social e econômico e está ligado aos demais recursos físicos. Neste aspecto, a informação sobre os solos torna possível não somente decisões sobre a seleção de cultivos e adaptação de práticas de manejo às exigências de cada tipo de solo, mas também contribui para decisões sobre localização de estruturas de engenharia, planejamento ambiental e desenvolvimento econômico.

O levantamento de solos é efetuado através de uma fase básica inicial, realizada por especialistas em solos e uma fase interpretativa, que irá introduzir dados no mapa básico inicial que resultem em informação agronômica, para que possa ser usado no planejamento do uso da terra regional/local. A última fase do levantamento é conduzida por meio de estudos interpretativos, dos quais a aptidão de uso agrícola é o principal exemplo, mas que avança crescentemente em aspectos tais como, adaptação de cultivos, produtividade, adequação à irrigação/drenagem, necessidade de fertilizantes/calcário, erodibilidade, entre outros.

Estes estudos interpretativos e particularmente a aptidão de uso das terras são o objetivo último de qualquer levantamento de solos e os mapas de solos são um recurso permanente para futuras implementações de atividades humanas sobre a área levantada.

A condução de um mapeamento de solos é dependente de levantamentos de campo, da disponibilidade de fotografias aéreas e de um mapa básico topográfico. Inexistência, baixa qualidade de fotografias ou escala imprópria, impossibilitam estudos interpretativos acurados e limitam o atendimento a padrões pedológicos necessários ao mapeamento de solos. Restrições na disponibilidade de recursos e de pessoal treinado para realização do trabalho de campo e checagem da área em detalhes, pode levar à uma excessiva ênfase na fotointerpretação e deficiência de amostragem de solo, resultando em limitações severas a estudos interpretativos (Shelton 1969).

A ciência do solo encontrou nas imagens fotográficas pancromáticas, do tipo vertical , em escalas maiores que 1:60.000, um ótimo recurso para aumentar o rendimento e a precisão dos mapeamentos. A análise sistemática em fotografias aéreas dos elementos ligados às condições de solo, como drenagem, relevo, forma das vertentes, sistemas construtivos/destrutivos, drenagem e erosão, tonalidade e uso da terra e embasamento rochoso, possibilitam a definição e delineamento de solos de diferentes tipos, que serão revisados a campo.

Levantamentos de solos podem ser efetuados em diferentes níveis de generalização e para cada nível de detalhamento, existe um produto de SR que melhor adapta-se ao trabalho de interpretação. Os principais tipos de levantamento são:

- i) - Esquemático , escala < 1:1.000.000
- ii) - Exploratório , escala 1:1.000.000, (RADAMBRASIL)
- iii) - Reconhecimento, escala 1:300.000 a 1:600.000
- iv) - Reconhecimento Detalhado, escala 1:100.000
- v) - Semi-Detalhado , escala 1:50.000 a 1:100.000
- vi) - Detalhado, escala 1:25.000 ou maior (Inpe 1980, Shelton 1969).

Segundo Shelton (1969), levantamentos de solos a nível detalhado são feitos usualmente em grandes escalas (1:20.000 a 1:10.000), de acordo com uma maior exigência de precisão e detalhamento necessários. As unidades mapeadas são geralmente fases de tipos de solos e os limites dos polígonos das glebas são acurados. São geralmente necessários para projetos de desenvolvimento em áreas de agricultura intensiva, e são efetuados a partir de fotografias aéreas na escala $\geq 1:25.000$.

O mapa de classificação de solos obtido pode dar origem a um conjunto de mapas derivados, tais como mapa de aptidão de uso dos solos, mapa de deficiências

nutricionais e exigências de calagem e mapa de drenagem entre outros (Seiffert & Loch 1995, Assad & Sano 1993, Shelton 1969). Os mapas detalhados de solos oferecem as seguintes principais aplicações:

- i) - Manejo do solo.
- ii) - Planejamento de pesquisa e extrapolação de dados.
- iii) - Zoneamento de cultivos, locação de infra-estrutura.
- iv) - Avaliação de terras, tributação e comércio de propriedades.
- v) - Guia para ordenação do uso da terra e dimensionamento de parcelas.
- vi) - Locação de obras de engenharia.
- vii) - Controle da erosão.
- viii) - Estimativa de exigências de correção e fertilização.

2.4.7 - Hidrologia

A água é o recurso mineral mais comum e variável na natureza, pode ser encontrado simultaneamente no estado sólido, líquido e gasoso e sua concentração e distribuição geográfica encontram-se em constante alteração.

Existe um grande interesse no seu comportamento e distribuição em razão do significado como necessidade básica dos organismos vivos e a conseqüente dependência da disponibilidade de água, do ser humano e de sua economia.

O estudo da água no ambiente é objeto da hidrologia, que é definida como a ciência que trata da ocorrência e distribuição da água na terra, incluindo suas propriedades físicas e químicas e sua interação com o ambiente (Barret & Curtis 1992).

Segundo Black (1991), a hidrologia é um campo interdisciplinar e pode ser definido como o estudo do movimento e armazenagem da água no ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico e o movimento da energia (ciclo energético) estão intimamente relacionados na face do planeta. O sol supre energia para evaporar a água e dirige as correntes aéreas e oceânicas. A água armazena energia e movimenta esta energia em torno da superfície do globo. Ambos os ciclos são complexos e as relações básicas de troca de energia na superfície da terra precisam ser levadas em consideração, quando se estuda o comportamento da água no ciclo hidrológico. Por razões de conveniência, as

principais áreas da hidrologia e manejo da água podem ser subdivididas em hidrometeorologia, hidrologia de superfície, hidrogeologia e oceanografia.

A hidrologia tornou-se um campo do conhecimento importante para a exploração e controle das águas naturais, hidroeletricidade, adução de água, irrigação e drenagem, proteção contra enchentes. Os planos de ocupação do espaço territorial e o planejamento para implantação de áreas agrícolas, industriais e urbanas, obrigaram a se traçar um inventário de águas, tanto superficiais como subterrâneas. A hidrologia busca compreender e explicar o funcionamento, os processos e mecanismos dos ecossistemas aquáticos naturais ou transformados pela ação humana. O objetivo final do conhecimento destes sistemas é possibilitar a sua modelagem e o planejamento de sua exploração não destrutiva.

A hidrologia de superfície ocupa-se do escoamento superficial, infiltração e depósitos superficiais de água. Bacias hidrográficas estão constituídas por vertentes, nas quais o escoamento da água está influenciado por vários processos que produzem o escoamento e sua magnitude é variável, em função da ocorrência de chuvas ou neve, que a ativam. Estas vertentes contêm um ou mais aquíferos, que podem ser permanentes ou temporários e geralmente estão conectados à rede hidrográfica, que drena os diversos escoamentos. A criação de modelos cognitivos extrapolados em modelos de bacias ou microbacias hidrográficas, levam em conta a topografia, solos, cobertura vegetal, e permitem esclarecer as flutuações dinâmicas das zonas saturadas e sobre os componentes que constituem a vazão no sangradouro (Barret & Curtis 1992, Black 1991).

O conhecimento das precipitações atmosféricas é indispensável para se compreender e controlar o ciclo natural da água, devido aos consideráveis fluxos de massa e energia a ela associados. O impacto econômico e social resultante está associado às conseqüências de suas manifestações extremas, como inundações e secas. Mais recentemente o controle da poluição e a observação do comportamento climático passou a motivar suplementarmente o estudo do ciclo hidrológico, por envolver necessidades crescentes de conhecimento do comportamento da água no planejamento urbano, rural e energético (Helsel & Hirsch 1995, Huntzinger & Ellis 1993), Figura 2.2.

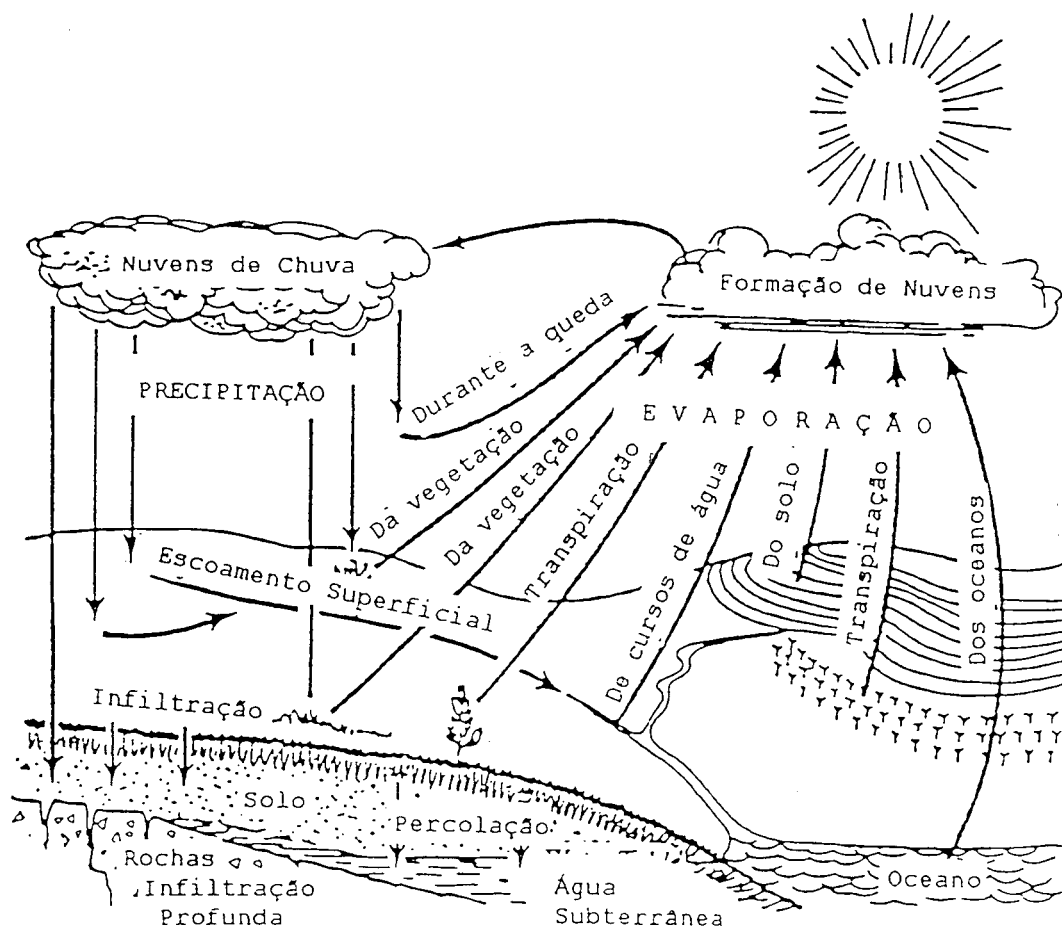


FIGURA 2.2 - Ciclo hidrológico simplificado

(Black 1991)

O ciclo hidrológico e o movimento da energia estão intimamente relacionados. O sol supre a energia para evaporar água e conduz as correntes atmosféricas e oceânicas. A água por sua vez armazena e transporta energia em torno da superfície do globo. A imensa quantidade de energia emitida pelo sol dispersa-se ao longo de sua expansão e apenas dois bilionésimos dela são interceptados pela terra, atingindo um valor de aproximadamente 1,94 cal/cm² por minuto. Este é o valor médio anual, interceptado em 1cm² de superfície, acima da atmosfera e perpendicular à radiação (Black 1991).

A unidade de energia recebida é expressa em Langley/minuto (Ly/min), e um Langley é igual a 1 caloria por cm². Como a distância entre a terra e o sol, varia com a época do ano e com a inclinação do eixo terrestre o valor anual varia entre 2,068 Ly/min no Inverno, quando a terra está mais próxima do sol (Hemisfério Norte) e 1,932 Ly/min no verão. Como a variação é pequena, a quantidade de energia denomina-se constante solar e equivale a 2 Ly/min. É necessário uma caloria para elevar a temperatura de 1 cm³ (1g) de água em 1 grau centígrado (à pressão atmosférica normal) e são necessárias 540 calorias para evaporar 1cm³ de água a 100°C. Dentro destes parâmetros, para evaporar 1 cm³ de água, a energia suprida ao nível da constante solar irradiando a camada superior da superfície de 1cm³, irá necessitar 270 minutos (mais que 4 horas). No caso deste cm³ estar a 0°C, irá necessitar 640 calorias para completar a evaporação.

A máquina água/energia é lenta, porque a água possui um elevado calor específico, e com isto pode acumular grandes quantidades de energia (número de calorias), antes de alterar a temperatura ou do estado líquido para vapor. Por esta razão a água amortece a distribuição de energia. O processo de evaporação é em média tão lento, que após um período de 10 horas, apenas cerca de 0,41 cm será evaporado. Por outro lado, a quantidade de radiação da constante solar, em uma milha quadrada (258,8 ha) sobre a atmosfera, irá gerar 4,8 milhões de cavalo vapor.

A energia irradiada pelo sol está na faixa de comprimento de ondas mais curtas que a irradiação da terra. A radiação originária do sol está na faixa de comprimento de onda curta do espectro eletromagnético, 0,1μ a 4 μ, com um pico em 4,7 μ (microns), na região da luz visível. A irradiação emitida pela terra, encontra-se na faixa de comprimento de onda longa, entre 4 μ e 10 μ, a 20°C, na faixa do infra-vermelho e invisível ao olho humano. Por outro lado o albedo é um termo usado para um espectro de radiação largo, enquanto o termo refletividade é usado para uma porção restrita do

espectro eletro-magnético. Albedo é a percentagem da radiação recebida pelo corpo (incidente) que é refletida, expressa como fração decimal (neve fresca 0,80 a 0,95; solos escuros 0,05 a 0,15; floresta de coníferas no verão 0,03 a 0,32).

A radiação de onda curta incidente, pode tanto ser transmitida, refletida ou absorvida. Pode penetrar na atmosfera, onde parte é refletida e parte é absorvida por várias substâncias existentes. Uma fração é transmitida pela atmosfera e recebida na superfície da terra, onde parte também é refletida. Uma fração restante é absorvida, e em consequência, causa o aquecimento da superfície e de corpos aí existentes. O corpo aquecido irá como resultado do aquecimento, emitir mais energia, acompanhando uma mudança de radiação de onda curta para onda longa, característico do comprimento de onda da radiação emitida. Nuvens e gases atmosféricos absorvem similarmente radiação na faixa de onda curta do espectro e emitem energia na faixa de ondas longas.

A emissão de radiação de ondas longas da superfície terrestre, dirige-se para a atmosfera e desta em todas as direções. Em termos genéricos, a terra no longo prazo, não estará nem aquecendo nem esfriando. A quantidade de energia que incide e que retorna, está em equilíbrio, o que pode ser usado para criar-se um orçamento do balanço energético, Figura 2.3.

Em média a terra recebe 0,485 Ly/min, que representa a radiação incidente. Ao chegar à superfície da terra, a energia incidente da radiação de onda curta aquece a superfície a uma temperatura média anual de 20°C. A tabela de radiação do “corpo negro”, indica que um objeto nesta temperatura, irá irradiar 0,6038 Ly/min na faixa de onda longa. Isto dividido por 4 (o globo é uma esfera $4\pi r^2$) resulta em 0,151 Ly/min, que é irradiado da superfície para a atmosfera, na faixa de onda longa. Cerca de 90% desta é absorvida pela atmosfera (+ 0,136 Ly/min) sobrando cerca de 10% para penetrar a atmosfera (- 0,015 Ly/min) em direção ao espaço.

Este componente denominado “back radiation” é contínuo e como é de onda longa, depende da temperatura.. Esta radiação de retorno transfere energia da superfície para a atmosfera e além, causando um esfriamento da crosta terrestre e dos corpos da superfície. A habilidade da atmosfera em absorver radiação de comprimento de onda longo, mais eficiente do que de radiação de onda curta é a base do chamado “efeito estufa”. Este aquecimento é estimulado pela alta capacidade absorptiva do vapor de água e do CO₂. Como consequência, uma cobertura de nuvens densa irá prevenir

crecientemente a radiação de onda longa de expandir-se da atmosfera em direção ao espaço. Os “inputs” de energia remanescentes são balanceados através de:

- i) - Calor sensível, energia que poderá ser detectada conforme uma superfície aquecida, aquece materiais vizinhos e camadas adjacentes do ar, e que por convecção transporta a energia para a atmosfera.
- ii) - Calor latente, energia que participa no incremento cinético das moléculas de água, evaporando o líquido e mudando-o para vapor de água. Esta perda da superfície dá-se em direção à atmosfera e precisa ser balanceada por igual perda da atmosfera para a terra, a fim de que todos os tipos de processos evaporativos igualem se à precipitação. Este balanço é completado pelo calor de condensação, onde energia térmica é liberada, conforme o vapor de água se condensa. Este balanço supre o centro do ciclo hidrológico, e envolve 35% da radiação incidente (Black 1991).

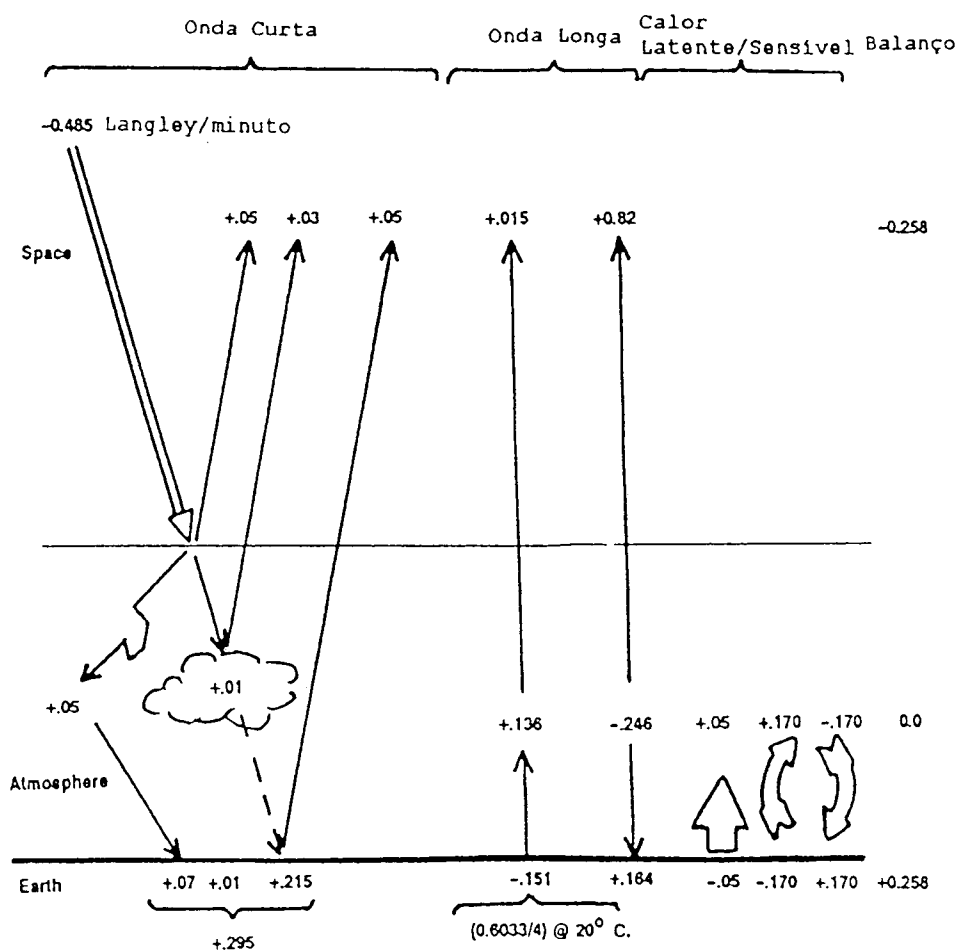


FIGURA 2.3 - Balanço energético médio anual

(Black 1991)

2.4.8.1 - Hidrologia de microbacias hidrográficas

A microbacia é uma unidade natural da superfície da terra, sobre a qual é coletada a água de precipitação (chuva, neve, nevoeiro, granizo e orvalho) e que escoo para um canal de drenagem, que dirige-se a um ponto de saída comum, no qual a água passa a integrar um outro corpo líquido (rio, lago, pântano, represa, oceano). Pode ser pequena (0,5 ha) ou extensa (10.000 ha) e embora seja uma unidade geográfica estática, do ponto de vista hidrológico é uma superfície dinâmica.

A microbacia é acima de tudo um sistema natural, uma unidade da paisagem que funciona de forma oportunamente previsível em relação à influências externas. Energia e precipitação são os “inputs” do ambiente hidrológico local. Segundo Black (1991), a hidrologia de microbacias é o estudo do movimento e armazenagem de água no contexto da unidade natural do espaço da hidrosfera da microbacia.

É uma abordagem prática para o manejo de água e deve suprir fundamentos básicos necessários à soluções objetivas para problemas hidrológicos como disponibilidade e qualidade de água, tanto em áreas não perturbadas como em microbacias modificadas pela ação humana. A hidrologia tem incorporado a necessidade de lidar crescentemente com alterações induzidas pelo homem na ordem natural do espaço territorial. Atualmente, cada vez um número maior de decisões que afetam a hidrologia estão sendo tomadas a nível local, no qual o público tem acesso ao processo de tomada de decisão (Milligan 1990).

No estudo hidrológico, importantes características de “input” estão envolvidas nos conceitos das relações de precipitação, tanto intensidade como duração e frequência. Estas relações são capazes de ser analisadas de forma a possibilitar previsões com pequeno grau de incerteza e conseqüências possíveis no ambiente natural. O produto de saída é o comportamento do fluxo de água e o que ocorre em termos de escoamento na rede de drenagem, não pode ser considerado independente do que ocorre na superfície da microbacia como um todo.

O manejo de microbacias precisa estar baseado na compreensão das relações complexas entre vegetação, solos, clima, alterados pelas forças morfogeológicas e pela

influência da ação humana. As características da microbacia, tem forte influência sobre o comportamento da armazenagem e escoamento da água. A compreensão do impacto destas características no comportamento da correnteza é essencial para implementação de práticas de manejo da terra e para os princípios de manejo da microbacia (Park et al 1994).

Em geral em uma bacia hidrográfica, o clima regional e padrões de tempo de longo prazo dominam o comportamento da drenagem, através de sua influência sobre a produção de água anual ou sazonal, intervalo e duração das chuvas e frequência de inundações. É prática comum caracterizar a hidrologia de uma região, especificamente através de seu padrão climático generalizado. Dentro desta região climática podem ser reconhecidas unidades hidrográficas menores, que possuem um alto grau específico de homogeneidade com respeito à características hidrológicas, influenciadas pelo relevo, exposição, rochas subsidentes, proximidade de grandes corpos de água e que marcam o padrão regional. Nestas unidades pequenas fatores de solo e vegetação, que influenciam as proporções de retenção e armazenagem de água, densidade de vegetação e armazenagem em depressões, velocidade de infiltração e evapotranspiração, são os principais fatores que influenciam o escoamento (Huntzinger & Ellis 1993, Black 1991).

A drenagem responde por diferenças em profundidade, textura e estrutura dos solos, e se o solo está revestido por árvores, gramíneas ou cultivos. Estas respostas são por sua vez cumulativas e modificam o impacto dos padrões climáticos regionais. Características do curso de água tais como terraços aluviais e características ribeirinhas e de áreas de inundações, modificam o padrão de drenagem e imprimem a cada rio identidade em termos de comportamento e atributos de escoamento (Black 1991).

No estudo sobre o manejo dos recursos de água, o tópico ligado à qualidade da água tem sido introduzido nas áreas de engenharia, pela necessidade de se encontrar soluções para problemas de poluição e desenho de estruturas para tratamento de águas servidas (Bischof 1993, Hahn 1987). No campo da hidrologia tem sido necessário uma crescente ampliação do conhecimento, envolvendo balanço de nutrientes, problemas químicos de grande escala, evolução da contaminação por pesticidas e impactos da contaminação química de águas superficiais e subterrâneas, necessitando um sólido conhecimento sobre química da água no ambiente natural (Plate 1992, Black 1991).

2.5. Política Ambiental

O ambiente é o meio que cerca ou envolve os seres vivos. Está constituído pelo meio natural físico-biológico, integrado pelo solo, água, atmosfera, fauna e flora, e o meio construído, resultante das modificações de materiais e estruturas naturais, causadas pela atividade humana.

Na Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) realizada no Rio de Janeiro em Junho 1992, dentro de suas Convenções paralelas sobre Clima, Diversidade Biológica, Florestas, Declaração do Rio, Programa de Ação AGENDA 21 e a criação de uma Comissão para o Desenvolvimento Sustentável, foi criada a fundamentação para uma nova qualidade de cooperação internacional, no campo da política de desenvolvimento e política ambiental.

O Programa de Ação AGENDA 21 oferece a todos os países recomendações detalhadas para ação, na maioria das áreas de políticas de desenvolvimento, visando contrapor-se a qualquer deterioração da situação ambiental, atingir melhoras graduais e assegurar a utilização sustentável dos recursos ambientais. Estas fundamentações, ressaltadas com grande preocupação na Convenção da Nações Unidas sobre a Mudança Climática, realizada em Berlin, em Maio 1995, resultaram na criação de uma base de legislação internacional para medidas de combate a expansão do efeito estufa, devido às causas antropogênicas. Os países em desenvolvimento, que possuem uma grande disponibilidade biológica, deverão ser acessorados na implementação de sua política ambiental, por meio de crescente cooperação e melhora de transferência de tecnologia e suporte financeiro (Federal Environment Ministry 1995 a, Federal Ministry for the Environment 1992).

A preocupação com uma forma de vida futura, tem imposto à geração atual o direcionamento de parar com o crescimento da emissão de CO₂ na atmosfera, proteger a camada de Ozônio, restaurar florestas e o solo, refrear o crescimento da população, fazer uso avarento da energia e desenvolver formas renováveis de energia. Nenhuma geração no passado foi confrontada com tais problemas complexos e o que é mais grave ainda, que não podem ser postergados. A gerações passadas talvez tenham-se preocupado com

o futuro, mas a nossa geração é a primeira que está desafiada a ter que decidir se nossos descendentes irão permanecer em um planeta habitável (Fiebig & Kallen 1995).

Após a primeira Conferência das Nações Unidas para o Ambiente, realizada em Estocolmo em 1971, a questão da proteção ambiental passou a integrar crescentemente os programas de desenvolvimento de muitos países. Estas medidas visaram melhorar a qualidade do ambiente, induzir poluidores à adotar medidas de proteção ambiental e em muitos casos, envolvendo um grande esforço de investimento financeiro. A meta tem sido um avanço para além das tecnologias de purificação “end of pipe” e atingir uma proteção ambiental integrada nos processos produtivos. Isto tem requerido pesquisa na busca de tecnologias ambientalmente amigáveis, impregnadas por um aprofundamento do entendimento das relações complexas em que se baseiam os sistemas ambientais.

As exigências da proteção ambiental precisam estar integradas em outras áreas políticas, particularmente indústria, tráfego, energia e agricultura (Federal Environment Ministry 1995 a, Federal Ministry for the Environment 1994, Federal Ministry for the Environment 1992 b).

Os alvos de uma política ambiental e as estratégias utilizadas estão baseadas nos seguintes princípios:

- i) - Salvaguarda da natureza.
- ii) - Desenvolvimento de uma economia social de mercado com responsabilidade ambiental.
- iii) - Assegurar uma forma de desenvolvimento sustentável.
- iv) - Promover uma responsabilidade ambiental comum.

O ser humano é parte da criação e uma parte integral da natureza que o cerca, natureza sobre a qual tem a responsabilidade de proteger e conservar. Compreender a natureza e sua grande diversidade é uma expressão de respeito à criação e para a qual o ser humano tem a responsabilidade de assumir a preservação. Responsabilidade com a natureza implica na responsabilidade de proteger ativamente o meio ambiente. Neste sentido a ciência e a tecnologia podem desempenhar um papel decisivo.

A economia social de mercado é um processo que faz com que o interesse individual combine-se com o equilíbrio social e a proteção ambiental e que possibilite com que as forças de mercado operem no interesse de objetivos sociais e ecológicos.

A meta do desenvolvimento sustentável, deriva de um conceito que reconcilia a melhora das condições de vida social e econômica do ser humano, com a segurança de garantir, no longo prazo, a base da vida natural. Isto significa que o ambiente não é incorporado como uma consideração ao final do processo, mas que precisa ser parte integral de todo o desenvolvimento.

O desenvolvimento sustentável, exige a consideração de fatores ecológicos, bem como econômicos e sócio-culturais, tanto no contexto regional como global.

O modo de crescimento econômico atual é a principal causa dos problemas ambientais globais e locais. Por esta razão os países industrializados são chamados a cortar o seu consumo de recursos e reduzir os danos ambientais, por meio de rigorosas políticas preventivas nacionais. A principal preocupação é um desenho mais eficiente no conjunto de medidas políticas e incrementar a integração da proteção ambiental em todas as demais áreas políticas.

As causas sociais dos problemas ambientais, tais como padrões de consumo, hábitos de lazer e necessidade de mobilização, tem-se tornado crescentemente relevantes. Uma reversão destas tendências poderá ser possível somente a longo prazo, ou se ocorrerem mudanças sustentáveis nos valores individuais e de estilo de vida. Uma grande responsabilidade deve por esta razão ser atribuída à comunicação, através da informação, educação e promoção do diálogo ambiental. A meta da responsabilidade comum, pressupõe um dever amplo de solidariedade e atuação comum entre indivíduos, instituições, empresas e Estado.

Com relação aos países em desenvolvimento, a decisão da maioria dos países de optar pela democracia e pela economia de mercado após o fim do conflito Leste/Oeste, trouxe crescentes possibilidades de cooperação ambiental na implementação de metas fundamentais como criação de uma base legal para proteção ambiental, estruturação de instituições ambientais, formação de recursos humanos capacitados, promoção da transferência de conhecimentos e tecnologias ambientalmente relevantes.

A proteção ambiental está ligada às medidas para a criação de postos de trabalho. Na Alemanha, foram criados mais de 400.000 novos empregos em 1991/1992, e a aplicação de uma legislação ambiental ambiciosa, vem provando ser uma força condutora poderosa de modernização econômica e ambiental (Federal Ministry for the Environment 1994).

2.5.1 - Política ambiental local

A proteção ambiental é um dos principais desafios de nosso tempo e seu domínio exige uma atuação em escala global. Nos Municípios em particular as autoridades locais são chamadas a desempenhar um papel de liderança neste processo. “Pensar globalmente e agir localmente”, tem sido o lema proposto no debate sobre o controle do efeito estufa, conforme expresso na Convenção das Nações Unidas sobre a Mudança Climática em Berlin 1995.

É no nível local onde encontra-se a interface entre o Estado e o indivíduo e onde deve ser alocada a infra-estrutura para atuar sobre o controle do potencial de degradação ambiental. Na aplicação da legislação ambiental federal e estadual, as autoridades locais são responsabilizadas para desempenhar importantes tarefas de proteção ambiental. As suas decisões afetam diretamente as pessoas e seu entorno e mudam o ambiente social e natural. Áreas tradicionais de responsabilidade das autoridades locais, tais como regulamentação sobre construção civil, proteção a espaços abertos e manutenção de parques e jardins, saneamento urbano e tratamento de esgoto e do lixo, tem sido acrescidos por novas tarefas como planejamento do tráfego ecológicamente compatível, garantias de serviços e transportes ambientalmente compatíveis, construção de um sistema ecológico de tratamento do lixo, suprir conscientização ambiental, limpar áreas contaminadas (Doedens 1995, Federal Environment Ministry 1995b).

O planejamento da paisagem tem sido incluído dentro das responsabilidades da municipalidade e os distritos rurais tem se responsabilizado pela conservação dos recursos naturais. Muitas municipalidades tem desempenhado um papel pioneiro na proteção ao ambiente municipal, como no manejo de resíduos, educação ambiental, ecologia urbana. Métodos de prevenção à produção de resíduos, reciclagem e tratamento de lixo ecológicamente compatíveis, foram testados inicialmente a nível de comunidade. Autoridades locais tem liderado a implantação de métodos de redução do tráfego e elevado a qualidade de vida dos moradores das cidades, de uma maneira ambientalmente orientada (Federal Environment Ministry 1995b).

Após as Conferências do Rio 1992 e de Berlin 1995, a proteção ao clima, a nível de comunidade, passou a integrar o debate dos programas de proteção ambiental. A autoridade local, por estar fortemente influenciada e reativa aos fluxos de matérias

primas, de energia e das atividades sociais, pode utilizar estas oportunidades para influenciar o comportamento da preservação ambiental. Sua proximidade aos cidadãos, residências, indústrias, estabelecimentos comerciais, usuários de rodovias, possibilita o seu acesso direto, efetivo, a grupos sociais, alvos de políticas ambientais. Isto pavimentava o caminho para um amplo envolvimento dos diversos atores, na tarefa de delinear programas de proteção ambiental e do clima, nas áreas urbanas e rurais do município.

As regras básicas do desenvolvimento sustentável, precisam ser traduzidas em termos locais, sobretudo as autoridades locais estão faceadas com a tarefa urgente de encorajar comportamento orientado para a proteção dos recursos ambientais municipais e colocar em prática sua responsabilidade local, direta e indireta de intervenção (Federal Environment Ministry 1995b, Doedens 1995).

2.5.2 - Política ambiental rural

A maior parte do espaço territorial do município é utilizado para propósitos agrícolas como cultivos, criações e florestas. A agricultura por isto, tem uma importância vital sobre a responsabilidade de manter e desenvolver o ambiente natural, como “buffer” ecológico e zona de equilíbrio, como hábitat para animais e plantas, e como espaço de recreação e lazer para o ser humano.

Na sociedade industrial, a agricultura deu lugar a métodos de produção, caracterizados por um alto grau de mecanização, que conduziu à concentração espacial e crescente especialização, inclusive no setor de produção animal e que tem trazido efeitos deletérios ao ambiente. Boas práticas agrícolas são orientadas para o controle da erosão do solo, minimização do uso de nutrientes, minimizar o impacto de poluentes, usar cultivos rotacionados, manter e restaurar a estrutura da paisagem e despoluir os cursos de água.

Estratégias de governo tem dado ênfase à redução da poluição causadas pelo emprego de substâncias perigosas à saúde, ao combate à depredação crescente de espécies e biotipos, assegurando a alocação de uma proporção suficiente de espaço natural, entremeado com espaço agrícola. A elaboração de uma legislação local, ligada ao desenvolvimento agrícola, inclui medidas de criação de áreas de proteção de plantas e animais ameaçados de extinção, conservação da água, zoneamento agrícola, conservação

do solo, zoneamento da expansão urbana, manejo do lixo e resíduos industriais e da mineração. Programas de assistência específicos para implementação do desenvolvimento da área rural e conservação da natureza, tem trazido valiosas contribuições ao uso correto do espaço rural (Federal Ministry for the Environment 1994, Ratcliffe 1992).

As alterações das características da superfície introduzidas pela atividade humana sobre o espaço territorial, trazem conseqüências significativas para o comportamento climático regional. Para isto concorrem dois processos básicos, a alteração do albedo da superfície e a alteração do ciclo hidrológico. Modificações das formas naturais de vegetação em glebas exploradas com agricultura, ocasionam uma elevação na capacidade de reflexão da energia solar da superfície (aumento do albedo). Com isto é alterado o ciclo energético e hidrológico pelo aquecimento das camadas baixas da atmosfera, que incrementam a movimentação das massas de ar e pela modificação da cobertura vegetal que atua sobre o tempo de retenção e armazenagem de água e carbono, na camada vegetal e no solo. Há também uma redução na transferência de água para a atmosfera por evapotranspiração, bem como aceleração da velocidade de escoamento superficial, durante o período em que sucede a precipitação e com isto um incremento no processo erosivo e de sedimentação (Park 1994, Plate 1992, Carey 1990).

Uma maior quantidade de água, que deveria ficar armazenada por um maior tempo de retenção é escoada com maior velocidade, alterando o ciclo hidrológico local e uma menor quantidade de água é cedida à atmosfera pela evapotranspiração. A redução da evapotranspiração, juntamente com a elevação da temperatura do solo, afetam a liberação de umidade para a atmosfera e um declínio conseqüente no volume de nuvens e distribuição da precipitação. O desmatamento no caso da floresta amazônica e a conseqüente alteração do ciclo hidrológico, traz uma expressiva alteração do albedo. Uma mudança do estado de floresta para pastagem, altera o albedo, havendo um acréscimo de 12 a 17%, a evaporação que é de cerca de 1500mm/ano, cai para 150 a 500mm por ano e a temperatura média da superfície cresce entre 1°C a 5°C (Deutschland 1994).

É de importância fundamental o delineamento de uma política agrícola ambiental apropriada, que seja capaz de reduzir o desgaste e a poluição ambiental originada pelas operações agrícolas. Uma política, que oriente o curso na direção do surgimento de

formas de agricultura que sejam sustentáveis no longo prazo, tanto do ponto de vista econômico como ecológico.

Regulamentações tem orientado os Estados e Municípios a oferecer aos agricultores programas de assistência para adoção de métodos de produção ambientalmente saudáveis e que considere o hábitat natural. Com isto são dados subsídios aos produtores, para que adotem reduções substanciais no uso de fertilizantes e agentes protetores de plantas, redução na lotação de animais, para exclusão de áreas de cultivo, investimentos em reflorestamento, manejo de florestas naturais e melhoras no manejo da água (Federal Ministry for the Environment 1994).

Medidas precaucionais de âmbito local, acopladas ao planejamento regional, precisam ser usadas para salvaguardar os potenciais dos recursos naturais. A regulamentação política regional, deve prescrever o uso econômico e prudente dos recursos, especialmente água, espaço, solo, e proteção aos espaços abertos, para propósitos de recreação e equilíbrio ecológico.

Em anos recentes, as atividades de lazer relacionadas com as áreas rurais, tem adquirido considerável significado econômico e os potenciais dos recursos naturais, quando devidamente preservados e manejados, podem ser um importante fator de desenvolvimento econômico no campo. A proteção aos recursos ambientais encontra na legislação federal e estadual, amplas regulamentações em matéria de procedimentos, que podem ser aplicadas pelas autoridades municipais no desenvolvimento dos recursos ambientais locais (Machado 1992).

2.5.3 - Legislação ambiental

Uma atuação humana crescente no último século, sobre a base dos recursos naturais, tem causado modificações significativas em seu estado natural e colocado em xeque a sua capacidade de suportar a vida.

A partir do momento em que a degradação dos recursos naturais, passou a ameaçar a qualidade da vida humana, nasceu a consciência da necessidade da tutela jurídica do meio ambiente (Figura 2.4). A legislação ambiental, surgiu da consciência sobre o problema da degradação e destruição do meio ambiente, onde a lei é colocada

como estratégia de controle das formas de perturbação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (Silva 1994, CONAMA 1992, Machado 1992).

O desenvolvimento atual e futuro da proteção ambiental, com relação a instrumentos regulatórios e econômicos é uma tarefa permanente. Juntamente com o princípio político de ação preventiva, a regulamentação ambiental precisa ser atualizada para incorporar os avanços do conhecimento científico e da tecnologia. Além disto, existe a necessidade de homogeneização das várias áreas da legislação ambiental, que de certa forma evoluíram de forma independente. As regulamentações sobre a caracterização do impacto ambiental são um passo nesta direção e a codificação de longo prazo em uma lei ambiental básica deve ser um objetivo prioritário do Estado.

O desenvolvimento da condição ambiental depende da ação responsável por parte de indivíduos e grupos sociais. O Estado, pela legislação ligada ao licenciamento e monitoramento da aplicação da legislação, deverá ser o guardião de uma política eficiente e efetiva de proteção ambiental (Federal Ministry for the Environment 1994).

Ao nível legislativo brasileiro, três diplomas legais são importantes para a tutela jurídica do meio ambiente:

i) - Decreto Lei Nº 1.413 de 14/08/75, dispondo sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividade industrial.

ii) - Decreto Nº 76.389 de 03/10/75, dispondo sobre medidas de prevenção e controle da poluição industrial.

iii) - Portaria do Ministério do Interior Nº 13 de 15/01/76, fixando os parâmetros para a classificação de águas interiores nacionais, de acordo com alternativas de consumo e dispondo sobre o controle da poluição.

Uma política global envolvendo ar, água, solo e subsolo, vem propiciando uma normatividade mais ampla, a começar pela Lei Nº 6.938 de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins, mecanismos de formulação e sua aplicação.

Mais recentemente foram promulgadas a Lei Nº 7.661 de 16/05/88, instituindo o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, Lei Nº 7.797 de 10/07/89, criando o Fundo Nacional do Meio Ambiente e a Lei Nº 7.802 de 11/07/89, dispondo sobre pesquisa, produção, embalagem e controle de agrotóxicos. Cogita-se atualmente em elaborar um

texto único e abrangente dos aspectos fundamentais da matéria, como o Código do Meio Ambiente.

A Constituição Federal de 1988 foi a primeira a tratar deliberadamente da questão ambiental e assumiu tratamento da matéria em termos amplos e atuais. As Constituições Estaduais, de um modo geral, dispuseram amplamente sobre a proteção ambiental, utilizando a competência que a Constituição Federal reconheceu aos Estados nessa matéria.

As Leis Orgânicas dos Municípios, também vem cuidando da questão ambiental e declaram em geral que o Município em cooperação com o Estado e a União, promoverá a preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente. Propõe a instituição de sistemas de administração da qualidade ambiental e a coibição de qualquer atividade que implique na degradação ambiental (Silva 1994, Machado 1992).

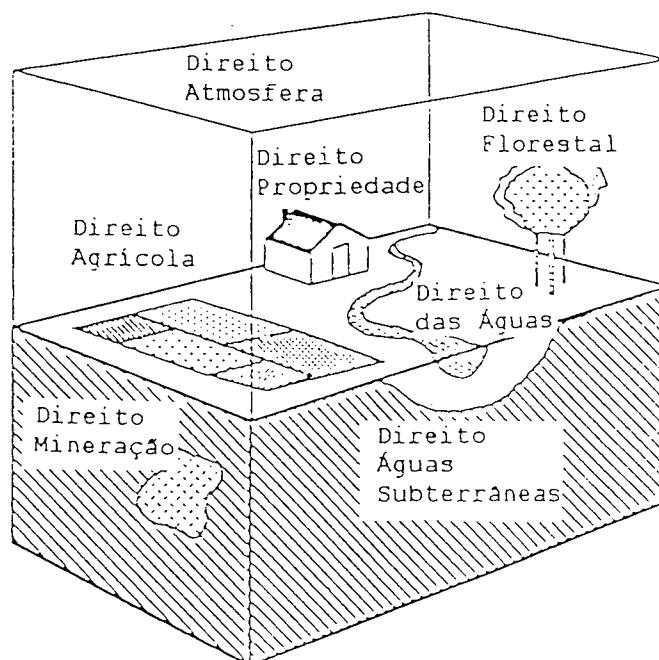


FIGURA 2.4 - Áreas do direito ambiental
(Dale & Mclaughlin 1990)

2.6 - Pesquisa ambiental

O Programa de Ação AGENDA 21, elaborado na Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (Rio 1992), em seu capítulo 35, Pesquisa para um Desenvolvimento Sustentável, sugere fundamentações para orientação da pesquisa e desenvolvimento científico no campo ambiental.

As estratégias de desenvolvimento deverão estar baseadas à luz de novos resultados de pesquisa, que conduzam à minimização da sobrecarga ambiental e do desgaste dos recursos naturais. Por esta razão, é sugerido que seja estimulada a pesquisa nos países em desenvolvimento e o fortalecimento do trabalho cooperativo entre pesquisadores e pessoas ligadas à tomada de decisão, o acoplamento do conhecimento regional e local e o trabalho associado de pesquisadores em um campo multidisciplinar.

Como medidas concretas está previsto que sejam realizados :

i) - O levantamento de dados ambientalmente relevantes e desenvolvimento dos respectivos bancos de dados, nos campos dos recursos naturais e da área social, considerando também a dependência entre saúde humana e ambiente.

ii) - O delineamento dos campos prioritários de pesquisa no contexto internacional, levando em conta a necessidade de uma estratégia de desenvolvimento sustentável comum.

iii) - A criação de mecanismos institucionais através de resultados de pesquisa, para formulação de uma política de desenvolvimento ambiental.

iv) - O desenvolvimento de instrumentos e estímulos para um melhor manejo dos recursos ambientais.

v) - O desenvolvimento de métodos e resultados de pesquisa que incorporem o conhecimento tradicional das diferentes culturas regionais.

Para aumentar o conhecimento sobre os processos fundamentais naturais que ocorrem na terra e as interrelações com as mudanças antropogênicas, deverão sobretudo ser realizadas novas pesquisas que investiguem os ciclos biológicos, geológicos e químicos e sua evolução nos diferentes ecossistemas.

Também será necessário o desenvolvimento de novas técnicas de análise, modelagem e prognose, que considerem a influência da atividade humana. De um modo especial é necessária a integração dos conhecimentos das ciências naturais, sociais e da

economia para uma melhor compreensão sobre quais interações da atividade econômica e social causam uma sobrecarga ambiental e suas conseqüências sobre as atividades de produção.

É de grande significado a ligação entre os antecedentes de caráter global e sua associação com medidas de caráter regional e local. Por isto deverão ser trabalhadas avaliações e prognoses sobre o desenvolvimento futuro nos campos local, regional e global, possíveis reações antropogênicas de sobrecarga ambiental e desenvolver estratégias sustentáveis de desenvolvimento.

Está colocado de maneira bastante clara na AGENDA 21, de que os problemas ambientais, encontrarão na pesquisa e desenvolvimento do conhecimento científico, sua maior possibilidade de resposta e orientação para a evolução de um desenvolvimento humano futuro ambientalmente compatível (Federal Environment Ministry 1995a, Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1992).

Desde os anos setenta a pesquisa ambiental vem ampliando-se e conseguiu caracterizar em muitos campos os sintomas da degradação e desenvolver indicadores de modificações ambientais dentro de uma base de modelo de dados. Em muitas áreas da pesquisa ambiental o trabalho é de caráter interdisciplinar e de natureza iminentemente preventiva.

Segundo o Conselho de Pesquisa da Alemanha (Wissenschaftsrat 1994), o ambiente pode ser definido como o conjunto dos processos e espaços nos quais ocorrem as relações de troca entre a natureza e a civilização. A pesquisa ambiental pode então ser definida, como a descrição e análise da condição do ambiente, a análise de seus processos de modificações e o desenvolvimento de soluções para problemas e geração de tecnologias ambientais.

De um modo geral é recomendada a busca de um amplo trabalho conjunto entre as áreas de conhecimento da Engenharia e das Ciências Naturais, que utilize a modelagem como instrumento para o entendimento do sistema ambiental. Entre as disciplinas relevantes contam também a Economia, Direito, Ciências Sociais, Medicina, de forma que contribuam para a análise das causas dos problemas ambientais e do entendimento de atividades preventivas, adaptativas e adoção de estratégias que evitem danos ambientais. A conscientização ambiental assume ainda dimensões do

conhecimento jurídico, social, psicológico, histórico e pedagógico, que estão ligados ao comportamento ambiental humano.

A pesquisa ambiental e o desenvolvimento tecnológico precisam alcançar o desafio de criar para a sociedade humana um conceito sólido e implementável para um desenvolvimento ecológicamente sustentável. Desta necessidade, derivam três áreas centrais intimamente integradas de pesquisa: pesquisa de sistemas, pesquisa de conseqüências e pesquisa sobre ciclos de tecnologia .

A pesquisa de sistemas, busca entender os sistemas ambientais e suas inter-relações juntamente com o sistema da civilização e predizer o seu desenvolvimento. A pesquisa de conseqüências, procura estimar os efeitos dos sistemas antropogênicamente modificados, sobre o próprio ambiente natural, sobre o ser humano, sua saúde e seu ambiente sócio-econômico. A pesquisa sobre o ciclo de tecnologias busca aplicar os conhecimentos anteriores, dirigidos à redução ou completa exclusão do desgaste e da poluição (produção integrada à proteção ambiental) , derivados das atividades industriais e da agricultura. Esta pesquisa inclui o desenvolvimento tecnológico para ciclos completos em larga escala, do uso de matérias primas, baixa emissão residual e conservação dos recursos.

Conceitos de manejo ambiental, precisam ser preparados para permitir o uso cuidadoso, que assegure a continuidade dos sistemas naturais. Esta será a base de conhecimento sobre a qual deverá estar assentada a recomendação para as ações políticas decorrentes(Federal Environment Ministry 1995 a, Federal Ministry for the Environment 1994).

Áreas prioritárias de pesquisa relacionadas aos sistemas climáticos incluem investigação em áreas como sistemas de uso da terra, sistemas ecológicos, solos, água, economia, tecnologia e sistemas de informações ambientais.

Com relação aos sistemas de uso da terra, as formas de utilização precisam ser sistematicamente estudadas e descritas em termos de seus efeitos sobre o clima. Numerosas interrelações existem entre o uso da terra, agricultura e sociedade. Um entendimento claro dos processos interconectados que ocorrem na paisagem não podem ser alcançados, sem a descrição e avaliação das causas sociais de mudanças no uso da terra e seus efeitos sobre ecossistemas, a paisagem e os usuários. As disciplinas de solos, fitotecnia e processos de troca relacionados, são relevantes na busca de soluções.

A pesquisa de sistemas ecológicos oferece suporte à pesquisa da mudança climática global, porque informa, sob quais condições os ecossistemas terrestres e aquáticos são estáveis, quais efeitos que a utilização intensiva e alterações causam sobre os ecossistemas, como os ecossistemas podem ser limpados/saneados e como podem ser utilizados em uma base sustentável ou mantidos continuamente protegidos. A pesquisa ecológica permite formular condições para estabilidade e produtividade, tanto para fatores naturais, tais como alterações no uso de solos, água, ocorrência de pragas/doenças e para fatores antropogênicos, tais como utilização, poluição do ar e da água e produtos químicos agrícolas. Algumas áreas incluem ecossistemas agro-florestais, ecossistemas aquáticos, zoneamento industrial e suas conurbações (Federal Environment Ministry 1995 a).

Em relação aos solos, o comportamento de substâncias naturais e antropogênicas nas camadas do solo, sua transferência para plantas e para a cadeia alimentar, tem sido objeto de pesquisa, ao lado da acidificação, compactação, e erosão, visando a proposição de estratégias de saneamento do solo. A pesquisa busca o esclarecimento dos processos que ameaçam as funções normais dos solos. Do ponto de vista toxicológico, e do potencial de ameaça das substâncias detrimenais sobre o ecossistema, as perguntas que buscam ser respondidas, dizem respeito à sua dispersão e destino final, transformação biótica e abiótica e atuação toxicológica.

A água potável, situa-se na base da vida, e encontra-se distribuída de forma desigual no espaço e no tempo, como resultado de inúmeros fatores, onde processos energéticos, físicos, químicos e biológicos estão associados nas formas de troca. O risco à escassez na disponibilidade de água e suas funções, tem sido trazido através da construção civil, inclusão de substâncias detrimenais, produção industrial, transformações químicas, processos de queima, tráfego, atividade agrícola, efluentes e depósitos de lixo, o que tem comprometido a qualidade dos lençóis de água superficial e subterrânea. Além do uso abusivo da água, a aceleração do escoamento superficial, através da agricultura, malha viária, técnicas de drenagem e compactação, tem contribuído para a baixa disponibilidade em água potável subterrânea e superficial.

Nas regiões de captação de água superficial e subterrânea, a minimização da introdução de substâncias detrimenais é de grande importância. As águas superficiais tem sido principalmente ameaçadas através da inclusão difusa decorrente da atividade

agrícola e comunal. A limpeza das águas servidas é no contexto das microbacias especialmente importante, porque quando não potáveis, degradam os estoques de água que são via de regra, usados para consumo humano. O objetivo da pesquisa de águas interiores, tem sido assegurar a segurança dos recursos hídricos e a manutenção do espaço aquático natural, através do desenvolvimento de uma base ecológica de conceito para saneamento de pequenos cursos de água.

A necessidade de captação de água para abastecimento das cidades, envolve um grande esforço de análise para controle da qualidade e a principal atividade de pesquisa está ligada à hidrologia e ciências geológicas. A pesquisa sobre tratamento de águas servidas vem sendo desenvolvida tradicionalmente em universidades e já existe uma avançada tecnologia e construção de instalações de clarificação, com suporte científico através de uma orientação de engenharia. Análise química e produção de água potável, vem sendo trabalhada por institutos de química da água e a química analítica moderna tem oferecido métodos eficazes de análise e tratamento (Bischof 1993, Hartman 1992, Hahn 1987).

Existem ainda lacunas no desenvolvimento de fundamentações do conhecimento em relação a ecossistemas aquáticos e a influência antropogênica sobre águas interiores superficiais e subterrâneas. Em pequenos cursos de água existem lacunas de conhecimento sobre o papel da erosão, escoamento e sedimentação. Em grandes cursos de água são investigados especialmente aspectos da presença de elementos detrimenais e sobrecarga de elementos tóxicos. São necessários dados de pesquisa dos efeitos das canalizações de efluentes industriais e de estações comunitárias de tratamento de esgotos, sobre os cursos de água. Há existências ligações entre o campo analítico e biológico de grande significado quanto à suas repercursões toxicológicas.

O objetivo da ciência econômica é a investigação da origem, distribuição e emprego de bens e serviços escassos. Dentro do ponto de vista de uma economia ambiental, tem sido necessária e significativa, a inclusão do componente dos recursos não renováveis e além de produtos úteis, também a inclusão de substâncias residuais, oriundas do processo de produção e consumo. A pesquisa econômica ambiental, busca desenvolver instrumentos e mecanismos para analisar formas de estímulo para prevenir e diminuir a sobrecarga ambiental, geradas através de produtos e processos de produção. Aborda o desenvolvimento de maneiras eficientes de lidar com bens ambientais escassos

e apontar limites de uso a processos que conduzam ao esgotamento dos recursos ambientais.

A exigência de que os preços devam apresentar a verdade ambiental, não obriga apenas o Estado a impor medidas que evitem danos ambientais, mas também obriga o setor privado a adotar iniciativas de produção suportáveis pelo ambiente e ao mesmo tempo rentáveis.

Um amplo campo de pesquisa abre-se neste sentido, voltado para à delimitação da degradação ambiental pela atividade produtiva e para promover novas oportunidades, que a proteção ambiental, como fator de crescimento e de inovação, pode proporcionar à economia.

Algumas tarefas da pesquisa estão ligadas à obtenção de princípios para a forma produtiva, conseguir eliminar a separação entre economia e ecologia, atingir um entendimento das exigências ambientais da economia e crescimento, reformar os indicadores econômicos, sugerir conceitos para uma economia ecológica, e recomendar sistemas produtivos que economizem recursos (Turner 1993, Wicke 1993)

Perspectivas de escassez de matérias primas e de espaço para depósito de resíduos, poluição da água, ar e solo, trouxeram novas exigências para o desenvolvimento da tecnologia. Os objetivos de uma pesquisa tecnológica ambiental, tem sido conduzidos pelos campos da ciências da engenharia, constituindo-se em uma área de conhecimento rica e diversificada, envolvendo construção de máquinas, técnicas de procedimentos, eletrotécnica e engenharia civil, como principais disciplinas, bem como ciências naturais da biologia, química e geologia.

O direito ambiental trazido à tona nos últimos anos no campo do lixo, água e emissões, tem fortificado a pesquisa industrial ambiental. O objetivo da pesquisa tecnológica ambiental, é o desenvolvimento de produtos, tecnologias de produção e processos para a eliminação ou minimização de emissões e resíduos ambientalmente detrimenais e para o saneamento de danos ambientais. O enfoque de medidas curativas tipo “end of pipe” que prevaleceram até recentemente, vem sendo suplementado por uma abordagem preventiva, que inclui o desenvolvimento de tecnologias limpas em sua origem. Neste sentido as pesquisas que estão voltadas para a quantificação dos danos ambientais, através de medidas técnicas e analíticas, assumem grande importância. Alguns temas principais da pesquisa tecnológica ambiental, estão orientados para a

economia de resíduos (lixo, detritos, sucata, aparas), eliminação de resíduos (aproveitamento e transformação), prevenção e minimização de emissões e saneamento do ar, purificação de esgotos, proteção da água, minimização de ruídos (Wissenschaftsrat 1994).

Para a área de dados ambientais é necessário um sistema compreensível de administração de dados, que esteja em conexão com agências que geram dados ligados à condição ambiental. Esta estrutura de administração de informação, deve coordenar a coleta e o monitoramento de forma eficiente, garantir a qualidade, organizar o manejo e assegurar a disponibilidade e acesso a dados ambientais. É desejável ainda, que tais serviços estejam conectados a uma rede de informações internacionais. A tarefa prioritária é ligar as agências existentes e seus dados, por meio de sistemas de redes de informação.

Um processo eficiente de informações, inicia-se por uma boa orientação na coleta de informações, inclui garantia e monitoramento da qualidade dos dados, adequado processamento e o acesso facilitado a usuários. Neste campo, uma tarefa importante da pesquisa é desenvolver sistemas de informações de fácil uso para integração de dados ambientais e sócio-econômicos (Federal Environment Ministry 1995 a, Wissenschaftsrat 1994).

2.7 - Economia

Economia é a ciência que trata dos fenômenos relativos à produção, distribuição, acumulação e consumo de bens materiais. Os problemas mais freqüentemente estudados, referem-se a o que produzir, como produzir e para quem produzir. A solução deste conjunto de questões, irá depender dos atores econômicos (indivíduos, empresas, Estado), e do cenário nos quais atuam (Rossetti 1995, Nicol 1985, Wonnacott et al 1982).

O homem econômico é motivado pelo desejo de maximizar seus retornos econômicos e para isto deve estar equipado com um conhecimento estratégico de suas oportunidades alternativas e do que ele espera sob diferentes situações de produção, preços e custos. Esta motivação explica porque empresários estão interessados em elevar a produção de suas indústrias para um nível ótimo, porque fazendeiros tentam combinar

seus fatores de produção de tal forma que possam desfrutar o máximo ganho em sua atividade de exploração dos recursos da terra e porque trabalhadores procuram demandar o mais alto salário que possam obter pela venda de seu trabalho.

O estímulo à produção causado por preços de venda elevados e a migração de trabalhadores para áreas de maior oferta de oportunidades de trabalho, são evidências da validade do pressuposto do homem econômico. O problema central da maximização dos retornos está ligado à disponibilidade de informação e à capacidade de previsão. Quando está disponível uma melhor previsão sobre o futuro é mais fácil definir qual combinação de fatores e quais decisões econômicas apresenta-se mais vantajosas. Embora não haja uma fórmula simples para a tomada de decisão, os empreendedores que tem tido êxito, adotam uma lógica de “minimax”. Buscam maximizar os seus retornos, ao mesmo tempo que buscam minimizar custos e perdas potenciais (Barlowe 1972).

Como ciência que trata da alocação de recursos escassos a economia lida com preços (que refletem em seu conteúdo o número de pessoas que estão dispostas a pagar um dado valor), os quais determinam quem obtém o que. Aumentos na demanda, usualmente causam elevação no valor dos bens (preço), o que por sua vez encoraja a produção destes itens. O pressuposto geral de que os preços alocam produção e determinam a distribuição de recursos, permeia o pensamento econômico e é lógico sob condições de livre mercado. O funcionamento do mecanismo de mercado requer competição (muitos ofertantes de produtos e muitos demandantes para o mesmo produto). Sem concorrência, não pode haver economia de mercado.

Fatores decisivos na capacidade produtora de um país são a formação e a disposição para o trabalho de sua população ativa, a capacidade de gerência de suas empresas e a grande margem de ação, que a economia de mercado oferece às pessoas dispostas a produzir. No caso da República Federal Alemã, que ocupa um lugar de destaque na economia mundial, o sistema econômico evoluiu na direção de uma ordem econômica e social de mercado, com gerenciamento global do acontecer econômico pelo Estado. Este sistema, significa tanto a renúncia ao “laissez faire” do liberalismo passado, quanto a desistência do dirigismo estatal. A lei fundamental que garante a liberdade da iniciativa privada e sua prosperidade, submete tais direitos fundamentais a vínculos sociais. O Estado na economia detem uma tarefa de ordem e estabelece as condições que

emolduram o acontecer no mercado (Statistisches Bundesamt 1994, Societäts Verlag 1992).

Uma análise econômica realista teria que assumir um largo entendimento de um sem número de fatores que influenciam o comportamento econômico. Na busca de explicações a economia emprega métodos indutivos e pelas limitações de manipulação de um número elevado de variáveis, identifica e isola aqueles fatores que são considerados, terem os efeitos mais importantes sobre o comportamento a ser investigado. Assume então (idealiza) uma situação em que os efeitos de outros fatores possam ser ignorados ou mantidos constantes (*coeteris paribus*). Com este pressuposto a economia constroe e manipula modelos econômicos, teorias e explicações das relações que afetam o comportamento econômico. Esta abordagem, como método de análise, tem a vantagem de dirigir o foco de atenção sobre relações importantes, que de outra forma ficariam ocultas em uma operação de análise com uma grande massa de variáveis. A validade desta abordagem, está condicionada pela natureza dos pressupostos à qual está ligada e pressupostos irreais podem facilmente originar teorias irreais. As teorias precisam ser examinadas à luz da realidade e seu valor precisa ser avaliado em termos de sua utilidade na explicação dos problemas atuais.

A análise econômica além destas deficiências conceituais, está freqüentemente calcada em pressupostos adicionais. Muitas conclusões traçam relações simples entre causa e efeito, porque são usados modelos econômicos e exemplos que assumem condições de “competição perfeita” do mercado, perfeito conhecimento do mercado de parte de compradores e vendedores, perfeita mobilidade de mercadorias e fatores de produção e um perfeito e elástico suprimento de fatores produtivos. Estes pressupostos são criticados como irreais, mas tem sido usados primariamente como meio para dirigir a atenção sobre variáveis específicas, que são analisadas por sua significância na explanação do comportamento econômico e social (Nicol 1985, Wonnacott et al 1982, Gittinger 1978, Barlowe 1972).

Na maioria dos processos de tomada de decisão a análise econômica de investimentos busca comparar custos com benefícios. Neste tipo de análise econômica, o tratamento dado tanto para a identificação de custos e benefícios, como sua valoração, estão direcionados de maneira aplicada e operacional para projetos, que são peças concretas de um programa de desenvolvimento maior (Gittinger 1978, Mishan 1976).

2.7.1 - Economia ambiental

Os espaços que podem ser influenciados negativamente pela atividade econômica através de desgaste e sobrecarga ambiental são a atmosfera, a superfície, o solo, a água e os organismos. A economia ambiental neste contexto, pode ser definida como a ciência econômica, que em suas teorias, análise e cálculos de custo, inclui parâmetros ecológicos. Engloba em seu conceito, parte de uma economia geral, de uma economia empresarial ambiental e de uma economia social ambiental (Wicke 1993).

A economia empresarial ambiental, aborda as relações de influência da empresa sobre seu ambiente natural e a influência do ambiente, sua qualidade e da política ambiental sobre a empresa. Algumas das principais tarefas da economia empresarial ambiental dizem respeito a incluir no desenho da estrutura de produção, as consequências da proposta de proteção ambiental. Assume responsabilidades ambientais através de medidas administrativas na condução, planejamento, organização e monitoramento das atividades do empreendimento.

Busca uma combinação ótima dos fatores de produção, trabalho, capital e matéria prima, bem como sobre a escolha e modificação do local de instalação do empreendimento, orientado dentro de um conceito de proteção ambiental.

A produção é efetuada dentro de critérios ambientais, sendo estruturada dentro de uma exata definição e análise da interdependência com os recursos ambientais. Os problemas ambientais de produção podem ser reduzidos por modificações dos procedimentos produtivos. Produtos ambientalmente prejudiciais podem ser substituídos por produtos ambientalmente amigáveis. Resíduos podem ser reciclados ou reutilizados como matérias primas secundárias. Pesquisa e desenvolvimento podem ser conduzidos para atender demandas do mercado ou do Estado,(Seidel & Strebel 1993, Hauff & Schmidt 1992). Na política de mercado e consumo, dentro de uma visão ambiental, a economia empresarial ambiental, pode pesquisar o significado atual e futuro do segmento de mercado de bens ambientalmente amigáveis e indicar possibilidades para o desenvolvimento de uma estratégia ambiental de mercado. Através da utilização de instrumentos de política de mercado (produto, embalagem, venda, preços, propaganda), incorporar ao consumidor, responsabilidades ambientais.

A economia social ambiental é uma disciplina que compreende os conhecimentos científicos que tem por objetivo uma economia que traga bem estar social, sob uma ótica de maximizar o importante componente do bem estar “alta qualidade ambiental”. Utiliza ferramentas como a teoria do bem estar e métodos financeiros de pesquisa.

A economia ambiental é uma ciência recente, que surgiu da discussão ambiental, iniciada nos anos setenta. Como a maximização do bem estar de toda a comunidade é uma tarefa complexa, este campo do conhecimento até o presente, tem preenchido apenas parcialmente seus objetivos. Alguns campos relevantes de estudos estão representados por avaliação, análise e pesquisa. Através da avaliação e pela monetarização de bens e danos ambientais, busca induzir a melhora ambiental, através de ações privadas e do Estado, criar fundamentações para a tomada de decisão, implementação de medidas e definição de instrumentos de política ambiental. Através da análise, procura desenvolver instrumentos de política e atuação ambiental, que dentro dos limites da economia e atividade social, podem ser usados para minimizar problemas ambientais concretos. Através da pesquisa, busca efetuar o desenvolvimento do conhecimento sobre a interdependência entre o ambiente e objetivos gerais da economia e demais campos da política econômica. Até o início da década de oitenta, a pesquisa desenvolveu aspectos teóricos relevantes, ligados a teoria dos efeitos externos e bens sociais (Welfens & Schiemann 1994, Wicke 1993).

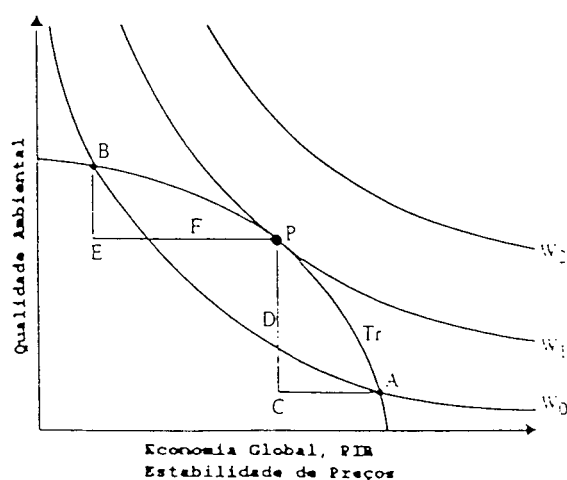
A economia ambiental como parte da ciência econômica, busca através da análise teórica e prática gerar uma contribuição para o bem estar, dentro da visão de uma economia social ambientalmente qualitativa e para conduzir a um nível elevado, o ótimo de bem estar. O conceito de bem estar é considerado dentro de todos aspectos materiais e imateriais e a qualidade ambiental deriva do meio físico, social, cultural, ético, estético, e com isto do campo imaterial do ser humano. A função do bem estar pode ser observada na Figura 2.5 .

Pode-se dizer que as atividades econômicas são estados alternativos sobre a curva de indiferença de igual estado de bem estar. Estas linhas ($w_0 < w_1 < w_2$) são por isto denominadas de linhas de indiferença. Quanto mais afastadas estiverem do ponto nulo, maior é o nível de bem estar atingido.

A curva Tr é denominada curva de transformação ou curva de possibilidades de produção. Indica em qual medida a qualidade ambiental e a atividade econômica, dentro

de uma economia social, através de determinados equipamentos e bens de capital, solo e capacidade de trabalho, bem como de determinadas técnicas de produção e técnicas de proteção ambiental, podem ser combinados para uma produção e proteção ambiental maximizadas.

Se por exemplo, a atividade econômica encontra-se no ponto A, o bem estar da população (curva w_0) poderá ser melhorada para o nível w_1 , por medidas de coordenação do Estado e medidas de política econômica sobre toda a economia, minimizando por exemplo algumas atividades econômicas, que tem forte impacto sobre o desgaste ambiental, de forma que se eleve a qualidade ambiental do nível A para o nível P. Isto redundará em uma elevação da qualidade ambiental CP, derivada de uma minimização da atividade econômica AC.



w_0, w_1, w_2 = curvas possíveis de bem estar

Tr = Curva de transformação antropogênica, possibilidades de produção

B = Baixo bem estar econômico e alta qualidade ambiental

A = Alto bem estar econômico e baixa qualidade ambiental, elevado nível da atividade econômica

FIGURA 2.5 - Representação da Otimização do Bem Estar, com auxílio da Economia Ambiental (Wicke 1993)

A economia social de mercado é definida como um processo, que faz com que o interesse individual combine com o equilíbrio social e a proteção ambiental e que possibilite com que as forças de mercado, operem no interesse de objetivos sociais e ambientais.

Na aplicação de uma política baseada na economia de mercado social e ecológica são levados em consideração os princípios da ação preventiva, princípio poluidor pagador e princípio da cooperação.

Na ação preventiva não se trata apenas de advertir sobre os perigos de riscos ao ser humano e ambiente e a busca de sua redução futura, através de avanços tecnológicos. Significa assegurar que todos os processos de decisão também levem em consideração os impactos sobre o ambiente. Os objetivos do Estado na aplicação deste princípio é a implantação de um sistema sadio de reciclagem de produtos, que avalie o planejamento, produção, distribuição, uso e depreciação de produtos como um todo e os organize em uma forma ambientalmente apropriada (Seidel & Strebel 1993).

A internalização de custos ambientais, incorridos como resultado da produção e consumo é o maior componente do princípio poluidor pagador, como um princípio de alocação de custos e um critério para eficiência econômica. O uso do ambiente precisa estar crescentemente refletido nos custos e preços de mercado. Quando isto ocorrer, poderão empreendedores e indivíduos privados, receberem os sinais de preços ambientalmente corretos, sobre os quais basear suas decisões. Uma consequência lógica do princípio poluidor pagador é o conceito de responsabilidade de produto, que impõe obrigações aos produtores e consumidores, e se reflete na ação estratégica de governo, sobre resíduos e lixo.

Através do princípio da cooperação, busca-se o máximo de participação dos indivíduos, indústria e grupos sociais, na formulação e implementação de objetivos ambientais e medidas de intervenção. Neste modo, responsabilidade ambiental é tanto demandada como exercida (Federal Ministry for the Environmernt 1994).

2.7.2 - Economia ambiental sustentável

Uma ampla literatura sobre a noção de desenvolvimento sustentável (DS) surgiu em anos recentes, ligadas a diferentes abordagens referentes ao modo de visão do mundo (Cansier & Richter 1995, Welfens & Schiemann 1994). Uma análise do conceito de desenvolvimento sustentável e do seu significado aplicado à economia foi efetuado por Turner (1993), sendo alguns princípios mencionados no que segue.

Uma proposta de sustentabilidade muito forte (very strong sustainability), representa o extremo do ecologismo em uma perspectiva ecocêntrica, onde o conceito de sustentabilidade aproxima-se do ponto de rejeição, mesmo de um uso sustentável dos recursos da natureza. De acordo com esta visão o ambiente não deve ser concebido como uma coleção de bens e serviços para uso humano.

No extremo oposto dentro de uma perspectiva tecnocêntrica, uma proposta de sustentabilidade muito fraca (very weak sustainability), a manutenção de um crescimento sustentável da economia no longo prazo, depende da adequação de gastos e investimentos em capital físico e humano. O que conta é investimento em tecnologia e mais estoque de conhecimento e apenas em grau muito menor, investimento em capital natural (kn), como estoque de recursos não renováveis e renováveis supridos pela natureza. O pressuposto é de que irá continuar havendo um alto grau de substituíbilidade entre todas as formas de recursos de capital.

Se for aceito que se deseja atingir desenvolvimento sustentável é necessário que se definam alguns princípios de sustentabilidade, que ofereçam uma forma concreta e uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Esta estratégia deve englobar objetivos interrelacionados, que reflitam as diferentes dimensões do conceito de sustentabilidade (social, cultural, moral, econômico, político, ambiental), dos quais devem derivar instrumentos políticos viáveis. A definição de sustentabilidade mais publicada e difundida é aquela oferecida pela Convenção das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), que conceituou desenvolvimento sustentável como “Desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a habilidade, de que gerações futuras consigam atender suas necessidades futuras” (Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1992).

Estão claramente salientados nesta definição, a dimensão de equidade (intra-regional como inter-regional), bem como a dimensão social e psicológica. O termo “necessidade” é usado preferentemente ao termo econômico “desejo”, que está ligado ao conceito de “soberania do consumidor”. Se a sociedade aceita a intenção de alcançar a meta do desenvolvimento sustentável, precisa desenvolver-se economicamente e socialmente numa forma tal, que minimize os efeitos de suas atividades e os custos que serão delegados às novas gerações.

A racionalidade central do DS é por isto, incrementar o padrão de vida da população e em particular o bem estar das populações carentes da sociedade e ao mesmo tempo, evitar custos futuros não compensáveis. Crescimento econômico e proteção ambiental são colocados como objetivos potencialmente compatíveis. Buscar desacoplar o crescimento econômico do impacto ambiental e a adoção de incentivos para auxiliar sua minimização, vem sendo colocados como a preocupação central.

Qualquer análise econômico-ambiental de desenvolvimento será fatalmente falha, enquanto a alocação de recursos e objetivos de distribuição não forem observados dentro de uma abordagem de escala. Escala é o produto da população vezes o recurso “per capita”. Por razões da termodinâmica, “inputs” de recursos ambientais “úteis” como matéria e energia, são introduzidos na economia e em um estágio subsequente, reintroduzidos no ambiente, como materiais residuais “inúteis”. A escala da atividade econômica, deveria ser relacionada à capacidade natural dos ecossistemas para regenerar “inputs” de recursos para a economia e assimilar os fluxos de resíduos da economia, sem danos de longo prazo.

Uma escala desejável para a atividade econômica, seria aquela que não causasse desgaste ao longo do tempo, da capacidade de suporte do ambiente. O que tem sido esquecido é o conjunto de instrumentos de política para regular a escala da economia.

Enquanto que o desenvolvimento econômico tem sido definido estreitamente em termos tradicionais, como produto (real) nacional bruto per capita (PIB) ou consumo real per capita, o desenvolvimento sustentável é conceituado como desenvolvimento econômico que persiste a longo prazo. Alternativamente este conceito pode incluir indicadores de bem estar como educação, saúde, qualidade de vida, entre outros.

Falhas em contabilizar adequadamente o capital natural e sua contribuição ao bem estar econômico e ambiental, tem conduzido à interpretações insuficientes de como

“bem” uma economia está realmente desempenhando. A Escola de Londres de Economistas Ambientais (Turner 1993), tem argumentado que um estoque não declinante de capital natural (kn) ao longo do tempo é uma condição necessária para a sustentabilidade, porque é limitada a possibilidade de substituição nos processos de produção. O mecanismo pelo qual a geração atual pode garantir as gerações futuras é a transferência de capital. Capital supre a oportunidade e a capacidade para gerar bem estar através da criação de bens materiais e serviços, que dão significado à vida humana. O que é necessário sob a ótica do DS é a transferência de um estoque de capital ambiental agregado não inferior ao que existe atualmente.

Uma das contribuições efetuadas pelos economistas ao debate do DS é a idéia de que o desgaste dos recursos ambientais na sustentação do crescimento econômico é semelhante a idéia de “viver do gasto do capital, em vez de viver do lucro produzido pelo capital”. DS pode então ser definido como o máximo desenvolvimento que pode ser alcançado, sem gastar os bens de capital de uma nação, que é a sua base de recursos. A base de recursos é interpretada no sentido amplo, (Turner 1993) compreendendo:

Base dos recursos = $kn + km + kh + kc$, onde

kn = capital natural

km = capital produzido pelo homem

kh = capital humano

kc = capital moral, ético e cultural

A adoção de uma perspectiva sistêmica, trouxe uma grande contribuição para reenfatizar o ponto óbvio mas fundamental, de que os sistemas econômicos estão suportados pelos sistemas ambientais e não vice versa. Existe uma interdependência dinâmica entre economia e ecossistema, e as propriedades biofísicas do sistema, são parte das restrições que limitam a atividade econômica. Estas restrições, possuem uma dinâmica interna própria, que reagem com as atividades econômicas de exploração ambiental (extração, depósito de resíduos, colheita, usos não consumptivos). Ocorrem então realimentações que influenciam as relações econômicas e sociais (como por exemplo inundações e deslizamentos).

A evolução da economia e a evolução do conjunto das restrições ambientais são interdependentes. Coevolução é por isto um conceito importante. Norton & Ulanowicz

(1992) citados por Turner (1993) defendem uma abordagem hierárquica para os sistemas naturais, que assume que “subsistemas pequenos, mudam de acordo com uma dinâmica mais acelerada do que os sistemas maiores que os contêm”, como um caminho de conceituação de problemas de escala na determinação de uma política para desenvolvimento econômico e ambiental.

Existe uma ligação essencial entre DS e a valoração monetária do ambiente, em termos de vontade para pagar. A indisponibilidade atual de uma valoração ambiental adequadamente desenvolvida, tem limitado a abordagem de sustentabilidade sobre o ambiente como capital. De acordo com a teoria convencional da economia, o valor dos bens ambientais, podem ser estimados com referência à preferências a favor e contra a sua conservação. Indivíduos possuem um conjunto de valores internos, que resultam com que atribuam diferentes níveis de valores aos objetos. Para se obter uma plena estimativa de valor, conhecida como valor econômico total, os pesquisadores buscam quantificar tanto o valor de uso como de não uso. Estimativas monetárias de valor de uso são relativamente simples de obtenção, enquanto que valores de não uso são mais complexos por estarem dissociados do uso corrente ou futuro de um bem (Nicol 1985, Wonnacott 1982).

Tem sido também evidenciado, que o ser humano atua de maneira dupla (dual self conception), tanto como consumidor individual, agindo através da preferência, desejo, predominantemente pragmática e econômica, mas também como cidadão, assumindo um papel influenciado pela racionalidade ética, deveres, obrigações e necessidades, baseadas em uma deliberação informada. A concepção dual do indivíduo como consumidor e como cidadão, vem sendo de grande relevância frente à contingência ambiental e vem colocando em cheque o individualismo e o axioma da soberania do consumidor.

Segundo Turner (1993) para se atingir uma condição de sustentabilidade os axiomas de soberania do consumidor e da possibilidade infinita de substituições deverão ser substituídos e alguns princípios operacionais deverão ser observados conforme segue:

i) - Falhas de mercado e de intervenção, relacionadas à valoração (preço) e direitos de propriedade deverão ser corrigidos.

ii) - A capacidade regenerativa do capital natural renovável deverá ser mantida. O nível de produtividade não deverá exceder a capacidade de regeneração do solo por

exemplo ou os níveis de poluição não devem ameaçar a capacidade de assimilação ambiental dos resíduos.

iii) - Mudanças tecnológicas devem ser direcionadas por via de um sistema de planejamento indicativo, de forma que seja desviado do capital natural não renovável e conduzido para uma base de capital natural renovável. Um processo técnico de elevação da eficiência tecnológica deverá dominar a evolução do incremento tecnológico.

iv) - Deverá ser explorado o capital natural renovável em um nível igual à criação de um capital renovável substituto.

v) - A escala global da atividade econômica, precisa ser limitada, de forma que permaneça dentro da capacidade de suporte do capital natural remanescente. Dada a incerteza sobre o futuro, deverá ser adotada uma abordagem precaucionária e adoção de uma margem de segurança embutida na atividade produtiva.

vi) - O uso do capital natural não renovável deverá apenas ser efetuado para obtenção de bens que resultem em grande impacto em termos de benefícios sociais, e quando passíveis de reposição por outros bens de capital natural renovável.

Dentro do comportamento humano normal, se os preços dos recursos forem colocados baixos ou estão completamente ausentes, será feito seu uso excessivo. O sobre uso contribui então para a degradação ambiental.

Muitos componentes do estoque de capital natural estão com os preços subavaliados, não tem preço, e alguns constituem recursos de acesso livre. Sob estas condições o mercado irá falhar em corretamente tomar em consideração os custos e benefícios ambientais plenos (incluindo externalidades) da atividade econômica.

Em uma escala global a situação é complicada, porque tanto a estrutura de instrumentos públicos como a estrutura de mercado, desempenham simultaneamente e agregadamente papéis importantes nos problemas da degradação ambiental. Falhas múltiplas de mercado podem estar presentes ao mesmo tempo que intervenções políticas (política ineficiente ou política desordenada) podem muitas vezes compor as dificuldades causadas pelo mercado em si.

A degradação dos recursos é então causada por uma combinação de falhas de mercado, falhas de intervenção e falhas de informação (Pearce 1991, Willis & Benson 1991, Barbier 1991, citados por Turner 1993).

A nível global a tentativa é de corrigir as externalidades, o que significa impor a valoração de recursos ambientais globais envolvidos e estabelecer direitos de uso sobre tais bens. No entanto, nem todos os problemas de alteração ambiental requerem políticas de intervenção de macro escala. O modelo de balanço material, serve para lembrar que o consumo individual e unidades de produção, que operam a nível de microeconomia, são por excelência as agências de desgaste e poluição dos recursos ambientais. Existe portanto grande sabedoria na máxima “pensar globalmente e agir localmente”. A política de intervenção a nível local é a que possui a maior capacidade de mudar atitudes e comportamentos humanos. Existe já disponível uma combinação de instrumentos de política, que use a persuasão moral e “melhor educação”, através de incentivos de mercado e direitos de propriedade, para comandar e controlar padrões e regulações. Existe também aceitação de que os mecanismos de preços sejam eficientes para incentivar mudanças de atitude e comportamento dos agentes econômicos (unidades familiares, empresas individuais). Taxas de poluição podem ser instituídas, alterando preços e custos de produção, subsídios podem ser instituídos para estimular uma tecnologia limpa e suportar métodos de produção de baixa intensidade em áreas ambientalmente sensíveis. Se as taxas forem adotadas, então o princípio poluidor pagador terá sido implantado.

O mapeamento de áreas ambientalmente sensíveis e outras formas de zoneamento para licenciamento de atividades econômicas e preservação é compatível com a abordagem de sustentabilidade forte, que tem por objetivo central a proteção ao kn. O licenciamento ambiental é outra medida de grande repercussão, que complementa os instrumentos de incentivos econômicos, porque a efetividade ambiental de regulamentações é mais previsível e tem oferecido uma melhor resposta sobre a atuação de poluidores. Regulamentações sobre processos tecnológicos e baseada no desempenho de emissões, tem desincentivado poluidores a não exceder os limites e reduzir emissões e tem demonstrado adequação às agências responsáveis pelo monitoramento ambiental (Federal Environment Ministry 1995 a, Deutschland 1994, Turner 1993).

2.7.3 - Estatística econômico ambiental

A natureza oferece para utilização econômica, diversas alternativas de recursos como energia, matérias primas, suporte ao setor econômico e tem servido como depositária para resíduos, produtos tóxicos e lixo.

O potencial da disponibilidade de recursos não é interminável e vem sendo continuamente reduzido e perturbado. Os problemas ambientais vividos na atualidade, indicam claramente que a natureza é um fator de produção, cuja escassez vem sendo percebida cada vez com mais evidência nos balanços econômicos.

Segundo o Statistisches Bundesamt (1994), a caracterização estatística de modificações no estoque de bens naturais, obtida através da atividade econômica é o objetivo da estatística da economia ambiental.

Da mesma forma que para os bens produzidos pelo ser humano deverão também ser efetuados cálculos sobre os recursos naturais. Tais informações são a base de dados para formulação de um desenvolvimento sustentável, que significa em primeiro lugar uma melhora na eficiência do uso de materiais, energia e das atividades econômicas de uso da superfície e em segundo lugar, mas não menos essencial, a manutenção no longo prazo, das funções potenciais da natureza.

A estatística econômico ambiental, deve mostrar estatisticamente quais recursos naturais, através da atividade de produção e consumo, em determinado período, são desgastados, depreciados ou perturbados. O ponto de partida é o processo econômico de produção, sendo utilizados dados de tendências, valores médios de distribuição e macro indicadores associados.

Itens especiais são agregados à massa estatística, sejam materiais, espaço, empresas ou casos de perturbação ambiental. Algumas categorias, para as quais serão levantadas estatísticas são a caracterização da poluição ambiental, o estado ambiental atual e medidas de proteção ambiental em andamento.

No caso da poluição, são consideradas as cadeias de matérias primas e a utilização de superfície e para proteção ambiental deverão ser definidas e distinguidas medidas preventivas. Um diagrama indicando um fluxograma ser humano/ambiente/ser humano, pode sugerir uma estrutura interna de caracterização estatística (Figura 2.6).

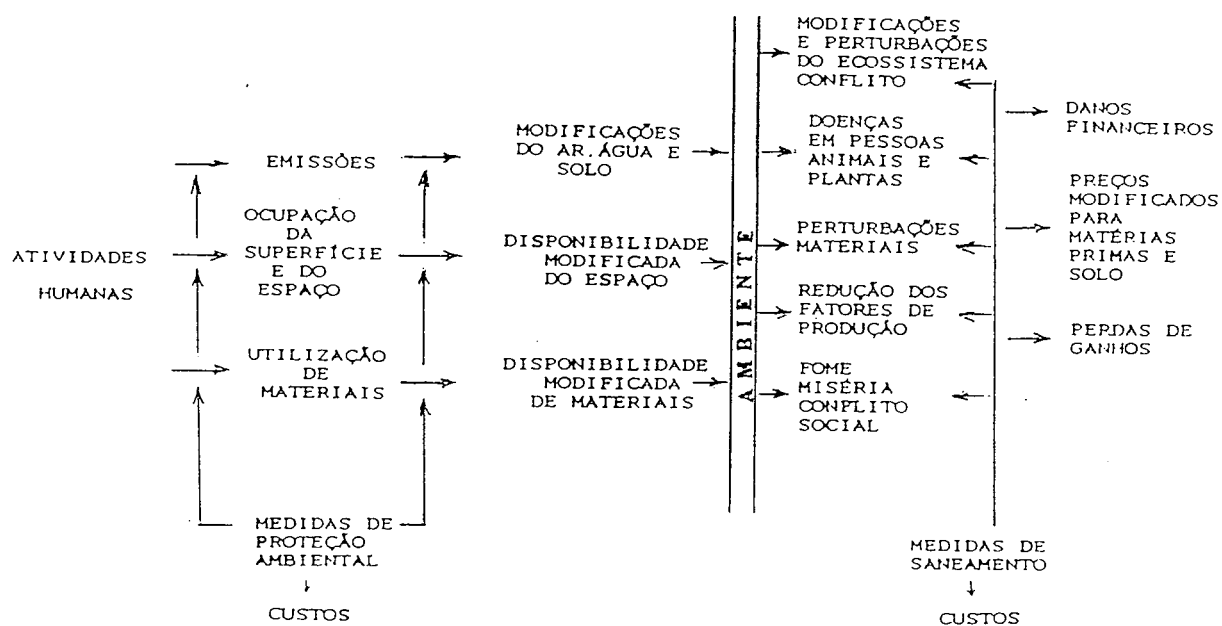


FIGURA 2.6 - Fluxograma ser humano/ambiente/ser humano, como indicação para levantamento de estatísticas econômico ambientais
(Statistisches Bundesamt 1994, adaptado)

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa esteve baseada na condução de duas ações de pesquisa, definidas a partir das hipóteses que deveriam fornecer os elementos de convicção ou evidências experimentais, indispensáveis à comprovação ou rejeição das hipóteses formuladas. A descrição da metodologia e sua adequação à verificação das hipóteses foi efetuada objetivamente para cada ação de pesquisa.

A pesquisa efetuou uma indagação minuciosa, onde os conhecimentos foram coletados das fontes primárias de dados ambientais, da atividade humana e buscou evidenciar princípios gerais, a partir do estudo de um modelo real, utilizando procedimentos de levantamento e amostragem científicos, com objetivo de obter um grau desejável de exatidão no registro e comprovação de dados (Marconi , 1982).

A organização quantitativa de dados foi expressa por medidas numéricas e mapas que foram considerados como modelos matemáticos do terreno (Intera Tydac 1991, Dale & Maclaughlin 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

É uma pesquisa descritiva, porque envolve a descrição registro, análise e interpretação de fenômenos atuais e também uma pesquisa tecnológica porque buscou efetuar a aplicação de diversos recursos tecnológicos para atender uma necessidade urgente da atividade humana, representada por uma ferramenta acessível para a pesquisa e análise ambiental (Marconi 1982).

O ambiente tem sido definido como todos os processos e espaços, nos quais ocorrem as relações de troca entre a natureza e a civilização. Engloba todos os fatores naturais, nos quais as pessoas influenciam e são influenciadas. Neste sentido a metodologia proposta também representou uma pesquisa ambiental, porque buscou englobar a descrição e análise da condição do ambiente, a análise dos seus processos de modificação e desenvolvimento de soluções e técnicas para problemas ambientais. Envolveu conhecimentos de engenharia e ciências naturais, com o objetivo de estruturar modelos, que possibilitaram o entendimento do sistema ambiental. Entre as disciplinas relevantes ao estudo, contaram a Engenharia e a Economia, de forma que contribuíram para análise das causas dos problemas ambientais, bem como para entendimento de

atividades adaptativas e adoção de estratégias de manejo sustentável dos recursos ambientais (Wissenschaftsrat 1994).

3.1 - Área de estudos e validação

Como área de trabalho do projeto foi adotada a microbacia do Rio Cocal, localizada no Município de Cocal do Sul, Santa Catarina, situada entre as coordenadas 28°33' e 28°39' Latitude Sul e 49°15' e 49°25' Longitude Oeste GW, apresentando 27,7 Km² de superfície, sobre a qual havia disponível um levantamento aerofotogramétrico recente (1992), com imageamento em fotografias pancromáticas na escala aproximada 1:18.000, realizado pela Empresa Aerodata SA. Engenharia de Aerolevantamentos. A área do Município, está incluída na carta do Brasil, escala 1:50.000 Folha Criciúma, SH-22-X-B-IV-1, e cuja rede de drenagem do Rio Cocal é afluente do Rio Urussanga.

A região da microbacia está incluída na área de influência do Projeto Provida-SC (Programa de Recuperação da qualidade de vida da Região Sul de Santa Catarina) publicado no Diário Oficial da União em 11/04/94, que atinge 34 municípios, envolvendo a região Carbonífera (Brasil 1991).

3.2 - Ação de Pesquisa 1

3.2.1- Título:

“Caracterização da natureza das informações que deverão dar entrada em um banco de dados de um Sistema Municipal de Informações, setorizado por microbacias hidrográficas”.

3.2.2 - Introdução

Existe uma ampla possibilidade de entrada de dados oriunda de uma grande massa de informações, que podem formar um banco de dados ligados a um sistema de

informações da terra (GTZ 1994, Assad & Sano 1993, Bähr & Vögtle 1991, Dale & Mclaughlin 1990, Shelton 1969).

Além de informações ligadas aos recursos naturais, indispensáveis ao planejamento do uso racional dos recursos, ocorre uma proliferação crescente de informações que se originam com o adensamento da ocupação espacial humana, desde situações da necessidade de poucos dados em áreas de população rarefeita até grande massa de dados originados em municípios densamente povoados.

Como a informação é um componente de custo elevado, coube discriminar em função de objetos bem claros, quais informações seriam indispensáveis à implantação do sistema e suficientes para atender uma relação custo benefício favorável à sua operacionalização a nível municipal.

Uma vez selecionados os principais “inputs”, foram testados em termos de níveis de escala e precisão, métodos de mapeamento e levantamento de campo e formas de apresentação das informações geradas, de forma que fosse maximizado o acesso ao maior número possível de usuários não especializados.

Para descrição do meio biofísico, foram definidos atributos de forma de dados espaciais e mapas temáticos para fatores que atuaram sobre o espaço territorial da microbacia e de unidades individuais de atividade produtiva (parcela, propriedade rural ou fazenda) adotando-se critérios de grande escala (1:25.000 a 1:10.000), bem como critérios de atualização e frequência de monitoramento.

São exemplos de um conjunto prioritário de “inputs” que poderão ser considerados : dados climáticos, mapa geológico/geomorfológico, mapa da rede de drenagem/recursos hídricos, mapa da rede viária, mapa topográfico planialtimétrico, mapa de declividade, mapa de solos, mapa de aptidão de uso da terra, mapa cadastral, mapa da cobertura vegetal, mapa de susceptibilidade à erosão, mapa florestal (Loch 1993 , Madrugá 1992, Loch 1990, Dale Mclaughlin 1990, Schneider 1984).

Para descrição do meio econômico social, foram definidos atributos descritivos e estatísticas ambientais, que foram armazenados na forma de arquivos relacionais, e que informaram sobre as atividades produtivas de ocorrência sobre o espaço físico da microbacia como um todo e a nível de unidades produtivas e agentes econômicos individuais. Foi prevista inicialmente a aquisição de dados estatísticos e censitários,

econômicos (referentes aos sistemas de produção praticados a nível de parcelas, mercadológicos e políticos (estruturas de apoio do Estado) disponíveis localmente.

Foram descritos os principais sistemas de produção praticados (aqueles que mais contribuem para o fluxo de caixa), e verificada a sua interseção na cadeia agro-comercial local, usando-se técnicas de entrevistas e coleta de dados apropriadas (Statistisches Bundesamt Deutschland 1994, Yourdon 1992, Marconi 1982, Schamblin & Stevens 1979).

3.2.3 - Objetivo

A ação de pesquisa proposta deveria responder fundamentalmente perguntas como : Quais os tipos de dados essenciais que deveriam dar entrada em um banco de dados de um sistema de informações econômico ambientais?, Quais os métodos de amostragem?, Quais os procedimentos de levantamento e amarração terrestre dos dados espaciais?, Quais os métodos de levantamento de dados sócio-econômicos e de entrevistas? Deveria ainda definir as formas de apresentação dos dados gerados pelo sistema de informações, visando um acesso ampliado a usuários não especializados.

3.2.4 - Recursos Materiais e Institucionais empregados

Foram empregados os seguintes recursos para consecução desta etapa :

Base cartográfica : Carta do Brasil Escala 1:50.000, Folha Criciúma , SH-22-X-B-IV-1 (IBGE 1976).

Recursos de sensoriamento remoto: Aerolevantamento do Estado de Santa Catarina de 1978 , fotografias aéreas 1:25.000 , Aerolevantamento piloto da região carbonífera, realizado pela Empresa Aerodata SA Engenharia de Aerolevantamentos (São José dos Pinhais - PR) efetuado em novembro de 1992 com imageamento em fotografias pancromáticas, escala 1:18.000.

Imagens orbitais: imagem do satélite SPOT, cena 713-407, quadrante D, próximo a Criciúma, em data próxima a novembro de 1992, imagens Multispectral XS coloridas, 20m de resolução e Pancromáticas- PAN com 10m de resolução. Estas fontes de imagem

foram testadas para avaliação de uma alternativa para mapeamento e monitoriamento sistemático do estado dos recursos da área de estudos (Barret & Curtis 1992, Loch 1990, Inpe 1980).

Recursos de fotogrametria

Para fotointerpretação foi empregado estereoscópio de espelho do laboratório de Fotogrametria do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para produção de mapas topográficos e mapas temáticos foram utilizados recursos de fotogrametria e restituição da Empresa Aerodata S.A - Engenharia de Aerolevantamentos, de São José dos Pinhais (PR), que mantém um convênio de cooperação técnica e científica com o Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Recursos de Sistema de Informações Geográficas

Foi utilizado o SIG/SPANS disponível na Empresa Aerodata S.A, Engenharia de Aerolevantamentos.

Análises de solos

As análises de componentes do perfil do solo foram efetuadas nos laboratórios da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina S.A.).

Análises de Água

Análises físico-químicas e bacteriológicas da qualidade de água, foram efetuadas no Laboratório dos Pilões da CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) e análises cromatográficas para determinação de compostos orgânicos detrimenais a saúde humana foram efetuadas pelos laboratórios da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) em Curitiba - PR.

Levantamento de campo

Os trabalhos de levantamento de dados biofísicos e econômico-sociais na microbacia e Município de Cocal do Sul, foram efetuados utilizando-se veículo próprio e os custos de combustível, hospedagem e alimentação foram supridos pela bolsa de pesquisa do CNPq.

3.2.5 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos

Foram escolhidos para levantamento, um conjunto básico de dados ambientais, considerados indispensáveis para dar suporte a estruturação de modelos ambientais descritivos e preditivos, conforme segue :

3.2.5.1 - Clima

A aquisição de dados climáticos referiu-se ao registro de dados passados e atuais da condição climática na área da microbacia ou da região de sua inserção. Estes dados foram obtidos da Estação Agrometeorológica de Urussanga, Latitude 28°31'S e Longitude 49°19'W, pertencente a EPAGRI, distante 10 Km da microbacia e compreende uma série histórica de observações relativas a temperatura do ar, precipitação atmosférica, insolação e direção dos ventos.

3.2.5.2 - Mapa topográfico planialtimétrico

A descrição geográfica da área de estudo foi efetuada pela elaboração de uma Mapa topográfico planialtimétrico na escala 1:20.000 e 1:18.000, a partir de processo de restituição, usando-se fotografias aéreas atualizadas (novembro 1992) na escala 1:18.000 . O ajuste do bloco de fototriangulação e transformação de pontos de apoio em coordenadas, foi efetuada através do programa PATM-45 Akerman, obtendo-se pontos de coordenadas conhecidas no campo, a partir de pontos de apoio na carta topográfica, Escala 1:50.000, Folha Criciúma SH.22-X-B-W-1 (IBGE - 1976).

Para restituição foi utilizado equipamento restituidor Wild BC-2 analítico de 1° ordem, tendo uma estação Microstation Intergraph (software), gerado o mapa base contendo a topografia, limites da microbacia caracterizados pelo divisor de águas, curvas de nível espaçadas a intervalos de 10 metros de desnível, malha viária e rede de drenagem. Este trabalho foi efetuado na Empresa Aerodata SA - Engenharia de Aerolevantamentos. O mapa foi gerado posteriormente em meio gráfico através de "plotter" e em meio digital usando-se o sistema de informações geográfico GIS /SPANS.

3.2.5.3 - Mapa de declividade

Partindo-se do mapa base topográfico planialtimétrico e utilizando-se recursos do GIS/ SPANS foi gerado o mapa de declividade, com objetivo de subsidiar a classificação da aptidão de uso das terras, em função dos diferentes níveis do relevo e inclinação do terreno (Uberti et al 1992, Carver 1988)

O mapa de declividade pode ser gerado manualmente sobre carta topográfica sendo obtido pela comparação da distância linear em metros entre dois pontos na carta topográfica (ou foto) com a diferença de altura em metros de dois pontos ou ainda entre os contornos de curva de nível. Esta tarefa no entanto, pode ser realizada de forma automatizada com rapidez, através do GIS/SPANS.

Foram adotadas cinco classes de declividade , que comportam características fundamentais da área estudada e que subsidiam a classificação da aptidão de uso agrícola das terras.

Tabela 3.1 - Classes de declividade utilizadas na classificação da aptidão de uso das terras

% de declive	Classe de relevo
0 - 3 %	Plano
3 - 8 %	Suave Ondulado
8 - 20 %	Ondulado
20 - 45%	Forte Ondulado
45 - 75 %	Montanhoso
> 75 %	Escarpado

Fonte : Uberti et al 1992

3.2.5.4 - Levantamento Geológico

Para o levantamento da formação geológica, materiais originários da formação dos solos e estudo do relevo, básicos para estudos pedológicos e dos recursos minerais da área, foram revisados previamente dados bibliográficos disponíveis sobre a área de

estudo disponíveis (Santa Catarina 1986), Levantamento semi-detalhado de solos das regiões de Laguna e Sul do estado de Santa Catarina, bem como dados sobre geologia do Departamento Nacional de Produção Mineral em Santa Catarina (Teixeira 1992 a , Teixeira 1992 b, Santa Catarina 1986, Sudesul 1973).

Utilizando-se o mapa base topográfico planialtimétrico, escala 1:20.000 gerado na etapa anterior, as informações de literatura, fotografias aéreas pancromáticas da área, escala 1:18.000 e empregando-se uso de altímetro, previamente calibrado ao nível do mar em Laguna, bússula e clinômetro, efetuou-se a reambulação na área do projeto para reconhecimento dos materiais originários, formações rochosas e delineamento de suas áreas de transição sobre o mapa base, “overlays” e fotografias aéreas. Com isto foi possível efetuar o mapeamento dos polígonos formados por áreas geologicamente homogêneas, e obter o mapa geológico da área, através de procedimentos fotogramétricos de restituição, que foi gerado em meio gráfico e digital.

3.2.5.5 - Levantamento de Solos

O conhecimento do recurso, sua localização, características e potenciais, são um pré-requisito para o planejamento do uso do solo. O mapa de solos é um mapa especializado, obtido através de uma cartografia descritiva ou de inventário.

O mapa de solos é um instrumento de análise científica e técnica do espaço geográfico. Busca a representação de um fenômeno localizável (categorização de classes de solos) e suas correlações com outros níveis de informação, como planialtimetria, declividade, geologia, uso atual da terra, aptidão de uso agrícola, fertilidade do solo, susceptibilidade à erosão entre outras (Assad & Sano 1993; Joly 1990, Dale & Mclaughlin 1990; Carver 1988, Shelton 1969).

O inventário de solos é importante, na medida que apresenta utilidade ao contexto social e econômico e está ligado aos demais recursos físicos, quando integrado a um levantamento de recursos naturais. Mapas de solos são elaborados com diferentes níveis de detalhe, de acordo com a quantidade de informação requerida, tempo e dinheiro disponíveis para o levantamento. Os mapas de solo a nível Detalhado e Semi-

detalhado podem ser a base de uma grande variedade de interpretação, sendo a mais importante, a aptidão de uso da terra, que apresenta os seguintes usos principais:

- a - Aplicação imediata do manejo do solo por produtores.
- b - Zoneamento rural e manejo de terras públicas.
- c - Avaliação de terras, tributação e comércio de terras.
- d - Dimensionamento de unidades de produção e ordenação do espaço rural.
- e - Planejamento de obras de engenharia (barragens, estradas, canais e drenos).
- f - Conservação do solo e controle da erosão.
- g - Zoneamento de cultivos.
- h - Preservação dos recursos hídricos.

A metodologia adotada no presente trabalho, visou a obtenção do Mapeamento detalhado dos solos da área na escala 1:20.000, buscando atender exigências de planejamento a nível local e utilizou os seguintes procedimentos de pesquisa e levantamento:

- a - Revisão da literatura pedológica, disponível para a região (Sudesul 1973).
- b - Elaboração prévia do Mapa Base topográfico planialtimétrico escala : 1:20.000 .
- c - Elaboração de Mapa Geológico (item 3.2.5.4).
- d - Elaboração do Mapa de Declividade (item 3.2.5.3).
- e - Utilizando-se as informações da literatura, o mapa topográfico planialtimétrico, o mapa geológico, fotografias aéreas escala 1:18.000 e overlays, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- i) - Fotointerpretação preliminar

Pela fotointerpretação preliminar e com apoio do mapa base, geológico, declividade, e considerando o relevo, vegetação, rede de drenagem, foi possível elaborar “overlays”, onde foram delimitadas áreas de solos com características similares, que também foram lançadas no mapa base (Carver 1988). Foram ainda levadas em consideração critérios agronômicos (condições de cultivos e criações) e pedológicos (Sudesul 1973, Shelton 1969). Empregou-se neste procedimento, um estereoscópio de espelhos, tendo sido possível separar unidades facilmente reconhecíveis e que foram objeto de confirmação posterior na reambulação.

ii) - Levantamento de campo

Empregando-se os “overlays” obtidos da fotointerpretação preliminar, mapas base, geológico, clinômetro, bússola e altímetro, foi efetuado a reambulação do terreno, conferindo-se de forma sistemática os limites e transições das delimitações entre classes e séries de solos existentes. Adotou-se previamente um critério de reambulação, através de uma malha cujos nós distanciavam-se 500 m (Carver 1988), o que foi facilitado pela malha viária existente. No entanto o posicionamento geológico, obedecendo nitidamente uma distribuição em camadas geológicas, perceptíveis geomorfologicamente em função dos níveis de altitude, facilitou bastante o delineamento de glebas distintas (Carver 1988 , Shelton 1969).

Foram efetuadas escavações de trincheiras e amostragem de diferentes horizontes dos perfis típicos e coletadas amostras de solo através de trado, para análise físico-química, visando a caracterização das unidades significativas de classes de solo, caracterização do padrão de ocorrência de solos, bem como da intensidade de amostragem necessária ao delineamento de glebas homogêneas. As amostras foram analisadas com relação à fertilidade, fatores limitantes ao crescimento de plantas e granulometria (Black 1965).

iii) - Fotointerpretação definitiva

Suprido com os dados de campo, o padrão dos solos da área, dados de análise de solos, localização das unidades representativas e literatura pedológica, foi possível efetuar a fotointerpretação definitiva, gerando-se “overlays” definitivos ajustados a partir dos “overlays” iniciais.

iv) - Edição do mapa de solos

Partindo-se do mapa base planialtimétrico e usando-se s “overlays” delineados na fotointerpretação definitiva, foi gerado por processos de restituição fotogramétrica, o mapa de solos. O mapa de solo foi produzido em meio digital através de Microstation Intergraph, e posteriormente em meio gráfico, através do emprego de ploter e em meio digital GIS/SPANS (Jeschor & Bleiel 1989 , Loch & Lapolli 1989).

3.2.5.6 - Levantamento dos recursos hídricos

O manejo dos recursos de água esta preocupado em assegurar que sejam mantidas a quantidade e a qualidade da água. Preocupa-se ainda segundo Milligan (1990) em ser estabelecido em função do modo como a comunidade utiliza a água nas áreas adjacentes aos corpos de água, para o consumo, produção de alimentos, bens e serviços, aspectos culturais e conservação dos recursos naturais.

O manejo da água, pode ser visto como um fator central no uso integrado dos recursos naturais e inclui o manejo para conservação da disponibilidade e da qualidade da água, seja originária da reserva natural ou de estruturas de armazenagem contruídas.

O desenvolvimento dos recursos de água para consumo urbano e agricultura, incorpora uma análise multidisciplinar objetiva, que considera o impacto sobre a condição ambiental local. Inclui o valor que proporciona à atividade econômica e os impactos ambientais de modificação do fluxo natural da água, do modo como o solo agrícola será usado para uma produção ampliada ou alterações sobre a comunidade, sejam benefícios derivados da expansão econômica, ou efeitos negativos, como deslocamento de terras, poluição, (FAO 1994 , FAO 1993).

Para o manejo de recursos hídricos é necessário uma gama de informações que precisam ser coletadas em um grau suficiente de precisão, para que decisões substanciadas possam ser feitas. Algumas informações fundamentais para o planejamento do manejo dos recursos de água incluem :

i) - Dados gerais da área: mapeamento topográfico planialtimétrico, mapeamento dos corpos de água superficiais, mapeamento da ocupação e subdivisão espacial, mapeamento geológico, mapeamento do solo, mapeamento do uso atual da terra e mapeamento da cobertura vegetal.

ii) - Dados gerais sobre recursos de água: dados hidrológicos sobre águas superficiais e subterrâneas, dados climáticos, precipitação, temperatura, ventos dominantes, dados sobre a qualidade, vazão e regime de água na rede de drenagem, demanda e uso, corpos de drenagem construídos e naturais .

iii) - Mapeamento de zonas de inundação com características e dados sobre o comportamento de inundações.

iv) - Projetos de obras de engenharia ligados a barragens, irrigação e drenagem, tratamento de água potável, de águas servidas, esgotos e efluentes industriais.

v) - Dados sobre o ambiente aquático e fauna e flora dependentes (Balck 1992, Milligan 1990).

Do ponto de vista do manejo dos recursos de água, um aspecto importante a ser considerado é que o município onde se inclui a microbacia, detém o direito constitucional de determinar como os recursos naturais são usados. Com isso alguns princípios sobre o manejo dos recursos hídricos podem ser explicitados através de políticas públicas municipais (Machado 1992, Milligan 1990).

Dentro das condições disponíveis, na presente pesquisa foram efetuados os seguintes levantamentos de dados para análise dos recursos hídricos:

i) - Mapeamento dos corpos de água superficiais

Partindo-se do mapa base planialtimétrico escala 1:20.000 e utilizando métodos de fotointerpretação sobre as fotografias pancromáticas, escala 1:18.000, foram elaborados “overlays” da rede de drenagem, banhados e açudes existentes na área de estudos e que subsidiaram o processo de restituição fotogramétrica e geração do mapa de recursos hídricos (Carver 1988).

ii) - Avaliação da qualidade de água

Para avaliação a nível de reconhecimento do estado atual da qualidade de água, foram definidos oito pontos de amostragem, cobrindo o primeiro o canal do rio junto a estação do SAMAE, antes da entrada na zona urbana, quatro pontos dos seus principais tributários e três pontos de amostragem ligados a prováveis focos de poluição da rede de drenagem.

Os pontos de coleta foram alocados após reambulação na área de trabalho, buscando cobrir uma amostragem preliminar que apresentasse suficiente sensibilidade dentro da complexidade da rede de drenagem e em função da condição de tempo disponível para coleta e encaminhamento ao laboratório de análise (no mesmo dia).

Por razões de custo de deslocamento, foi estipulada uma frequência de amostragem representada por uma coleta a cada época (estação do ano), para cada ponto de amostragem, a qual deveria oferecer indicações preliminares sobre a presença de substâncias detrimenais à qualidade de água e saúde humana.

Um total de 24 amostras foram coletadas a cada período, acondicionadas dentro das recomendações técnicas indicadas pelos laboratórios e conduzidas para análise conforme segue:

Laboratório CASAN / Pilões / Santo Amaro da Imperatriz - SC

Análise da composição físico-química: oito amostras em frascos de um litro por época.

Exame bacteriológico: oito amostras em frascos esterilizados de 200ml por época.

Laboratório SANEPAR / Curitiba

Análise cromatográfica: oito amostras acondicionadas em frascos de um litro por época (Ministério da Saúde 1990).

3.2.5.7 - Levantamento da malha viária e unidades residenciais

Os tipos de estradas encontradas de um modo geral na malha viária municipal e em microbacias são construídas para suportar baixo a moderado nível de tráfego. Visam suprir acesso às parcelas rurais, acesso à residências, transporte de madeira e atividades de reflorestamento, acesso a insumos, transporte de produtos agrícola para fora das áreas de produção e em direção aos núcleos urbanos locais. Quase sempre alcançam em seu extremo os locais mais elevados do terreno, que apresenta acentuada declividade em áreas fortemente onduladas e montanhosas. Algumas atividades como o reflorestamento, tem sido locadas nas terras mais elevadas, em razão do valor e disponibilidade de terras, e tem recebido um tráfego de veículos pesados, com especial repercussão sobre a conservação e erosão das estradas de acesso.

A construção e o uso de estradas e caminhos de acesso resultam em forte impacto e mudanças ao longo de seu percurso e quando inadequadamente locadas e construídas ou mantidas, são uma das principais causas humanas de erosão e sedimentação, com forte impacto sobre os recursos naturais, sobre perdas econômicas ligadas a sedimentação do leito dos cursos de água, inundação, degradação do hábitat de zonas ribeirinhas e corpos de água, degradação da qualidade de água e destruição de pontes e acessos à propriedades (FAO 1989a).

A erosão que resulta da locação de estradas e caminhos é originada por causas físicas naturais como geologia, tipo de solo e nível de precipitação. A densidade da rede de estradas e caminhos, quantificada pelo comprimento total de vias por unidade de área da microbacia, está diretamente relacionada com a erosão. A locação de caminhos e estradas em relação à declividade, canais naturais de drenagem e solos sensíveis, tem um efeito direto sobre a quantidade de sedimento que irá atingir a rede de drenagem. A severidade do impacto erosivo está relacionada ao total de superfície exposta pelas vias de acesso em dado tempo, a densidade de drenagem da microbacia (grau pelo qual os canais de drenagem cortam o terreno) , declividade (gradiente, comprimento, forma e posição no aclave) fatores geológicos (tipo de rocha, posição no perfil e drenagem subsuperficial e clima. Quanto maior a intensidade e frequência de tempestades e quanto mais a rede de drenagem diseca a paisagem, mais aguda é a necessidade de planejar medidas de redução do impacto da erosão em estradas e caminhos, sobre a qualidade de água e sedimentação (FAO 1989a , Carver 1988).

O parcelamento muito acentuado do território rural efetuado no passado na região de estudos e cuja tendência continua atualmente, tem contribuído para ampliar a área ocupada por caminhos de acesso, a um número crescente de glebas de cultivo, elevando o potencial e severidade do impacto da erosão em relação ao crescimento da superfície exposta.

O objetivo do levantamento da malha viária e das sedes das unidades de produção foi localizar topograficamente e quantificar o volume das estradas principais, estradas secundárias de acesso às propriedades e caminhos internos de acesso às lavouras nas propriedades, visando a avaliação de sua adequação local.

A metodologia utilizada adotou o mapa base topográfico planialtimétrico e a fotointerpretação de fotografias pancromáticas na escala 1:18.000, elaboração de "overlays" da malha viária e posterior locação no mapa base, através de restituição fotogramétrica (Carver, 1988).

3.2.5.8 - Levantamento da subdivisão territorial

O objetivo do levantamento da subdivisão espacial foi subsidiar uma etapa de cartografia cadastral que deveria suprir uma descrição pormenorizada do território e da propriedade na área da microbacia. O mapeamento cadastral de propriedades é um instrumento básico para dar suporte ao planejamento da regularização fundiária e do reordenamento de uso do espaço físico territorial e conseqüentemente do desenvolvimento econômico a nível local (Loch 1993, Dale & Mclaughlin 1990, Liberato 1989).

O replanejamento, a reordenação e o melhoramento da estrutura agrária, trouxeram importantes avanços no desenvolvimento do uso espacial e representam uma responsabilidade social inadiável, porque via de regra trouxeram grandes vantagens para as regiões onde foram adotadas (Bundesministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Forsten 1994). O seu objetivo é a racionalização da produção, pela implantação de uma atividade agrícola empresarialmente orientada, assentada sobre unidades de produção agrícola e florestal sustentáveis e competitivas, o que redundará em grande repercussão sobre a economia local e regional.

Uma forma de divisão do espaço territorial baseada em interesses individuais da evolução da economia, que ocorre desacoplada da função do espaço rural, não é mais compatível com um modelo de economia social de mercado, além de não atender a função social e ambiental do território.

Embora a reforma agrária tenha evoluído lentamente em nossas condições, continua sendo um tema presente na discussão crítica sobre o nosso modelo de economia rural e que vem acentuando-se com a evolução da discussão sobre a degradação da base dos recursos ambientais, conforme salientado na Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, Agenda 21 - Rio 1992.

O primeiro passo para o replanejamento do uso dos recursos da terra é a caracterização da subdivisão espacial das parcelas rurais e a sua locação dentro da base de recursos ambientais de solo, água, relevo e vegetação.

Com este propósito, efetuou-se o levantamento da subdivisão do espaço físico da microbacia, utilizando-se o mapa base topográfico e a fotointerpretação de fotografias aéreas escala 1:18.000 pancromáticas, tomando-se em consideração aspectos ligados às

vias de acesso, edificações da sede das unidades de produção e cercas divisórias. Foi ainda complementado com levantamento de campo e entrevistas com produtores locais. Os “overlays” gerados, foram então utilizados em processos de restituição fotogramétrica e elaboração do mapa das glebas.

3.2.5.9 -Levantamento do uso atual da terra

O planejamento do uso dos recursos da terra, precisa estar baseado em levantamentos que supram informações tanto quantitativas como qualitativas. As características da topografia, dos recursos de solo, água, vegetação, precisam ser determinados e relacionados ao seu modo atual de utilização, com o objetivo de avaliar acuradamente as suas potencialidades de desenvolvimento.

A expressão uso atual da terra pode ser entendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem e o levantamento do uso da terra em determinada área, tornou-se fundamental para quantificar e entender os padrões de organização da atividade humana sobre o espaço (Dale & McLaughlin 1990).

O levantamento do uso atual da terra é normalmente um dos componentes importantes da pesquisa para estruturação de um programa integrado de desenvolvimento do uso dos recursos. Auxilia a suprir uma base para comparação entre o sistema de uso presente, a sua produtividade potencial e os limites de sustentabilidade da base dos recursos, cujas informações são supridas por dados de outros levantamentos, como solo, geologia, declividade e erodibilidade.

Os métodos de sensoriamento remoto de pequena escala (1:200.000 ou menores), que tem sido utilizados para inventário do uso da terra a nível regional, tem sido questionados quanto à sua utilidade, porque tais informações são necessárias a um maior nível de intensidade e de detalhamento de objetos e cuja resolução espacial exige escalas maiores (Shelton 1969).

O mapeamento do uso atual da terra está baseado primariamente em características geográficas, particularmente aquelas que podem ser identificadas em fotografias aéreas. A classificação é usualmente feita em base dos tipos predominantes de vegetação, espaços de cultivos, florestas, campos, pastagens, elementos da paisagem construídos tais como obras de engenharia, estradas, galpões e residências.

A documentação do estado da paisagem e da ocupação econômica e social do espaço territorial, encontram na fotografia aérea pancromática de grande escala (1:25.000 ou maior) com pelo menos 60% de recobrimento e tomadas a altitude média (> 3.100M) e baixa altitude (< 3.100m), o seu principal processo de levantamento, para obtenção de dados a nível municipal ou distrital (Schneider 1984, Inpe 1980, Shelton 1969).

Os mapas de uso atual estão baseados em características geográficas que podem ser identificadas por fotografias aéreas. Conseqüentemente a classificação é usualmente feita em bases do tipo predominante de vegetação ou cobertura vegetal, floresta ou outra forma de vegetação natural, terra urbana, área cultivada e pastagem, entre outras.

Os mapas de capacidade de uso classificam áreas de acordo com as suas limitações ao uso para fins agrícolas ou geotécnicos, com relação a medidas de manejo para contornar limitações de uso, ou para conservação de recursos (Shelton 1969).

Para o levantamento do uso da terra no presente trabalho foi adotada a seguinte seqüência de procedimentos:

- i) - elaboração do mapa base topográfico planialtimétrico na escala 1:20.000.
- ii) - fotointerpretação preliminar de fotografias pancromáticas 1: 18.000 e elaboração de “overlays” temáticos, através do delineamento de glebas com distintos aspectos de uso da terra ,compreendendo 11 classes:

- 1 - capoeira
- 2 - cultura anual
- 3 - banana
- 4 - citrus
- 5 - pêssego
- 6 - mata nativa
- 7 - pastagem
- 8 - reflorestamento
- 9 - mineração
- 10 - suinocultura
- 11 - espaço urbano

iii) - Levantamento de campo

Com a utilização do mapa topográfico, das fotografias aéreas e “overlays” e munido de bússola, altímetro e clinômetro, foi efetuada a reambulação da área de pesquisa, para ajustes nos “overlays” obtidos na fotointerpretação preliminar.

iv) - Fotointerpretação definitiva

Esta etapa foi complementada em laboratório e os “overlays” obtidos, foram encaminhados para restituição fotogramétrica e elaboração em meio gráfico, do mapa de uso atual da terra.

3.2.5.10 - Mapeamento de glebas individuais

Utilizando-se processos de ampliação da escala em meio gráfico e recursos de SIG em meio digital, efetuou-se a elaboração de mapas de unidades de produção (glebas), visando a análise e quantificação de dados a nível de parcelas.

3.2.5.11 - Monitoramento ambiental por imagens SPOT

As especificações do sistema de imageamento orbital SPOT incluem instrumentos de imageamento de alta resolução HRV (High Resolution Visible) possibilitando uma resolução espacial de 10 m (Tabela 3.2), no modo pancromático.

Tabela 3.2 - Características do sensor SPOT 1 e 2

Modo	Comprimento de onda (μ m)	Resolução (m)
Multispectral		
Banda 1	0.50 - 0.59	20
Banda 2	0.61 - 0.68	20
Banda 3	0.79 - 0.89	20
Pancromático	0.51 - 0.73	10

Fonte : Barret & Curtis 1992

O sistema SPOT possui a habilidade de registrar imagens da mesma área, adquiridas a diferentes ângulos durante passagens sucessivas do satélite e com isto oferece a possibilidade de formar pares estereoscópios da imagem de uma dada cena.

Segundo Barret & Curtis (1992) o imageamento estereoscópio SPOT é muito útil para a fotointerpretação e fotogrametria e para uma larga faixa de aplicações, podendo ser citadas:

- i) - Compilação de mapas topográficos com curvas de nível 20m/50 m
- ii) - Compilação direta de modelos digitais do terreno
- iii) - Sua alta resolução no modo pancromático (10 m) oferece uma percepção elevada para interpretação em grande escala de características da vegetação e obras de engenharia.

Considerando informações publicadas pela SPOT IMAGE/Toulouse (1989), sobre o uso de imagens SPOT para o mapeamento topográfico e produção de mapas na escala 1:100.000 a 1:25.000 através do uso de “stereoplotters” analíticos e tendo em vista ainda a frequência de imageamento a cada 26 dias sobre a mesma cena, foi considerado que o uso de imagens SPOT para o monitoriamento do uso da base de recursos e desenvolvimento da atividade da agricultura poderia ser de grande importância para o manejo de microbacias.

Na agricultura existe uma grande necessidade de informações prévias sobre as condições e áreas de cultivo, para permitir eficiente manejo do negócio agrícola e para o planejamento da comercialização de produtos agrícolas envolvendo preços mínimos subsídios, previsão de safras. Nestes aspectos, a possibilidade de uso de imageamento sistemático da superfície terrestre poderia trazer uma contribuição relevante aos propósitos da pesquisa proposta.

Utilizando recursos de informação e processamento de imagens orbitais disponíveis no Institut Für Photogrammetrie Und Fernerkundung na Universität Karlsruhe na Alemanha, buscou-se efetuar o mapeamento digital dos recursos ambientais da área de estudo, através de imagens SPOT.

3.2.6 - Aquisição de dados sobre Estatísticas Econômico Ambientais Descritivas

Segundo o Statistisches Bundesamt (1994), as estatísticas econômico ambientais devem mostrar estatisticamente quais recursos naturais, através das atividades de produção e consumo, em determinado período, são desgastados, depreciados ou perturbados. Surgem do processo econômico de produção, sendo utilizados dados de tendências, valores médios de distribuição e macro índices associados, agregando-se ainda itens especiais, sejam ligados à matérias primas, ao espaço, às empresas ou casos de perturbação ambiental, (Tabela 3.3).

Algumas categorias para as quais são levantados dados estatísticos são a caracterização do estado ambiental presente, o estado atual da poluição e medidas de proteção ambiental em andamento. No caso da poluição são levadas em consideração as cadeias de matérias primas e a utilização da superfície territorial. Estatísticas ambientais originam-se das seguintes fontes:

- i) - Dados geográficos e demográficos
- ii) - Dados básicos econômicos
- iii) - Dados sobre o desgaste e sobrecarga ambiental
- iv) - Estado atual dos danos ambientais
- v) - Medidas de proteção ambiental
- vi) - Indicações econômicas para proteção ambiental (Statistisches Bundesamt 1994).

3.2.6.1 - Dados geopolíticos e demográficos

Para a pesquisa desenvolvida no presente trabalho foram incorporados itens de dados biofísicos descritivos relevantes que incluíram dados climáticos, recursos geológicos, de solo, água, vegetação e topografia. Foram incluídos também características dos recursos construídos, através do mapa da malha viária, unidades residenciais e subdivisão territorial.

Dados adicionais sobre a população e economia foram obtidos do censo sócio-econômico efetuado em 1993 no Município de Cocal do Sul (CASPNut 1993).

Tabela 3.3 - Classes de dados básicos de Estatísticas Econômico Ambientais

Fontes de dados
1 - Dados geográficos, geopolíticos e demográficos
1.1 - Condição atmosférica
1.2 - Condição geográfica
1.3 - Condição demográfica
2 - Dados Econômicos Globalizados
2.1 - Economia global
2.2 - Atividades econômicas ligadas ao uso da terra
2.3 - Atividades industriais
2.4 - Atividades comerciais
2.5 - Atividades de transporte
2.6 - Serviços de Estado
2.7 - Atividades de unidades residenciais
3 - Dados sobre Desgaste ou Sobrecarga Ambiental
3.1 - Uso do solo
3.2 - Obtenção de matérias primas, energia e água
3.3 - Emissões
4 - Estado Atual de Danos Ambientais
4.1 - Plantas e animais ameaçados
4.2 - Danos ao solo
4.3 - Danos a água
4.4 - Danos a florestas
4.5 - Danos à atmosfera
5 - Medidas de Proteção Ambiental
6 - Indicações Econômicas para Proteção Ambiental

Fonte : Statistisches Bundesamt 1994 , adaptado

3.2.6.2 - Dados Econômicos básicos

Os dados básicos econômicos que podem ser incluídos em um sistema municipal de informações podem ser bastante amplos, dependendo da complexidade da atividade econômica local e regional (Tabela 3.3). Para o presente trabalho de pesquisa foram obtidos dados básicos econômicos a partir de mapas, publicações do Censo Sócio-Econômico de Cocal do Sul (CASPNut 1993) e através do trabalho de levantamento, baseado em entrevistas aplicadas a uma amostra de 10% dos proprietários rurais da área da microbacia (Yourdon 1992, Marconi 1982).

3.2.6.3 - Dados sobre desgaste e sobrecarga ambiental

Os dados sobre o desgaste ou sobrecarga dos recursos ambientais foram obtidos através de levantamentos de campo e mapeamento de base dos recursos ambientais existentes na área. Dizem respeito ao sistema de uso do solo, ao processo de obtenção e consumo de matérias primas energia e água e à emissões de resíduos resultantes dos processos de consumo e produção. Incluem emissão de esgotos e efluentes, lixo e resíduos, substâncias detrimenais à água, adubos e pesticidas. Para sua avaliação foram avaliados resultados de dados de análise laboratoriais da qualidade da água (físico-químicas, bacteriológicas e substâncias químicas toxicológicas) que foram efetuadas nos laboratórios da CASAN/ PILÕES/Florianópolis e SANEPAR/Curitiba e análises de solos realizada nos laboratórios da EPAGRI/Chapecó. (Ministério Saúde 1990 , CONAMA 1992, Black 1965).

Nos trabalhos de levantamento de campo para caracterização do estado do desgaste ambiental foram utilizados conhecimentos das ciências agrônômicas quanto aos sistemas de produção de plantas e animais, sanidade vegetal e animal, mecanização, fertilidade e erosão do solo, uso de fertilizantes e agrotóxicos, aquisição de insumos e comercialização de produtos (FAO 1994 , GTZ 1991 , UFPR 1991 , Seiffert 1990, FAO 1989 b , FAO 1986 , Seiffert 1984, FAO 1982 , Gittinger1978).

3.2.6.4 - Estado atual sobre danos ambientais

A avaliação do estado atual de danos ambientais foi elaborada a partir dos dados sobre o desgaste e sobrecarga ambiental nos seguintes tópicos evidenciados na microbacia :

- i) - Danos à floresta nativa
- ii) - Danos ao solo por erosão
- iii) - Danos aos corpos de água, rede de drenagem e zonas ribeirinhas
- iv) - Danos ao aquífero
- v) - Danos por consumo de superfície derivados da mineração de argila
- vi) - Expansão urbana

3.3 - Ação de Pesquisa 2

3.3.1 - Título :

“Estruturação de um Sistema Municipal de Informações Econômicas e Ambientais, setorizado por microbacias hidrográficas” - SIMIEA

3.3.2 - Introdução

Partindo-se do levantamento de dados obtidos na Ação de Pesquisa 1, foi desenvolvido um banco de dados em termos de tipos de arquivos para dados geográficos, suas subdivisões em termos de níveis de informações espaciais, dados descritivos, econômicos, sociais e temporais que formam a base estrutural para análise processamento, integração e modelagem de dados do sistema de informação (Assad & Sano'1993 , Dale & Mclaughlin 1990 , Madruga 1990).

O SIMIEA foi estruturado em ambiente gráfico para operação com recursos manuais e meio digital, em ambiente SIG/SPANS. O tratamento automatizado de informações espaciais, cadastrais e econômicas tem sido considerado importante para acompanhar a dinâmica e a complexidade da atividade humana de ocupação do solo.

Os SIGs são tecnologias consideradas eficientes e disponíveis comercialmente, destinadas ao tratamento automatizado de dados georeferenciados. Manipulam dados de diferentes fontes e formados em ambiente computacional ágil, capaz de integrar informações temáticas e gerar novos dados, obtidos de níveis de informações iniciais (GTZ 1994 , Assad & Sano 1993 , Bähr & Vögtle 1991). Estes atributos no entanto, não são o único fator na escolha de um sistema de informações e geoprocessamento. Custos de software, a estruturação de equipes treinadas e os sistemas de aquisição de dados, são fatores importantes, quando se propõe sua adoção ao contexto de unidades administrativas municipais com recursos escassos. Custos de treinamento e aprendizagem são geralmente subestimados, uma vez que os SIGs são sistemas complexos, que trazem embutido muitos conceitos de lento aprendizado. Além disto, o sistema traz consigo freqüentes problemas de suporte técnico (Dale & Mclaughlin 1990).

O método de pesquisa aplicado à proposta de estruturação do SIMIEA , usou uma abordagem, que iniciou-se pela proposição de um modelo genérico e a definição e estruturação de seus componentes físico-espaciais e econômicos ambientais, usando o mapeamento em escala apropriada, como forma de quantificação da base dos recursos existentes.

Depois buscou manipular os níveis de informação do sistema, através da integração de dados dos diferentes níveis de informação, modelagem e elaboração de cenários preditivos, representados através de mapas de previsão, mapas geotécnicos, mapas de zoneamento, associados à proposições de intervenções econômico ambientais preditivas (Shamblin 1979) .

A modelagem levou em consideração os fatos básicos e limitações, sobre as quais a base de dados deveria atuar e operou com diferentes entradas e seus atributos. Pelo fato de que, as decisões sobre o uso dos recursos ambientais são freqüentemente baseadas em critérios econômico-ambientais, as informações baseadas apenas em adequações biofísicas não são suficientes para o planejamento. Por esta razão o SIMIEA incorporou também em sua concepção estrutural, estatísticas econômico ambientais (Statistisches Bundesamt 1994, Wicke 1993 , Turner 1993, Gittinger 1978).

O mapeamento computacional foi possibilitado pela geração de arquivos digitais de mapas obtidos pela restituição fotogramétrica, através de tecnologia CAD (Computer

Aid Design). Entre os vários sistemas de dados gráficos existentes no mercado, foi utilizado o Microstation da Intergraph Corp, disponível na Aerodata S.A., e que distribue a cartografia em 63 níveis de desenho, 8 tipos de traços com até 36 espessuras e 16 cores, além de facilidades de impressão de dados em qualquer escala e efetuar medidas de distâncias e áreas (Korte 1992).

A introdução destes dados em ambiente SIG/SPANS, foi processada por métodos de “input” manuais, que são até o presente os métodos mais usados. Compreendeu a digitação de coordenadas X,Y e traçar e generalizar linhas, por registrá-las como uma série de pontos X,Y, usando-se um mouse e teclado, sobre os mapas introduzidos no SIG/SPANS, oriundos de arquivos digitais microstation. Pela natureza “arco/nó” do processo, estes métodos estão baseados no modelo vector.

A captura de dados no sistema vector, por este processo, é necessária para qualquer projeto de SIG. Estabelecer uma base de dados efetiva por este método é uma tarefa árdua, e pode ser qualificada como custosa, consumidora de tempo, laboriosa e penosa dentro de um projeto SIG. Falhas na introdução de dados, podem conduzir ao fracasso da estruturação de um sistema de informações na forma de um SIG (Intera Tydac 1991).

Dois tipos de dados foram exigidos para construir o banco de dados :

i) - Informação espacial para construir o modelo de dados geográficos, incluindo tipos de entidades geográficas de interesse, sua locação e relações geométricas ou topográficas entre entidades.

ii) Informações não espaciais representadas por atributos associados a estas entidades.

A opção de estruturar o banco de dados na forma de um SIG em base computacional, SIG/SPANS, esteve baseada na sua capacidade de efetuar a análise geográfica de dados podendo definir relações espaciais entre os dados. Esta característica, conhecida como topologia , vai além da descrição da locação e da geometria de características existentes nos mapas. Descreve como as características lineares do mapa estão conectadas, como as áreas estão ligadas e quais áreas são contíguas. Para definir a topologia, o SIG usa uma estrutura de dados espacial básica, definindo características do mapa como nós, linhas e áreas. Os nós representam os pontos de intersecção e pontos terminais de linhas. Cada nó é numerado de forma única e

é alocado por um par de valor de coordenadas x,y . As linhas também são numeradas de forma única e sua geometria é descrita por uma série de pares x,y . Cada área possui um único ponto central (centróide) locado no interior do polígono. O centróide apresenta um par de coordenadas x,y que define a sua locação e os limites do polígono são definidos por números de linhas que formam seus limites.

Em adição aos dados geométricos espaciais o SIG também contém dados atributos associados aos elementos topológicos (nós, linhas, polígonos) e supre informação descritiva adicional.

O software SIG/SPANS está desenhado para possibilitar o exame rotineiro de atributos, tanto dados espaciais, como atributos relacionados aos dados espaciais e vice-versa. Possibilita por exemplo responder questões como “onde estão as glebas na microbacia maiores que 1 ha e ocupadas com lavoura de bananeiras, qual é sua área total, qual a previsão de produção anual”. O SIG, responde listando o número das parcelas ou plotando a sua locação no mapa da Microbacia (Korte 1992, Intera Tydac 1992).

O SIG comporta um banco de dados que é um modelo matemático geográfico do terreno, incorporando três dimensões da realidade. A dimensão espacial (onde algo está locado) a dimensão temática (o caráter da locação e do objeto que ocupa tal posição) e a dimensão temporal (a comparação de dados ao longo do tempo).

O SIG/SPANS (Spatial Analysis System) utilizado no presente estudo é um “software” canadense desenvolvido para uso em computador pessoal ou “workstation”, com elevada capacidade de integração de dados, capacidade de análise e modelagem. Pode processar bancos de dados complexos, geograficamente referenciados em todas as estruturas chave, vector, raster e quadtree. É operado por sistemas operacionais DOS, OS/2 e AIX e suas exigências de “hardware” mínimo são :

- i) - Um microcomputador 486
- ii) - 16 megabytes para o sistema de memória RAM
- iii) - Um monitor colorido VGA
- iv) - Um hardware de 240 Megabytes
- v) - Um sistema operacional OS/2, versão 1.2 Extended (Intera Tydac 1992)

3.3.3 - Objetivos

A função específica desta investigação será responder a pergunta “como deverá estar estruturado um Sistema Municipal de Informações Econômicas Ambientais , setorizado por unidades geográfico-sociais de microbacias hidrográficas.

O modelo conceitual deverá atender à necessidades de facilidades de sistematização, armazenagem, processamento e integração de dados, ser estruturado numa forma que possa ser mantido atualizado continuamente e ser acessível a usuários com baixo treinamento em sistemas de geoprocessamento.

3.3.4 - Recursos materiais empregados

Além da estruturação de um banco de dados em meio gráfico, e integração de dados por processos manuais para obtenção de cenários preditivos, foram utilizados os níveis de informação gerados pela Ação de Pesquisa 1 e recursos de “hardware” e “software” SIG/SPANS, para a estruturação de um banco de dados em meio digital, envolvendo as seguintes etapas:

i) - Digitalização de dados em estereomodelos a partir de overlays, fotografias e de mapas gerados por uma estação microstation em arquivos digitais vetoriais.

ii) - Edição de dados digitalizados para assegurar que os dados de interpretação e dados digitalizados encontravam-se relacionados mutualmente.

iii) - Geração de mapas temáticos de zoneamento, previsão e geotécnicos a partir de integração de dados e modelagem pelo SIG/SPANS.

3.3.5 - Geração De Modelos Econômicos Ambientais Preditivos

Através da integração de dados e usando processos manuais, cartográficos e de GIS/SPANS foram gerados entre diversas alternativas, os seguintes modelos econômicos ambientais preditivos experimentais, expressos na forma de mapas na escala 1:20.000 :

i) - Mapa de aptidão do uso da terra

ii) - Mapa de gestão dos recursos hídricos

iii) - Mapa de controle da erosão

- iv) - Mapa de reordenação do uso do espaço físico e aglutinação fundiária
- v) - Mapa de manejo dos recursos em glebas individuais

As possibilidades de integração de dados e geração de modelos preditivos não se esgota nos modelos desenvolvidos, que foram adotados para exemplificar a capacidade de análise e manipulação de dados facilitada pelo SIMIEA.

O critério adotado de locação georeferenciada e quantificação da base dos recursos através da estratégia do uso de mapas e integração de estatísticas ambientais, possibilitou exercitar critérios de quantificação e estimativas de custos para a base dos recursos atuais e sobre cenários alternativos futuros de uso da base dos recursos (Wicke 1993, Turner 1993).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora estivessem previstas sequencialmente duas ações de pesquisa para o desenvolvimento do trabalho, estas em parte foram executadas concomitantemente, evoluindo cada uma conforme os ganhos de experiência ao longo de sua execução. A maior concentração das atividades referentes à ação de pesquisa 1 ocorreu durante os anos de 1994/95, enquanto que em 1995/96 a maior parte do tempo esteve dedicada à ação de pesquisa 2.

4.1 - Caracterização da natureza das informações

Quanto à natureza das informações, foram definidas as fontes e respectivos níveis de detalhe sobre dados descritivos, características ambientais biofísicas e estatísticas econômico ambientais, conforme Tabela 4.1.

4.1.1 - Aquisição de dados ambientais biofísicos descritivos

4.1.1.1 - Clima

Foram levantados um conjunto de dados climáticos disponíveis para a região de inserção da microbacia e que são apresentados na forma de gráficos e tabelas conforme abaixo, (Anexo 1) :

i) - Temperatura da atmosfera média, máxima e mínimas anuais, em graus centígrados, no período de 1924/1993, Figura 4.1.

ii) - Temperatura da atmosfera, média, máxima e mínimas mensais, em graus centígrados, no período de 1924/1993, Figura 4.2.

iii) - Precipitação atmosférica média mensal em milímetros, no período 1924/1993, Figura 4.3.

iv) - Precipitação atmosférica total anual em milímetros, no período 1924/1993, Figura 4.4

v) - Insolação média mensal em número de horas obtida de dados do período 1981/91, Figura 4.5.

vi) - Direção mensal dos ventos dominantes ao longo do ano obtida de uma série de dados do período 1981/1991, Tabela 4.2 .

Tabela 4.1 - Fontes, níveis de detalhamento e forma de obtenção de informações biofísicas e econômico ambientais descritivas

Tipo de dados	Níveis de escala	Forma de obtenção
1 - Características ambientais biofísicas		
1.1 - Clima	Regional	Levantamento Epagri
1.2 - Topografia	1 : 20.000	Fotogrametria Aerodata
1.3 - Declividade	1 : 20.000	SIG/SPANS Aerodata
1.4 - Geologia	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.5 - Solos	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.6 - Recursos Hídricos	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.7 - Malha Viária	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.8 - Subdivisão Territorial	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.9 - Uso Atual da Terra	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
1.10 - Indústria/Mineração	1 : 20.000	Levantamento/Fotogrametria
2 - Estatísticas Econômico Ambientais		
2.1 - Demográficas	Município	Censo Sócio-Econômico 1993
2.2 - Dados Econômicos		
2.2.1 - Globais	Microrregião	ICEPA/Censo 1993
2.2.2 - Uso da Terra	Microbacia	Levantamento/Fotogrametria
2.2.3 - Indústria	Microrregião	Levantamento
2.2.4 - Mineração	Microrregião	Levantamento
2.2.5 - Transporte	Microrregião	Levantamento
2.2.6 - Serviços de Estado	Microrregião	Levantamento
2.3 - Desgaste Ambiental		
2.3.1 - Uso do Solo	Microbacia	Levantamento/Integ.dados
2.3.2 - Uso de Matérias Primas	Microbacia	Levantamento/Integr.dados
2.3.3 - Emissões	Microbacia	Levantamento/Integr.dados
2.4 - Estado dos Danos Ambientais		
2.4.1 - Solo	Microbacia	Levantamento/Integr.dados
2.4.2 - Água	Microbacia	Levantamento/Integr.dados

A inclusão de dados climáticos no sistema de informações, atende a necessidade de dar suporte ao desenvolvimento de modelos preditivos ligados a aptidão de uso da terra, hidrologia, controle da erosão, zoneamento da produção, previsão do calendário de operações de plantio e colheita, preservação de recursos naturais, mapeamento de zonas de perigo de inundações, locação de obras de engenharia (Braga 1995, Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1992, Black 1991, FAO 1991).

Os estudos do monitoramento do clima, inicialmente preocupados com a previsão do tempo (meteorologia) e zoneamento agro-climático (agrometeorologia), passaram nos anos recentes a incorporar os temas ligados às mudanças climáticas globais, visando o entendimento do sistema terrestre com profundidade. Neste sentido, estudos sobre o comportamento das variáveis climáticas locais, trazem uma contribuição importante, porque as atividades humanas tem modificado o ambiente, resultando em notáveis modificações no fluxo de energia, dentro do sistema climático regional, mas com reflexos globais. Tais modificações, refletem-se desfavoravelmente sobre o potencial de uso do espaço territorial e sobre a sustentabilidade dos sistemas de produção (Barret & Curtis 1992).

Segundo a classificação climática de Köppen, Santa Catarina está influenciada pelo Clima Mesotérmico Úmido Cf (sem estação seca), com verões quentes, apresentando temperaturas médias de 19,2°C e precipitação média entre 1.300mm/1.400mm. Compreende dois subtipos Cfa e Cfb, distintos em verão quente e verão fresco respectivamente. O clima Cfb, temperado, situa-se na região do planalto catarinense, desde a Serra do Mar e Geral, até o extremo Oeste, acima de 700m de altitude. O Clima Cfa, sub-tropical, ocorre no litoral catarinense, Alto Vale do Itajaí e no Oeste, ao longo dos rios Pelotas e Uruguai, até cotas altimétricas de 700m.

Esta classificação no entanto é macro-climática, não detalhando convenientemente os climas mesoregionais (nível de sub-bacias hidrográficas) de importância para atividades econômicas ligadas ao uso da terra. O Estado, pela variabilidade do seu relevo, principalmente no Oeste, Alto Vale do Itajaí e nas encostas da Serra Litorânea, propicia a ocorrência variada de condições climáticas meso e microregionais.

A quantificação de atributos ligados à temperatura, Figura 4.1 e Figura 4.2, possibilitou definir a zona termal e o regime de temperaturas prevalecentes, indicativo para a adaptabilidade de cultivos e criações, previsão de épocas de plantio e previsão de safras (FAO 1991).

Segundo Braga (1995) os modelos de previsão das principais fenofases de cultivos agrícolas, indicam que as variáveis climáticas energéticas, são efetivamente decisivas no desencadeamento da reprodução vegetal. Em cultivos de macieira, isto pode ser representado pelo somatório de horas de frio, somatório de graus dia, insolação e temperaturas médias mensais.

Com relação à temperatura atmosférica próxima à superfície terrestre, como indicador de mudanças climáticas, a série de dados que cobriu um período de 69 anos (1924/1993) permitiu observar que a partir da década de sessenta, as temperaturas anuais, média, mínima e máximas, mostram uma tendência a se situarem dentro de um nível de elevação anual em torno de 1°C acima da média geral do período anterior, Figura 4.1, seguindo uma tendência que tem sido verificado a nível global (Deutschland 1994).

A quantificação das condições de precipitação atmosférica, Figura 4.3 e Figura 4.4 foi considerada relevante, porque o conhecimento das precipitações atmosféricas é indispensável para compreender o ciclo hidrológico local e controlar o ciclo natural da água, devido aos consideráveis fluxos de energia e massa a ela associados. O impacto econômico e social resultante está ligado às conseqüências de suas manifestações externas, como inundações, desestabilização de encostas, épocas secas e por envolver necessidades crescentes de conhecimento do comportamento da água no planejamento do desenvolvimento da economia energética, rural e urbana (Huntzinger & Ellis 1993). Na agricultura particularmente, o teor de umidade resultante está ligado estreitamente à definição das estações de crescimento de plantas (FAO 1991).

O comportamento da distribuição das precipitações ao longo dos meses do ano e entre anos, objetivo da série de dados de 1924/1993, possibilitou verificar um comportamento caracterizado por uma má distribuição das chuvas, definindo um período de escassez, entre Abril e Agosto, onde as médias mensais estão nitidamente abaixo da média mensal de 128,6mm de chuva e um período chuvoso entre Setembro a Março, no

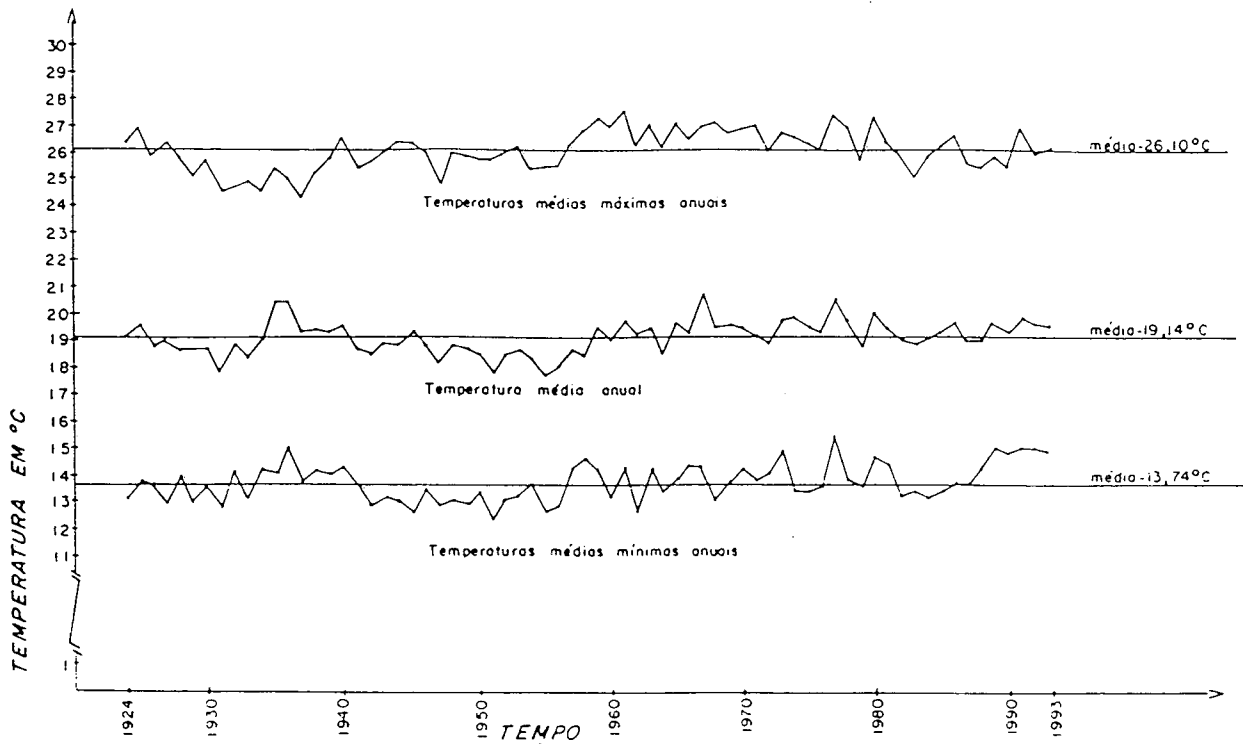


FIGURA 4.1 - Temperaturas média, máxima e mínimas anuais no período 1924/1993, registradas na Estação Experimental de Urussanga Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W (EPAGRI 1996,adaptado)

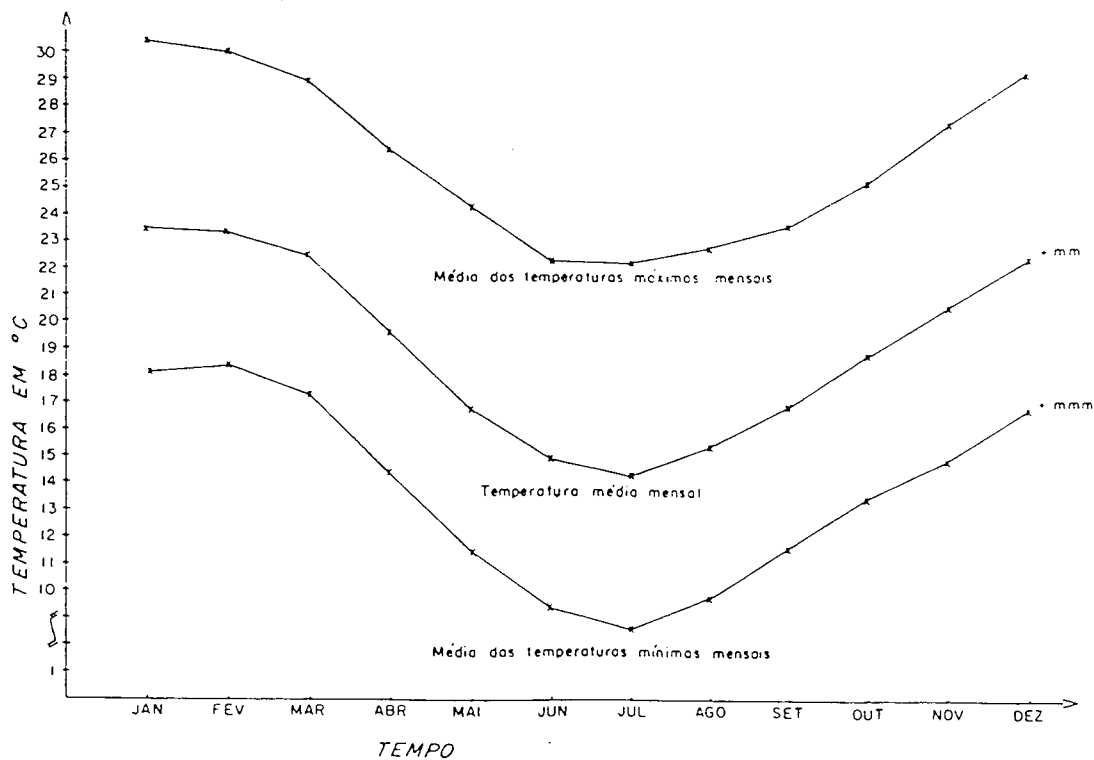


FIGURA 4.2 - Temperaturas média, máxima e mínimas mensais, no período 1924/93, registradas na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W (EPAGRI 1996,adaptado)

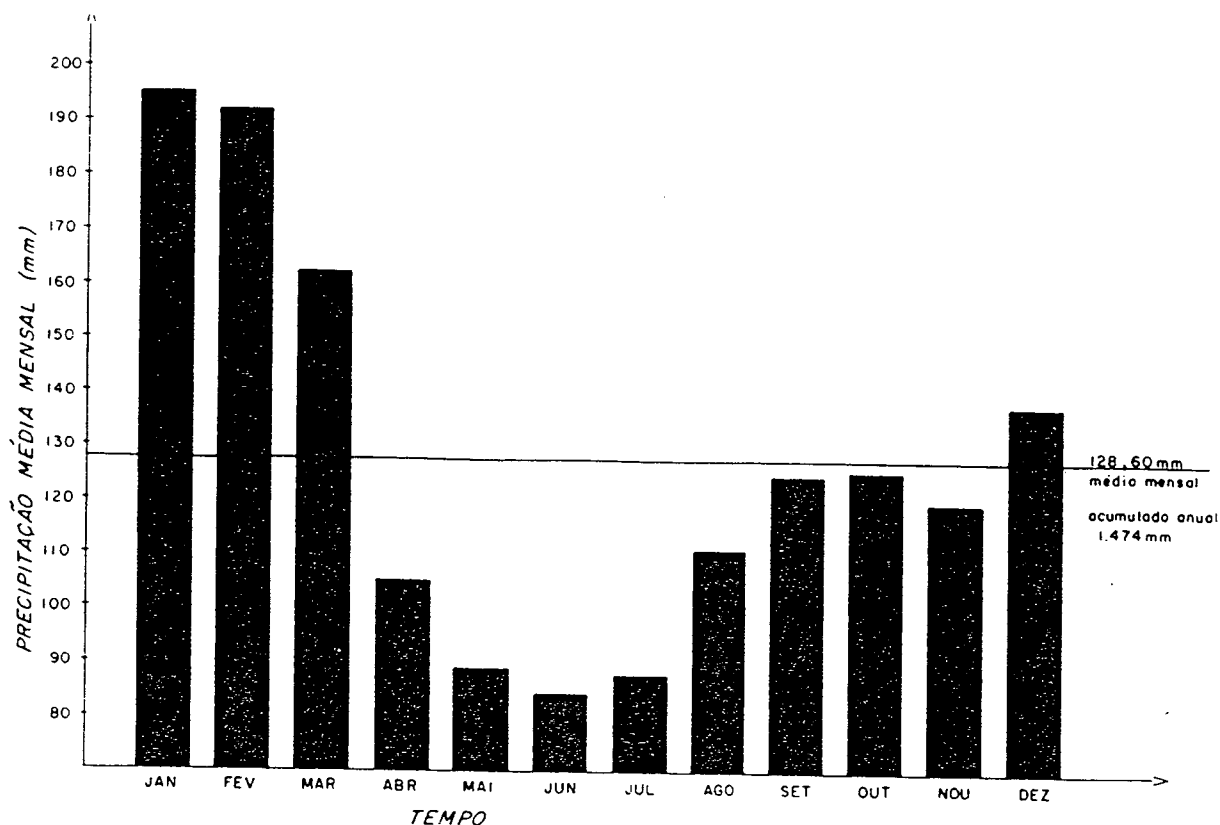


FIGURA 4.3 - Precipitação média mensal no período 1924/93, registrada na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W (EPAGRI 1996, adaptado)

qual as chuvas situam-se próximo ou acima da média, Figura 4.3. Indica também, que as precipitações mais intensas ocorrem entre Janeiro e Março e que podem chegar a atingir níveis próximos a 190/200mm mensais. Nestes meses é previsível a ocorrência de inundações nas áreas zoneadas como áreas de perigo de inundação, podendo ser antecipadas medidas de controle da expansão urbana sobre estes espaços, orientar a defesa civil em áreas de perigo já ocupadas, bem como suprir os agricultores com orientações sobre medidas de controle à erosão em áreas de solo exposto, cultivos de verão de baixa densidade de biomassa em áreas localizadas em condições de relevo ondulado a montanhoso.

Os dados possibilitam também subsidiar o processo de gestão dos recursos hídricos no sentido da conservação, armazenagem e produção de água, visando compatibilizar a disponibilidade determinada pelos usos múltiplos da água demandados na microbacia (Huntzinger & Ellis 1993, Plate 1992, Black 1991).

número maior de anos nos quais as precipitações totais anuais situaram-se próximas e acima da média anual histórica de 1.474mm de chuva, o que pode indicar uma tendência, a uma alteração no comportamento climático regional. Os dados de precipitação e temperatura observados, podem indicar uma manifestação a nível regional da tendência à mudanças climáticas globais resultantes da atividade antropogênica, que sofreu regionalmente também grande incremento nos últimos cinquenta anos e que vem sendo colocadas no centro das discussões sobre ambiente e desenvolvimento (Rio 1992, Berlin 1995 (Seiler & Hahn 1995, Deutschland 1994).

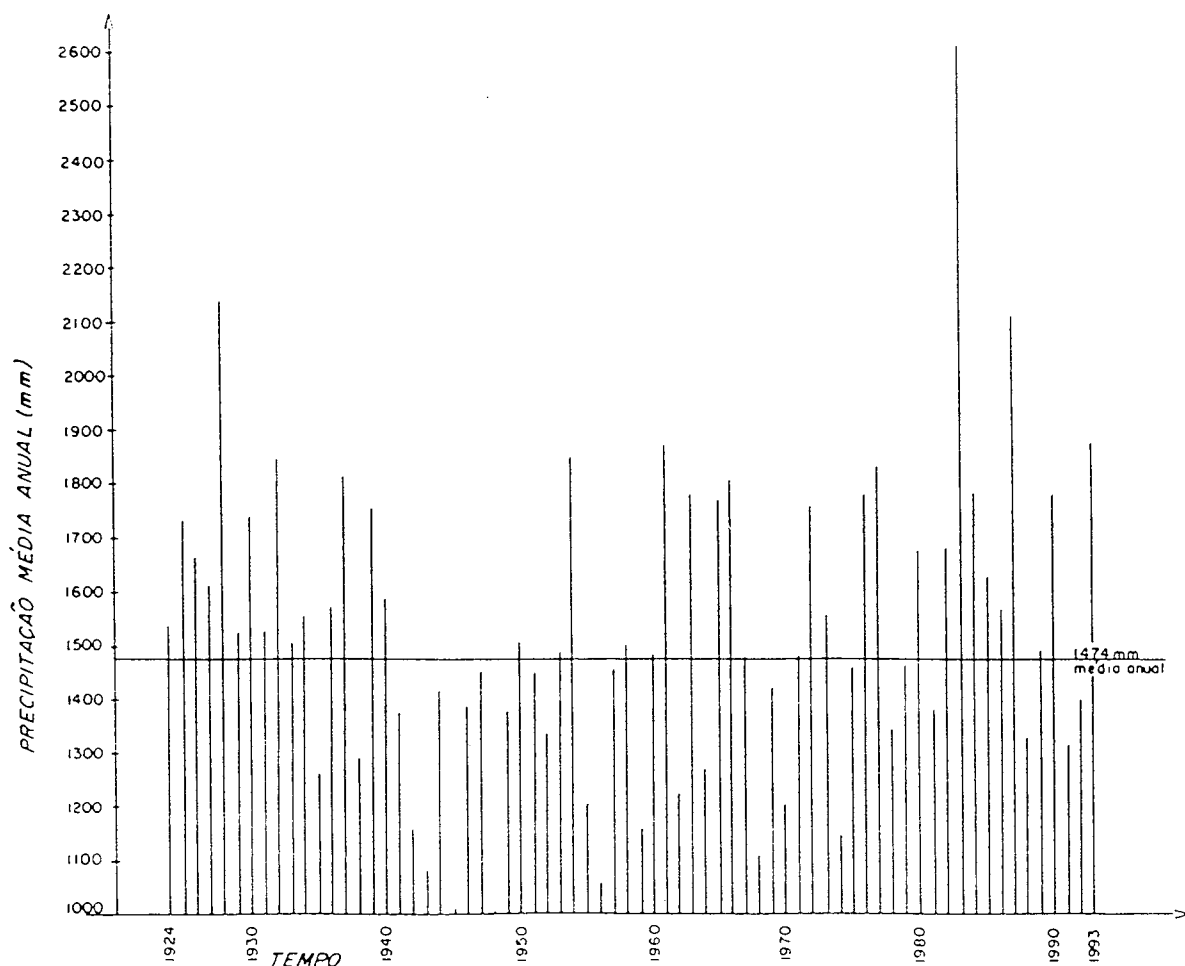


FIGURA 4.4 - Precipitação total anual no período 1924/93, registrada na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W (EPAGRI 1996, adaptado)

Os dados de quantificação da radiação solar, Figura 4.5, são necessárias para o desenvolvimento de estudos agrometeorológicos (ramo da meteorologia aplicada que investiga respostas dos organismos vivos ao meio atmosférico), cujo objetivo busca obter uma melhor integração dos cultivos agrícolas aos recursos climáticos. Particularmente o seu efeito sobre o comportamento do desenvolvimento vegetal no que se refere à fotossíntese, evapotranspiração, fisiologia de plantas e desenvolvimento de pragas e doenças.

Mais recentemente os dados sobre radiação solar vem sendo avaliados com grande interesse quanto a seus efeitos adversos sobre plantas, animais e seres humanos, causados pela radiação ultravioleta em função da redução da camada de ozônio (Federal Environment Ministry 1995 a, Deutschland 1994, Barret & Curtis 1992).

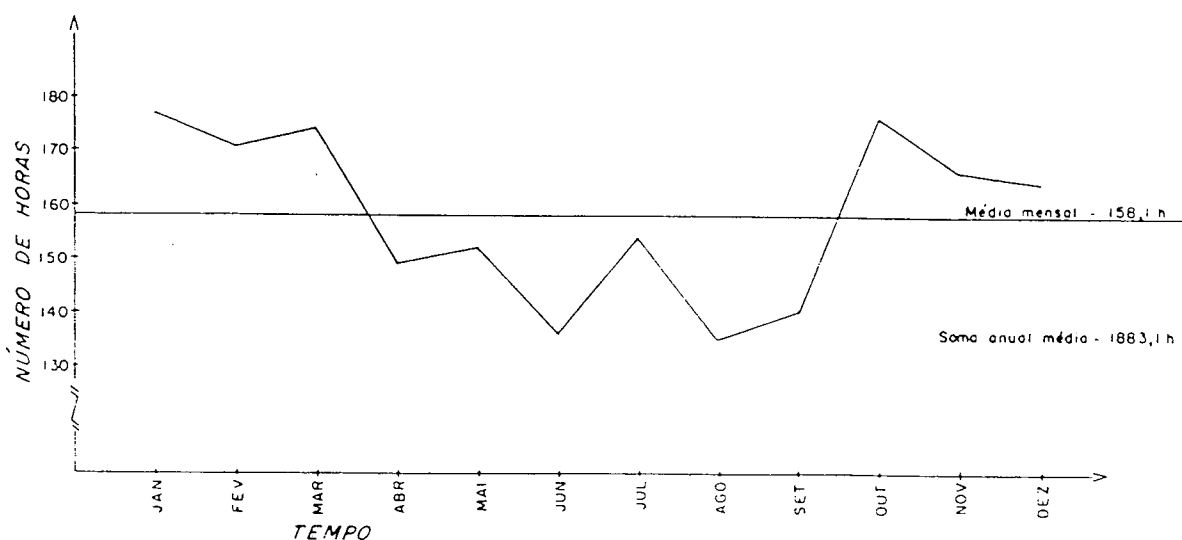


FIGURA 4.5 - Insolação média mensal no período 1981/1991, registrada na Estação Experimental de Urussanga, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W (EPAGRI 1996, adaptado)

A movimentação do ar na baixa camada da atmosfera faz parte das variáveis do meio físico que apresenta forte repercussão sobre as condições ambientais e que envolvem estudos agrometeorológicos dirigidos à dispersão de pólen, de pragas e doenças, localização de obras de engenharia (galpões, cataventos) e previsão de danos por adversidades climáticas. Tem importância também com relação ao zoneamento industrial e urbano e orientação da dispersão de emissões de gases da atividade de produção em sentidos favoráveis, e que não prejudiquem outras atividades humanas (Bundesministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Forsten 1991), Tabela 4.2.

TABELA 4.2 - Direção mensal dos ventos dominantes registrados na Estação Experimental de Urussanga, no período 1981/1991, Latitude 28°31'S, Longitude 49°19'W, altitude barométrica 48,17m

ANO	MESES DO ANO																							
	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
1981	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1982	NE	SE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1983	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1984	SE	N	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1985	SE	NE	SE	S	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1986	SE	S	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1987	SE	S	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1988	E	S	SE	E	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1989	E	SE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1990	NE	SE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
1991	NE	SE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
Predomínio	SE	SE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE	SE	NE
	SE	SE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	NE	NE	SW/NE	SW/SE	SE	SE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE	SE/NE

Fonte : EPAGRI 1986, adaptado

4.1.1.2 - Mapa topográfico planialtimétrico

A geração do mapa topográfico planialtimétrico na escala 1:20.000, buscou adotar processos de produção de cartografia comercialmente disponíveis e recomendável para levantamento e planejamento de áreas rurais (Joly 1990, Bähr & Vögtle 1989, Schneider 1984, Shelton 1969). Procurou atender requisitos de ser obtido a partir de uma cartografia de precisão, que pudesse representar exatamente detalhes da superfície do terreno no que se refere à sua posição e dimensões e permitir que se efetuassem medidas precisas de ângulos, direção, distâncias e superfícies, dentro de um erro operacional inferior ao erro gráfico de 4m (0,2mm na carta equivalente a 4 m no terreno).

A escolha da escala esteve condicionada ao fato de que os padrões que podem ser considerados aceitáveis para qualquer tarefa limitam o número de métodos que podem ser usados. Dentro de um compromisso de compatibilização da acurácia e da economia, padrões excessivamente elevados podem conduzir a custos desnecessários e atrasos, podendo marginalizar benefícios que podem ser alcançados no desenvolvimento de um sistema de informações. Por outro lado, padrões excessivamente baixos conduzem a efeitos deletérios, derivados da imprecisão e inacurácia (Dale & Mclaughlin 1990).

Em nosso contexto onde inexiste na maioria dos municípios, fora da área urbana, a disponibilidade de mapas oficiais atualizados em escalas grandes (1:25.000 ou maiores), o nível de escala adotado pode ser considerado apropriado, dentro de uma abordagem custo/benefício e para objetivos de planejamento do uso dos recursos, a nível rural (Schneider 1984).

A área levantada contendo a quadrícula geográfica de inserção da microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul, Santa Catarina, localiza-se na Carta Topográfica, Folha Criciúma, Escala 1:50.000, situada entre as coordenadas geográficas 28°34' a 28°37' Latitude Sul e 49°19' a 49°24' Longitude Oeste de GW, Figura 4.6.

O mapa topográfico planialtimétrico ou mapa base gerado, Figura 4.7, é apresentado no sistema de Coordenadas angulares (graus, minutos, segundos), medidos a partir do Equador para o Sul (Latitude) e do Meridiano de Greenwich para Oeste (Longitude), onde cada minuto equivale a 1.640m. É apresentado também dentro do

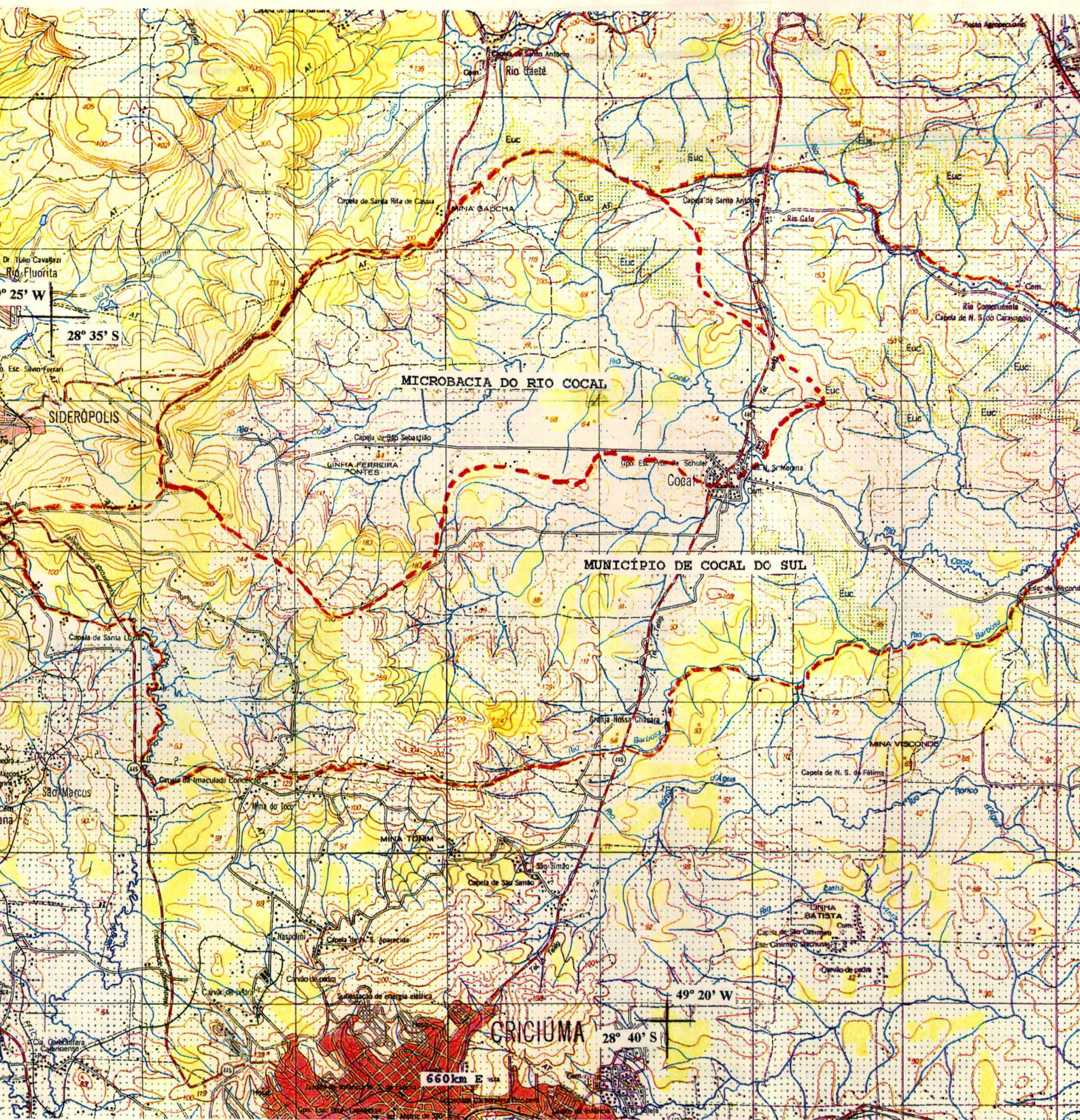


FIGURA 4.6 - Segmento reduzido da Folha SH.22.X-B-IV-1 CRICIÚMA, Escala 1 : 50.000, com a localização do Município de Cocal do Sul e da Microbacia do Rio Cocal

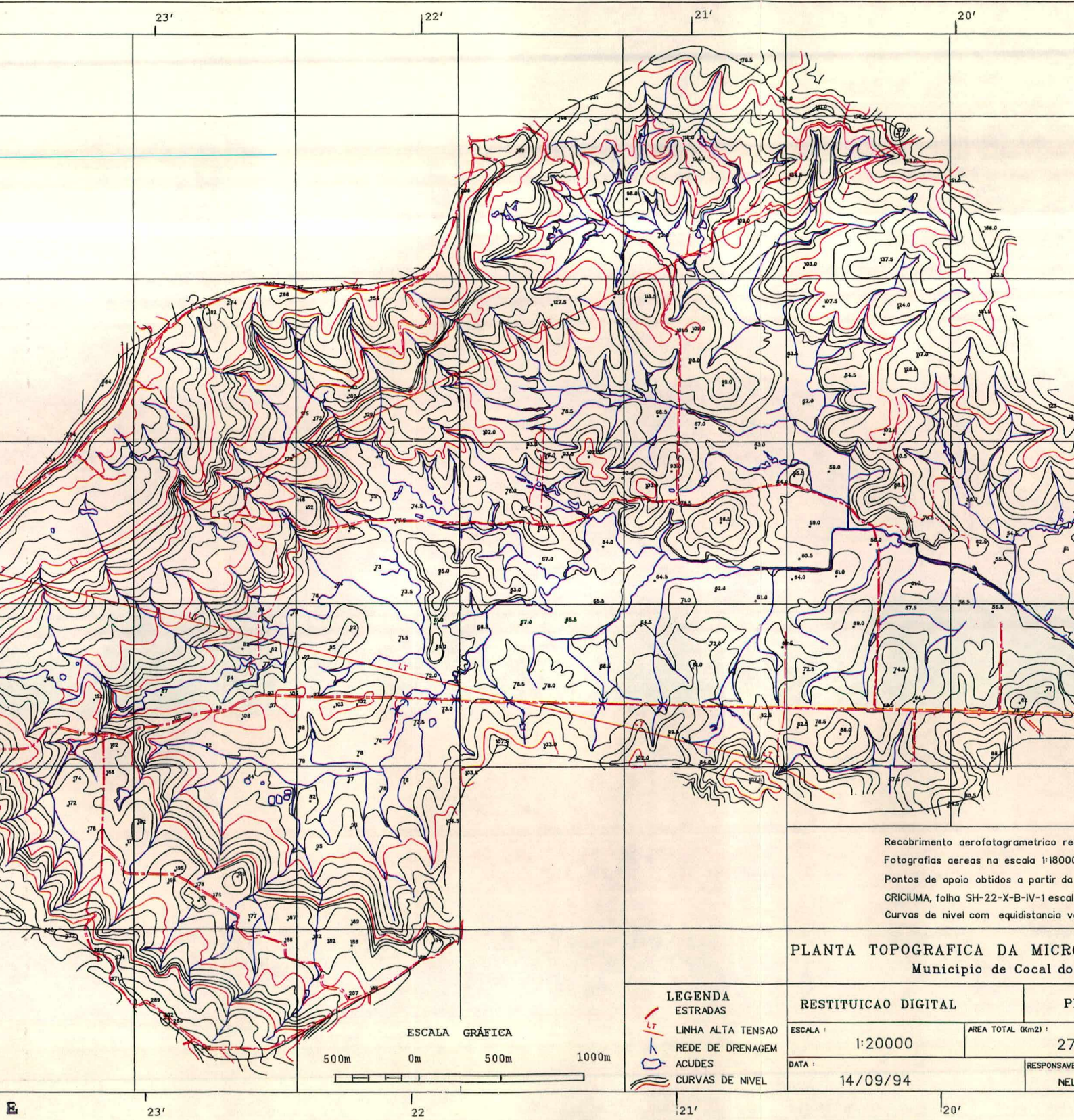


FIGURA 4.7 - Mapa topográfico planialtimétrico da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC

sistema de Coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator Projection), que é um sistema de coordenadas planas (lineares), medidas a partir de um referencial cartesiano, formando uma quadrícula, entre as coordenadas 656km a 665kmE e 6833km a 6839,5 kmN. Cada quadrícula representa a superfície de 100 ha (1.000m x 1.000m) ou 1km² (Martinelli 1991, Joly 1990). Os temas contidos no mapa base são o polígono da microbacia, curvas de nível com equidistância vertical de 10m, rede viária municipal, a rede de drenagem e linhas de alta tensão. O mapa base constituiu a base sobre a qual foram elaborados os demais mapas derivados, temáticos (descritivos e preditivos) e geotécnicos, por processos complementares de fotointerpretação, integração de dados, ampliação/redução de escala e SIG (Joly 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

O mapa base é considerado o ponto de partida para qualquer processo de planejamento econômico ambiental do uso do espaço físico territorial. A informação representada pela base cartográfica atualizada sobre o território é um recurso dispendioso mas fundamental para o processo de tomada de decisão (Dale & Mclaughlin 1990).

O custo do mapeamento incluindo controle terrestre, tem sido relatado para os EUA, como sendo da ordem de \$ 50.0 a \$ 100.0 por hectare, dependendo do detalhe que deverá ser plotado e do tipo de terreno (Korte 1992). Segundo dados da tabela da Associação Nacional de Empresas de Aerolevanteamento de 1993, no Brasil os preços para execução dos serviços de aerolevanteamento e elaboração de planta analógica e digital, envolvendo especificações de mapeamento na escala 1:10.000/1:20.000 e fotografias na escala 1:25.000, curvas de nível espaçadas de 10m em 10m, atingem um valor de \$976.53 por km² (\$ 9.76/ha), e \$ 1,398.0/km², no caso de planta digital. O investimento em mapeamento a nível municipal pelas razões de custo apontadas, tem se concentrado, quando existe, sobre áreas urbanas, com propósitos cadastrais e tem sido realizado por empresas privadas de aerolevanteamento.

Além das limitações de custo deste sistema, que dificultam sua aplicação sobre as áreas extra-urbanas, onde localiza-se a principal base de recursos naturais, outras limitações são verificadas. Uma das restrições observadas refere-se ao próprio conceito de mapa cartográfico planialtimétrico, como modelo descritivo do que ocorre no terreno, como medida justa, ou aquilo com que se efetuam medidas (Jeschor & Bleiel 1989, Shamblin 1979). Parte-se do pressuposto, que o mapa base é descritivo e pode ser

elaborado através de técnicas que permitam adequada representação da realidade, que é um modelo analógico e copia o objeto natural, de modo que se obtenha um análogo (Shamblin 1979).

Outro pressuposto é que podem ser construídos a partir destes modelos descritivos, modelos matemáticos elaborados a partir da parametrização de espaços euclidianos e topológicos, nos quais é possível realizar uma análise global. Estes processos obtidos através da incorporação de modelos descritivos em ambiente SIG, são aceitos como possuidores de uma correspondência direta com as evidências do objeto natural e são usadas para a construção de modelos teóricos, atribuindo-se aos mesmos uma alta capacidade preditiva (Assad & Sano 1993, Intera Tydac 1991).

Para atender estes pressupostos torna-se evidente que uma grande atenção deve estar voltada para os critérios de captura de dados e processos fotogramétricos empregados na elaboração de mapas topográficos e a partir destes, mapas temáticos de grande escala (1:25.000 ou maiores). Estes mapas topográficos não estão geralmente disponíveis em nosso contexto, oriundas de Instituições Oficiais, os quais tem a atribuição de definir e assegurar padrões de precisão e acurácia adequados, conforme ocorre em países desenvolvidos (Seiffert & Bähr 1995, Bundesministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Forsten 1994, Jeschor & Bleiel 1989, Schneider 1984).

No processo de elaboração do mapa topográfico da microbacia do Rio Cocal puderam ser constatados pontos fracos, onde evidenciaram-se dúvidas quanto à exatidão e ocorrem possibilidades de incorporação de inexatidões nos produtos cartográficos, gerados pelos processos comerciais de produção utilizados e que são relacionados abaixo:

i) - Precisão geométrica - O levantamento aerofotogramétrico é realizado com insuficientes pontos de controle alocados no terreno em antecedência ao aerolevanteamento. A chave da correção geométrica de uma imagem é o uso de pontos de controle confiáveis em número suficiente, para possibilitar uma maior sobreposição correta de elementos geográficos, em cada camada de mapas (Dale & McLaughlin 1990, Jeschor & Bleiel 1989, Loch & Lapolli 1989).

ii) - Procedimentos de restituição - Restituição efetuada em condições de trabalho sob pressão (produtividade), que predispõe à geração de inexatidões e cujos arquivos digitais gerados, precisam ser submetidos a um processo posterior de edição.

Nesta etapa, falhas de restituição são “acertadas” por operadores, que no processo de ajuste visual (no monitor de vídeo) de linhas e fechamento de polígonos, introduzem erros adicionais, distanciando o modelo da realidade.

iii) - Procedimentos de vetorização - Uso de métodos manuais de digitalização para introdução de dados oriundos da restituição em ambiente SIG. Esta operação é realizada no modo vector e envolve digitar as coordenadas brutas x,y, ou traçar e generalizar linhas como séries de x,y, usando mouse, light-pen ou teclado. O processo de amarração e ajuste de nós, pontos, linhas e polígonos, leva a um processo de manipulação que pode introduzir novos erros, distanciando ainda mais o modelo matemático construído em meio digital, do modelo que pretende representar. Sobre estes níveis de informação, na forma de modelos matemáticos, são em ambiente SIG, realizadas operações de integração e modelagem de dados, para geração de modelos preditivos (Intera Tydac 1992, Intera Tydac 1991).

Os pontos fracos observados foram considerados como responsáveis por imprecisões e desvios de medidas e de localização verificados em trabalhos de campo, que tiveram o mapa topográfico planialtimétrico como apoio básico.

As cartas topográficas básicas, na escala 1:100.000 e 1:50.000, editadas pela Diretoria de Geodésia e Cartografia em 1976, oriundas de aerolevantamento de 1965, tem sido a fonte cartográfica oficial disponível para dar suporte ao planejamento local. Além de apresentar desatualização não oferecerem um nível de detalhe em escala apropriada ao desenvolvimento de mapas temáticos sobre a base dos recursos ambientais a nível municipal (Jeschor & Bleiel 1989, Schneider 1984, Baden Württemberg Ministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Umwelt 1979).

Mapas topográficos nas escalas 1:25.000, 1:10.000 ou maiores, tem sido produzidas por empresas privadas para alguns municípios a custos bastante elevados e com níveis de acurácia e precisão que precisam ser padronizados. Planos de desenvolvimento econômico e ambiental a nível municipal urbano e rural, necessitam o suporte de um sistema de informações baseado em mapas, obtidos por técnicas de produção cartográfica em escala 1:25.000 ou maiores, supridos ou controlados por órgãos oficiais, que assegurem padrões adequados de precisão e acurácia. Na situação de nosso país é imprescindível que seja proporcionada a disponibilidade destas cartas

básicas atualizadas indispensáveis aos diferentes níveis de planejamento do desenvolvimento econômico e ambiental.

4.1.1.3 - Mapa de declividade

O mapa de declividade foi gerado através da modelagem do mapa base através do SIG/SPANS, Figura 4.8. A análise do mapa de declividade indica a presença de 6 classes de declividade que influenciam o relevo, conforme pode ser observado na Tabela 4.3.

TABELA 4.3 - Classes de declividade e relevo da microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul

Declividade		Relevo	Área		%
Classe	%		km ²	ha	
1	0 a 3	Plano	7,3030	730,30	26,34
2	3 a 8	Suave ondulado	3,6542	365,42	13,18
3	8 a 20	Ondulado	9,5001	950,01	34,26
4	20 a 45	Forte ondulado	6,1953	619,53	22,34
5	45 a 75	Montanhoso	0,9801	98,01	3,53
6	> 75	Escarpado	0,0938	9,38	0,34
			27,7265	2.772,65	100,00

O Sul do Estado de Santa Catarina onde encontra-se a área estudada apresenta três regiões geomorfológicas, Planícies Costeiras, Serras litorâneas e Escarpa Sedimentar. A microbacia está inserida na Região Geomorfológica da Escarpa Sedimentar e o divisor de águas ao Sul, Oeste e a Norte, apresenta as cotas mais elevadas, entre 260m e 364m acima do nível do mar, reduzindo-se conforme progride para o Leste, onde situa-se a cidade de Cocal do Sul. Aí atinge um nível de 70/100m, nos pontos mais elevados do divisor e 55m nas cotas mais baixas, junto ao canal do Rio Cocal, que atravessa a cidade no sentido Oeste/Leste, Figura 4.7, Figura 4.8.

O relevo a Oeste apresenta-se heterogêneo, ondulado (declividade de 8% a 20%) entre o divisor e a cota de 250m, forte ondulado (declividade 20% a 45%) entre os níveis de altitude de 200m a 250m. Nas cotas 200 a 150m predomina novamente o relevo ondulado, chegando a suave ondulado (declividade 3% a 8%) em diversas áreas.

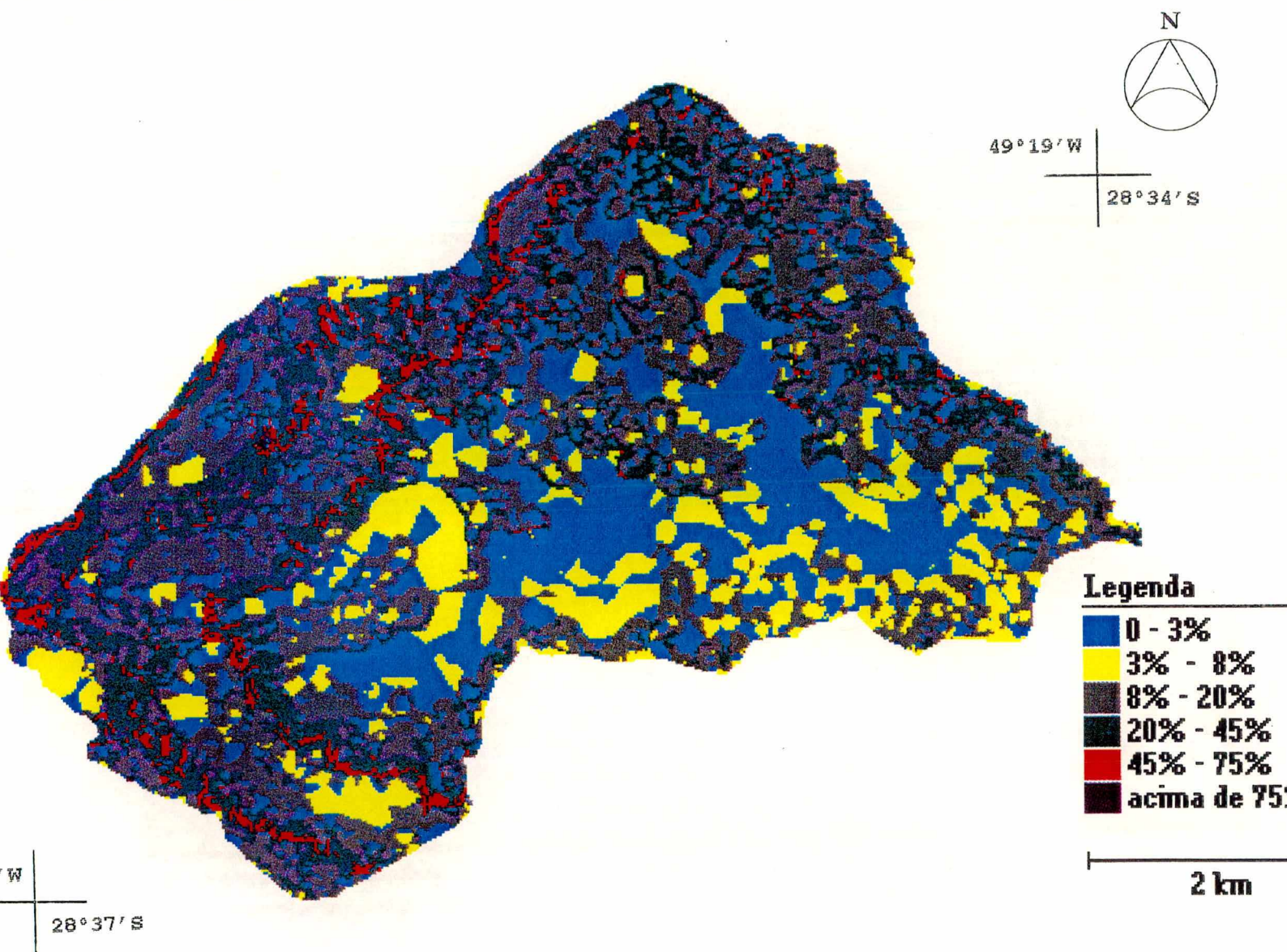


FIGURA 4.8 - Mapa de declividade da Microbacia do Rio Cocal, gerado no SIG/SPANS

Entre as cotas 150m a 100/90m, ocorre novamente o relevo forte ondulado, que no entanto ao Norte volta a abrandar-se para ondulado. Abaixo da cota de 90m predomina o relevo suave ondulado, chegando em alguns pontos a ser plano (declividade 0% a 3%). A declividade do terreno, além de caracterizar o relevo de uma área, exerce grande influência sobre a classificação da aptidão de uso das terras e zoneamento da atividade agrícola (Uberti et al 1991).

4.1.1.4 - Mapa geológico

Segundo a SUDESUL (1973) a geologia da Região Sul do Estado é bastante complexa e contém reservas minerais de importância, destacando-se o carvão mineral, a Fluorita e argilas de importância para a indústria cerâmica. As rochas da região, podem classificar-se em quatro grupos principais, Rochas do Pré-Cambriano, Rochas Sedimentares Gondwânicas, Rochas Basálticas e Sedimentos Recentes.

Das eras geológicas do Carbonífero Superior ao Triássico (250 milhões a 160 milhões de anos) toda a região Sul do Brasil constituiu-se em uma grande bacia intra-continental de sedimentação, a Bacia do Paraná. Originaram-se daí, espessos pacotes de depósitos, característicos dos diversos ambientes que se sucederam, a começar pelas rochas glaciais do Sub-grupo Itararé, passando por sedimentos sub-aquosos, fluviais, lacustres e marinhos, e encerrando o ciclo com arenitos eólicos de Deserto de Botucatu, aos quais se sobrepuseram os grandes derrames de lavas da Serra Geral, Figura 4.9.

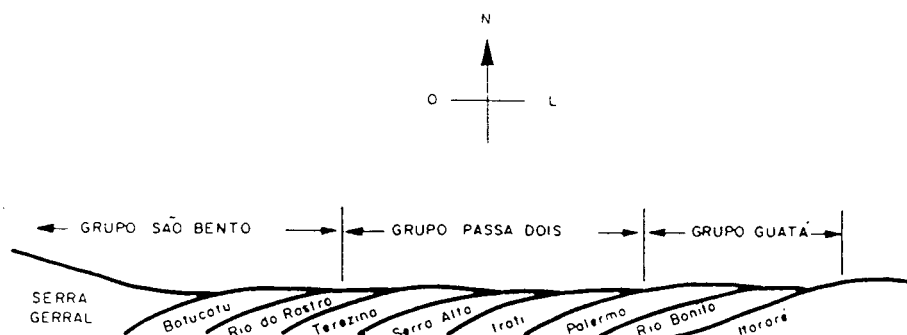


FIGURA 4.9 - Distribuição sequencial, no sentido Leste/Oeste, das camadas geológicas da Região Sul de Santa Catarina (SUDESUL 1973)

As Rochas Sedimentares Gondwânicas ocupam a posição Ocidental da região, numa faixa alongada no sentido Norte/Sul, com largura maior nas proximidades da cidade de Criciúma. Morfológicamente, constituem uma transição entre a região das Serras Litorâneas, ou mesmo a Planície Costeira e o Planalto Ocidental. Considerando-se que cobriam originalmente toda a região, a distribuição irregular atual, deve-se a atuação dos processos erosivos, sobre um pacote de extensas camadas horizontais, controladas a Leste pelo nível base de erosão do oceano e a Oeste pela maior resistência das Rochas Basálticas.

Como fatores secundários, responsáveis por variações locais, existem as irregularidades topográficas do embasamento cristalino original, ocorrendo a preservação de ilhas de sedimentares, como as situadas no Município de Braço do Norte, Treze de Maio e à Noroeste de Imaruí e a presença de grandes “sils” e diques de Diabásio, como os situados próximos a Nova Veneza e entre Siderópolis e Lauro Muller.

Devido a estes fatores as camadas erodidas são justamente as mais jovens, situadas entre as cotas mais elevadas e que sofreram toda a força dos processos erosivos, uma vez vencida a camada de basalto. As rochas dos Subgrupos Itaraé e Guatá, situadas na base da coluna estatigráfica (Figura 4.9), receberam o menor poder erosivo das águas que demandam o oceano, ocupam uma faixa bem mais larga do território, além de formarem a maior parte das ilhas preservadas sobre o embasamento cristalino.

Na microbacia do Rio Cocal estão presentes áreas cujo embasamento está constituído por Sedimentos Recentes, Formação Rio Bonito, Formação Palermo e Formação Serra Geral, Figura 4.10 e Figura 4.11. Na base da coluna, ocorrem sedimentos recentes da Formação Rio do Sul, Subgrupo Itararé. Predominam arenitos, quartzo, feldspato. Outros tipos são Varvitos, constituídos por alternância cíclica de litologias de granulometria diferente como Siltitos e Folhelhos argilosos. Os constituintes minerais mais comuns são Quartzo, Feldspatos, Muscovita e Cloritas, além de matéria orgânica carbonizada. O Siltitos e Folhelhos estão constituídos por minerais argilosos e por quartzo finamente dividido.

A condições glaciais do Podzólico (530 milhões a 230 milhões de anos) deram origem a rochas essencialmente clásticas, formadas por fragmentos resultantes da

desagregação mecânica das rochas do embasamento cristalino inferior (SUDESUL 1973).

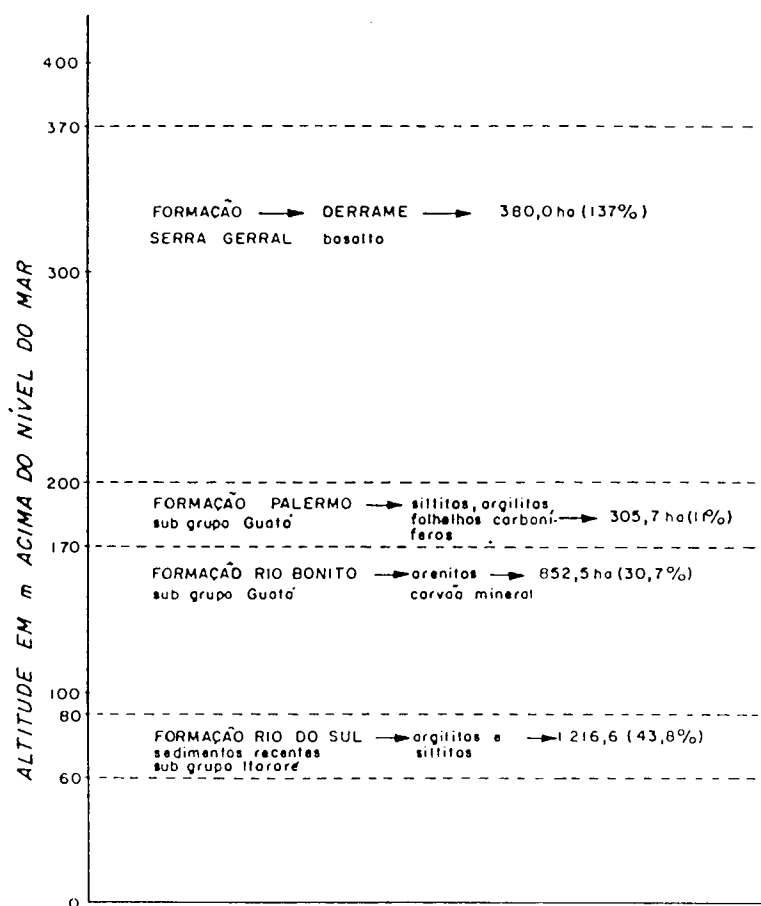


FIGURA 4.10 - Distribuição das camadas de formações geológicas na área da microbacia do Rio Cocal

A Formação Rio Bonito caracteriza-se por arenitos, formando bancos de escarpas abruptas, que são na maioria feldspáticos, tendo outros minerais presentes, como o Quartzo, Muscovita, Biotita, Zircão, Apatita e Turmalina. O mineral predominante parece ser a caulinita. Contém camadas de carvão mineral, que constituem a maior reserva brasileira do minério.

A formação de carvão mineral, corresponderia a períodos interglaciais. Os restos de plantas, concentrados em depressões escavadas pelo gelo ou água resultante de sua fusão, seriam soterrados por geleiras subsequentemente, preservando o Carbono da oxidação. Associado aos níveis de carvão mineral, ocorrem níveis de Siltitos e Folhelhos, geralmente carbonosos.

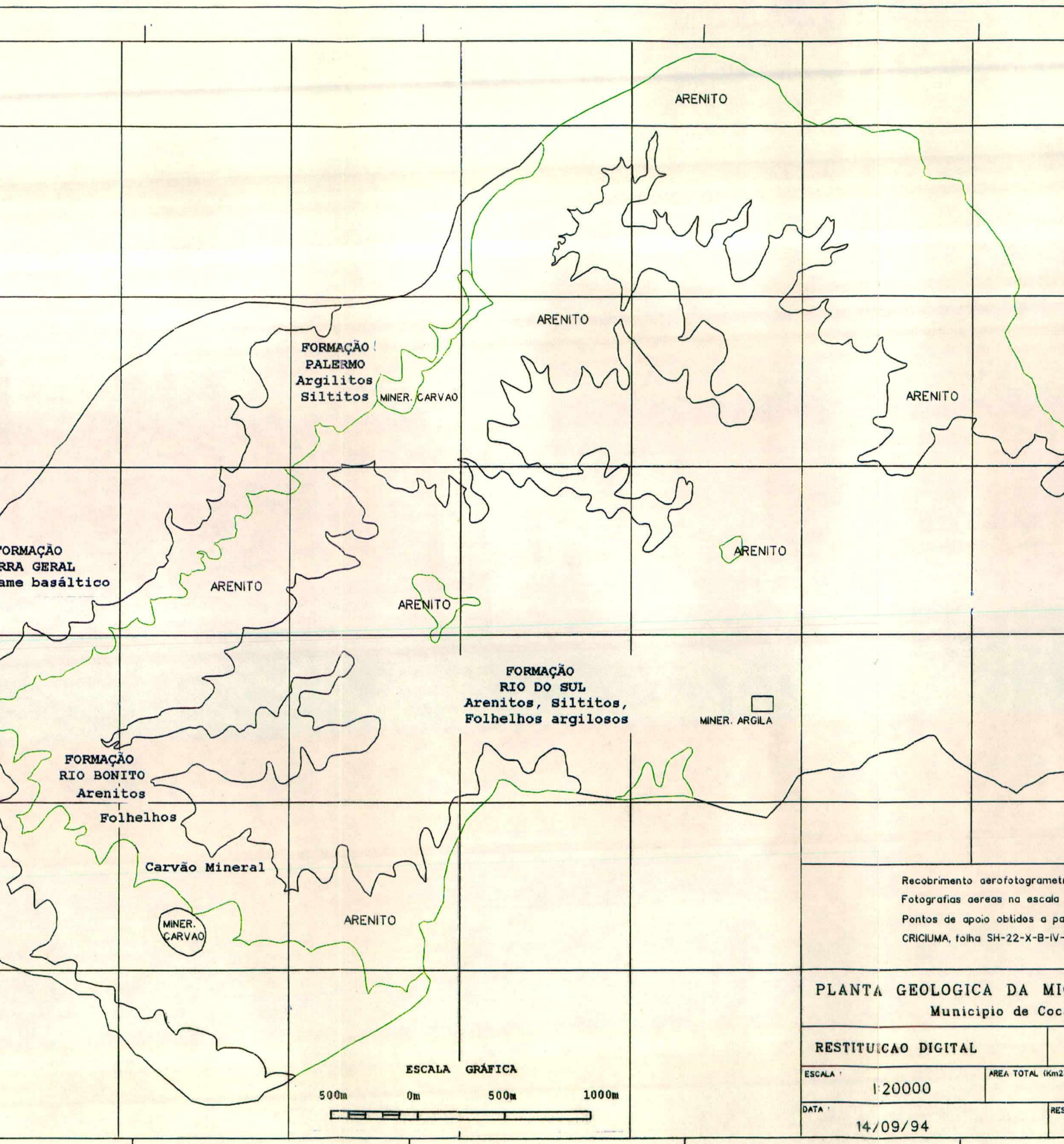


Figura 4.11 - Mapa Geológico da Microbacia do Rio Cocal
Município de Cocal do Sul/SC

A Formação Palermo, cujos afloramentos mais importantes ocupam a área Sudeste de Criciúma, diferenciam-se da Formação Rio Bonito pelo maior teor de Silte e Argila, bem como pela predominância entre os minerais argilosos da Montmoriolinita. Nos afloramentos desagrega-se facilmente produzindo plaquetas amarelas.

A ocorrência da Formação Rio Bonito e Palermo está relacionada com a posição estatigráfica. Formam faixas a Oeste, paralelas a de ocorrência do Subgrupo Itararé, com largura de 1 a 1,5 km. As Bacias Carboníferas em exploração, estão na área de afloramento da Formação Rio Bonito, mais larga ao Norte de Criciúma até Siderópolis, e da Formação Palermo, que forma uma mancha extensa ao Sul de Criciúma. Segundo Ávila(1993), citado por Renuncio (1995), pode ser encontrado sobre a Formação Palermo, na área da microbacia, a ocorrência de camadas da formação Irati, que aflora em contatos das intrusões de Diabásio e constitui-se de folhelhos e argilitos de cores amareladas e contém Pirita. Segundo a SUDESUL(1973), esta formação pode ser reconhecida por estar constituída de folhelhos argilosos pretos, piro-betuminosos, intercalada com níveis espessos de calcários dolomíticos impuros. No levantamento efetuado, as características descritas para a Formação Irati não foram evidenciadas nos perfis examinados, Figura 4.11, embora a presença de Pirita seja encontrada, junto às camadas de carvão mineral, visíveis na Formação Rio Bonito.

A última camada geológica situada no topo da coluna estatigráfica da área da microbacia, pertence à Formação Serra Geral, do Grupo São Bento, constituída por derrames de lavas basálticas, que sucessivamente foram recobrimdo toda a grande extensão e mesmo ultrapassando em alguns pontos, a Bacia do Rio Paraná. Estas lavas também penetraram entre as camadas de sedimentos e nas fraturas das rochas, formando “sils” e diques de diabásio. As rochas da Formação Serra Geral são da idade Cretácea (período da Era Mezozóica Inferior, 120 milhões a 130 milhões de anos), época que constitui a principal atividade vulcânica. O magma basáltico ocorreu surgido de grandes fraturas e se espalhou sobre a superfície, formando derrames com espessura média de 50m e em algumas seções com apenas 20 m aproximadamente. A composição mineralógica do basalto é relativamente homogênea sendo constituído essencialmente por Plagioclásios Cálcicos e Piroxênios.

A ocorrência de basalto à Oeste, Noroeste e Sudeste da microbacia, explica porque nestes pontos encontram-se as cotas mais elevadas do terreno (200m a 370m), relacionados à sua maior resistência à erosão. É responsável pela preservação de rochas sedimentares situadas abaixo e no caso da Formação Rio Bonito (entre as cotas 80m a 170m) a preservação da camada de arenito que constitui o principal aquífero da microbacia.

A rocha de basalto na área da microbacia, encontra-se já em adiantada fase de intemperização sendo apenas encontrada a presença remanescente e abundante de calhaus (2 a 20 cm diâmetro) e matacões (20cm a 100 cm), no perfil do solo e na superfície.

As atividades de exploração carbonífera, afetaram a área da microbacia que apresentam perturbações tais como inversão de camadas de solo/subsolo em dois locais principais e extração subterrânea oriunda da Mina São Geraldo (Cia. Carbonífera Urussanga), que está instalada na vertente Oeste, oposta ao divisor de águas e fora da microbacia.

Além do minério de carvão, a microbacia abriga depósitos importantes de argila utilizadas na indústria cerâmica e areia para a construção civil, e representa sobretudo um importante espaço de captação, armazenagem e produção de água para a área rural e abastecimento da cidade de Cocal do Sul, situada à jusante.

4.1.1.5 - Mapa de solos

Segundo Shelton (1969) os mapas de solos devem ser facilmente lidos, evitando-se dados em excesso e pouco acessíveis a planejadores, tomadores de decisão e pessoas ligadas à implementação de medidas ligadas ao uso do solo. As legendas deverão ser claras e apropriadas aos objetivos do levantamento, deixando aspectos pedológicos mais detalhados sobre a classificação para serem incluídos no relatório técnico, que acompanha o mapa. Mesmo o relatório além de apresentar dados pedológicos, deve informar dados acessíveis à pessoas ligadas a aplicações práticas, tais como fertilidade, aptidão de uso da terra, controle de erosão, manejo do solo, devendo preocupar-se em não ser entendido apenas por pedólogos mas por um grande grupo de usuários.

Considerando-se o objetivo fundamental de oferecer instrumentos para o processo de tomada de decisão a nível local, onde de um modo geral existe carência de recursos humanos especializados, os critérios sugeridos por Shelton (1969) foram considerados oportunos, sendo adotados no mapeamento de solos efetuado, Figura 4.12.

Os solos são produzidos pela ação de cinco processos formadores, que atuam sobre o material original residual ou transportado e sua análise apoia o processo de classificação, sendo enumerados como:

- i) - A composição física e mineralógica do material
- ii) - O clima sob qual o solo acumulou-se e ocorre desde a sua acumulação
- iii) - A vida vegetal e animal sobre e no interior do solo
- iv) - O relevo do terreno
- v) - A duração do tempo decorrido no qual as forças formadoras atuaram

No processo de levantamento de solos a fotointerpretação e o emprego da estereoscopia são obrigatórios, sendo usados universalmente porque resultam em maior acurácia e custos mais baixos na locação prévia dos limites de glebas de solos distintos. Possibilitam reconhecer e delinear características ligadas a tipo de rochas, formas do terreno, diferenças de declividade, pedregosidade, drenagem, erosão, grupos de vegetação e uso da terra. É possível separar graus diferentes de umidade e solos que diferem significativamente em textura e tonalidade da luz refletida, capturada pela imagem fotográfica (Carver 1988, Shelton 1969).

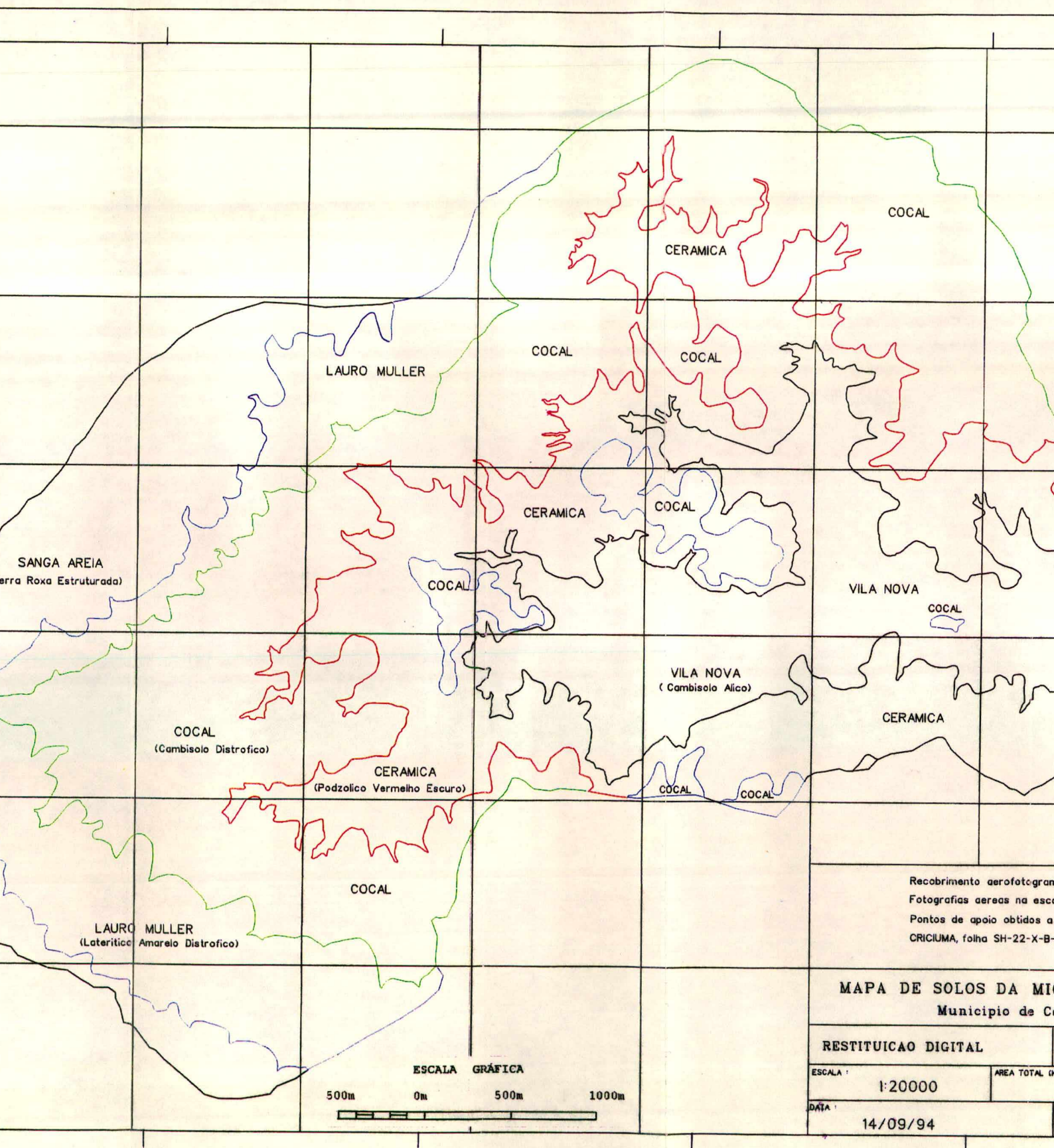


FIGURA 4.12 - Mapa Detalhado de Solos da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC

As fotografias pancromáticas tem sido usadas como base para levantamento de solos em todos os países. Possibilitaram o delineamento de glebas homogêneas na maioria das microzonas geoclimáticas (vales, encostas, platôs) observados na área, diferenciando tipos e fases de solos e diferenças significativas no uso da terra.

As glebas relacionadas à forma do terreno foram as primeiras a serem recorridas a campo. Para cada gleba logo foi possível apreender dados sobre sua idade relativa de formação, sua declividade e cobertura vegetal, efetuando-se predições sobre as possibilidades do seu nível de utilização agrícola. A classificação esteve fortemente influenciada pela forma do terreno, a relação catenária do material original (geologia) e a declividade do terreno. Os padrões de drenagem foram também importantes características observadas na fotointerpretação, porque informaram sobre topografia, material originário, erodibilidade, que são características importantes das unidades de solos.

Para o processo de levantamento e classificação de solos da microbacia, foi de importância fundamental, dispor previamente do mapa base topográfico planialtimétrico, na escala adequada ao tipo de levantamento detalhado efetuado. O mapa base ofereceu a vantagem de exibir com detalhe, características naturais e construídas e curvas de nível que puderam ser relacionadas aos dados das fotografias durante o levantamento de campo.

Outra condição fundamental para o levantamento de solos é que o pedólogo necessita conhecer previamente a natureza física e mineralógica do material original, que gerou o solo. A natureza do material original é função da composição e textura da rocha matriz e dos processos físicos e químicos de intemperização, transporte e acumulação, que transformaram a rocha em material formador do solo. O levantamento geológico prévio e a disponibilidade do mapa geológico na escala de 1:20.000, possibilitou delinear a posição espacial dos grandes grupos de solo ocorrentes e com isto aproximar detalhes do delineamento dos polígonos ocupados por solos distintos.

Por último, a escavação de trincheiras nos locais de transição entre glebas de formações diferentes e a coleta de amostras para análise dos diferentes níveis do perfil dos solos, ofereceu indicações complementares para ajuste e classificação dos solos ocorrentes na microbacia, (Anexo 2).

A metodologia adotada, demonstrou ser apropriada para obtenção de um levantamento detalhado de solos (Seiffert & Loch 1995), tendo sido possível efetuar o mapeamento na escala 1:20.000 de cinco tipos de solos na área da microbacia, que se distribuíram no terreno fortemente influenciados pelo relevo, Tabela 4.4, Figura 4.12.

TABELA 4.4 - Séries, tipos e distribuição de solos na microbacia do Rio Cocal, Município de Cocai do Sul / SC

Série*	Tipo	Posição Altimétrica m	Área ha	%
Vila Nova	Cambisolú Álico	< 60	380,8	13,73
Cerâmica	Podzólico Vermelho Escuro	60 a 90	709,9	25,60
Cocal	Cambisolú Distrófico	90 a 170	975,9	35,19
Lauro Muller	Podzólico Vermelho Amarelo	170 a 250	356,5	12,86
Sanga Areia	Terra Roxa Estruturada	> 200	349,9	12,62
Total			2.773,16	100,00

* SUDESUL 1973

SOLO SÉRIE VILA NOVA

O solo da série Vila Nova, classificado como Cambisolú Álico, Tb, A moderado, textura argilosa, relevo plano (0% a 3% declividade) a suave ondulado (3% a 8% declividade), ocorre nas cotas de altitude mais baixas do terreno, inferiores a 60m e cujo perfil típico, Tabela 4.5, encontra-se descrito no Relatório de Levantamento de Solos da Região de Laguna e Sul do Estado de Santa Catarina (SUDESUL 1973).

É caracterizado por solos profundos (>100 cm), imperfeitamente drenados e textura argilosa. As cores variam desde bruna escuras a bruno amarelada clara. O horizonte C apresenta características de gleização, com abundância de mosqueado.

São solos bastante ácidos, com elevados teores de alumínio trocável e saturação de bases baixa. A seqüência dos horizontes é A,B,Cg, Tabela 4.5.

O horizonte A apresenta em torno de 30cm de espessura, coloração bruno escura e bruno amarelada no matiz 10YR e de textura argilosa. A estrutura é granular, moderadamente desenvolvida, em blocos subangulares. A consistência é solta, ligeiramente plástica e pegajosa, subdividida em Ag11 e A12. Em alguns pontos, próximo aos cursos de água, são observados perfis mais profundos e de coloração escura

TABELA 4.5 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Vila Nova

Amostra Nº	Horizonte		Composição Granulométrica (%)						Argila Natural %	Grau de Floculação	Silte /Argila
	Símbolo	Profundidade (cm)	Areia Grossa 20 a 0,20 mm	Areia fina 0,20 a 0,05 mm	Silte 0,05 a 0,0002 mm	Argila 0,0002 mm	Argila Natural %				
78	A 11	0 - 15	1	36	20	43	3	93	0.5		
79	A 12	15 - 30	1	37	19	43	2	99	0.4		
80	B 1	30 - 60	4	35	17	44	5	98	0.4		
81	B 2	60 - 105	5	33	17	43	5	98	0.4		
82	C 1g	105 - 120	9	44	8	39	3	99	0.2		
83	C 2 g	130 - 170	9	43	8	40	4	99	0.2		
84	C wg	> 170	10	50	1	39	3	99	0.2		

pH Água	KCl	K ppm	P ppm	Ca+Mg	Complexo Sortivo mE/100 g				V (%)	$\frac{100 \text{ Al}}{\text{Al} + \text{S}}$	C (%)	N (%)	C/N	M.O (%)		
					K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺							H ⁺	T
4.4	4.1	37	2	1.9	0.09	0.04	2.03	4.4	6.3	12.7	16	68	2.2	0.18	12	3.7
4.4	4.1	25	2	1.8	0.06	0.02	1.88	4.4	5.0	11.3	17	69	1.0	0.08	12	1.6
4.4	4.1	19	1	1.7	0.04	0.02	1.76	4.0	4.8	10.6	17	68	0.4	0.03	14	0.7
4.4	4.1	13	1	1.6	0.03	0.03	1.66	4.0	3.8	9.3	17	70	0.2	0.02	9	0.3
4.3	4.1	13	2	1.6	0.03	0.02	1.65	3.2	4.1	8.9	18	65	0.2	0.02	9	0.3
4.5	4.2	13	2	1.7	0.03	0.04	1.77	3.6	3.7	9.1	19	68	0.1	0.02	6	0.2
4.5	4.2	6	2	1.5	0.02	0.04	1.56	2.5	3.7	7.8	20	61	0.1	0.02	6	0.2

Fonte : SUDESUL 1973

mais acentuada, resultante do acúmulo de matéria orgânica, que pode formar camadas de até 1m de espessura, antes de atingir o horizonte C (gley). O horizonte B apresenta espessura aproximada de 70 cm, cores bruno escura a bruno amarelada a bruno amarelada clara, no matiz 10YR. A textura é argilosa e a estrutura é do tipo blocos subangulares. A consistência é ligeiramente plástica a pegajosa. Apresenta mosqueado abundante de coloração vermelho amarelada. Este horizonte, geralmente divide-se em B1 e B2, podendo apresentar B3g.

No horizonte C predomina a coloração cinza, com presença de mosqueado amarelo avermelhado, proveniente da flutuação do lençol freático. O valor da capacidade de troca (T) é alto nos horizontes superficiais (mais que 10 mE/100g solo) e médio com o aprofundamento. O valor de saturação de bases (V) é baixo ao longo do perfil (16% a 20%) e o valor de bases permutáveis (S) é muito baixo, não atingindo 3 mE/100g solo. Os teores de Ca+Mg são baixos e inferiores a 2 mE/100g solo. São baixos também os teores de Potássio (K), menores que 0,1 mE/100g. A matéria orgânica é média a alta na camada superficial (1,6% a 3,7%), reduzindo-se com o aprofundamento. O Fósforo (P) disponível é baixo (2ppm) e a toxidez de Alumínio em torno de 4 mE/100g, configura um perfil Álico.

O solo apresenta-se entre extremamente ácido com pH em torno de 4,4.

O material de origem são sedimentos recentes com influência do Argilito. O uso atual é efetuado com pastagens e talhões de eucaliptos, encontrando-se ainda nas partes mais baixas, próximo aos cursos de água, capoeira e mata secundária remanescente. Apenas uma lavoura de arroz irrigado é explorada junto ao afluente do Rio Perso. Tanto nas áreas de pastagem como reflorestadas, inúmeros drenos foram implantados para rebaixamento do lençol freático, porque a mecanização está limitada pelo excesso de umidade. As análises de solo superficial efetuadas no levantamento, Tabela 4.6, indicaram valores semelhantes aos descritos(SUDESUL 1973).

Para utilização com culturas anuais é recomendável o uso de 5,0 t de calcário dolomítico/ha e fertilização com 120 kg de P₂O₅/ha e 80kgK₂O/ha.

Tabela 4.6. Dados de análise química e granulométrica de amostras de solos superficiais da microbacia do Rio Cocal

SÉRIE	Número Amostra	Profundidade cm	pH água	Ind SMP	P ppm	Química					Granulométrica			
						K ppm	MO %	Al.Troc. me/dl	Ca+Mg mE/dl	Argila %	Silte %	A.fina %	A.Gros. %	
Vila Nova	4 A	0 - 30	3.8	5.3	2.0	35	1.6	1.8	1.6	18.3	21.3	58.5	1.9	
	7 A	0 - 30	4.6	5.0	2.0	111	1.9	3.4	3.4	33.5	50.5	15.8	0.2	
	20	0 - 30	5.4	6.2	3.0	42	1.0	1.7	3.2	18.9	36.7	44.1	0.3	
	4 B	30 - 60	4.1	5.2	1.0	24	0.9	2.8	1.2	25.6	16.2	56.0	2.2	
	7 B	30 - 60	4.5	4.6	1.0	83	0.6	5.0	1.2	36.5	45.6	17.7	0.2	
Médias		0 - 30	4.6	5.5	2.3	62.6	1.5	2.3	2.7	23.6	36.1	39.4	0.8	
		30 - 60	4.3	4.9	1.0	53.5	0.7	3.9	1.2	31.0	30.9	36.8	1.2	
Cerâmica	1 A	0 - 30	4.7	5.7	2.0	44	1.4	1.3	4.8	20.7	46.7	32.1	3.5	
	2 A	0 - 30	3.8	5.3	4.0	5.3	1.5	1.8	2.0	16.0	19.4	60.7	3.9	
	3 A	0 - 30	4.4	5.4	1.0	36	2.1	1.3	3.4	20.3	25.3	51.0	3.4	
	1 B	30 - 60	4.4	4.6	1.0	45	0.5	4.3	1.8	58.0	36.1	57.0	0.2	
	2 B	30 - 60	3.8	5.6	2.0	40	0.8	4.8	1.2	10.1	18.4	63.8	1.7	
	3 B	30 - 60	4.4	5.5	1.0	67	0.6	1.6	2.4	50.8	14.4	31.7	3.1	
Médias		0 - 30	4.3	5.5	2.3	44.3	1.7	1.5	3.4	19.0	30.5	47.9	3.6	
		30 - 60	4.2	5.2	1.3	50.6	0.6	2.6	1.8	41.6	22.9	50.8	1.7	
Cocal	9 A	0 - 30	4.01	4.5	2.0	72.0	2.5	4.0	4.6	54.0	35.6	10.2	10.2	
	10 A	0 - 30	4.2	4.6	1.0	33	1.0	4.0	1.0	43.7	19.2	26.3	10.8	
	11 A	0 - 30	4.6	5.7	3.0	13	0.9	1.4	1.8	11.9	10.3	65.2	12.6	
	23	0 - 30	5.0	5.9	2.0	24	1.2	2.2	2.6	16.5	18.1	55.6	9.8	
	27	0 - 30	4.6	5.3	1.0	74	0.8	6.9	1.7	33.1	21.6	29.5	15.8	
	29 A	0 - 30	4.6	5.0	2.0	33	1.5	3.0	1.0	15.0	17.4	67.4	0.2	
	37 A	0 - 30	5.0	5.9	1.0	22	0.8	0.7	3.4	21.9	40.5	36.0	1.6	
	9 B	30 - 60	4.1	4.3	3.0	120	1.8	6.7	2.6	45.4	33.8	19.8	1.0	
	10 B	30 - 60	4.4	4.0	2.0	4.2	1.2	4.8	3.1	38.0	30.0	24.3	2.0	
	11 B	30 - 60	4.2	4.4	1.0	31	1.8	4.0	3.6	28.9	23.3	45.0	2.8	
	29 B	30 - 60	4.2	5.0	1.0	44	0.6	4.9	1.2	29.6	41.7	28.6	0.1	
	37 B	30 - 60	4.6	4.9	1.0	20	0.6	2.8	2.0	26.1	20.5	48.1	5.3	
Médias		0 - 30	4.6	5.4	2.0	38.7	1.2	3.2	2.3	28.0	23.2	41.4	8.7	
		30 - 60	4.3	4.5	1.6	51.4	0.8	4.6	2.5	33.6	29.8	33.2	2.2	
Lauro Muller	31 A	0 - 30	4.4	5.2	1.0	71	2.0	5.3	2.6	29.1	65.1	57.0	0.1	
	33 A	0 - 30	5.1	5.6	2.0	62	1.7	2.7	1.2	24.3	23.2	52.1	0.4	
	31 B	30 - 60	4.5	5.6	1.0	36	1.4	2.6	0.8	17.8	24.5	57.4	0.3	
	33 B	30 - 60	4.7	6.2	1.0	31	0.9	4.2	4.2	47.5	14.8	37.5	0.2	
Médias		0 - 30	4.8	5.4	1.5	66.5	1.8	4.0	1.9	26.7	44.1	54.5	0.2	
		30 - 60	4.6	5.9	1.0	33.5	1.2	3.4	2.5	32.6	19.6	47.5	0.2	
S. Arcia	36 A	0 - 30	4.5	5.5	1.0	38.0	2.1	0.6	5.2	49.3	42.0	8.5	0.2	
	38 A	0 - 30	4.6	5.4	1.0	40	2.0	1.0	5.8.0	50.0	42.0	9.0	0.2	
	18 A	0 - 30	4.7	6.0	1.0	49	1.2	0.4	5.4	49.1	31.3	9.3	0.2	
	36 B	30 - 60	5.4	6.2	1.0	25	1.9	0.0	7.0	56.7	36.4	6.8	0.1	
	38 B	30 - 60	5.0	5.9	1.0	22	0.8	0.7	3.4	67.7	26.6	5.6	0.1	
	18 B	30 - 60	5.1	6.0	1.0	24	1.2	0.4	4.0	56.0	31.2	6.0	0.1	
Médias		0 - 30	4.6	5.6	1.0	42	1.8	0.7	5.5	49.4	38.4	8.9	0.2	
		30 - 60	5.2	6.0	1.0	23.6	1.3	0.4	4.8	62.0	31.4	6.1	0.1	

Obs : Análises efetuadas no Laboratório de Análise de Solos do CPPP - EPAGRI/ Chapecó

SOLO CERÂMICA

O solo da série Cerâmica, classificado como Podzólico Vermelho Escuro, Álico (Saturação de Alumínio superior a 50%), Tb (Argila de atividade baixa, CTC < 24mE/100g argila), horizonte A moderado, textura muito argilosa, relevo ondulado e formado a partir do substrato Argilito. Surge no terreno nas cotas 60/70m e avança até as cotas 80/90m, onde passa a apresentar oscilações de limites, entremeado com cambisolos, Figura 4.12.

O Argilito é uma rocha clástica (formada por fragmentos de outras rochas) e materiais pré-existentes, inclusive os produtos de sua decomposição, que foram intemperizados, erodidos, e depositados, transportados e depositados mecânicamente na superfície, onde formam o solo.

São solos profundos (160 a 180cm), argilosos, bem drenados, de coloração vermelho amarelada no horizonte A e bruno avermelhada no horizonte B, caracterizando-se por apresentar fendas ao longo do perfil quando muito secos. Quimicamente são fortemente ácidos, com elevados teores de Alumínio trocável e saturação de bases baixa.

O perfil modal apresenta como seqüência os horizontes A, B e C, Tabela 4.7. O horizonte A, com aproximadamente 30 cm de espessura está dividido em A1 e A3. A coloração varia de bruno escuro no matiz 10YR e avermelhado amarelada no matiz 5YR, na transição para o horizonte B. A textura é argilosa e a estrutura é fraca e pequena, do tipo blocos subangulares. A consistência é macia, ligeiramente plástica e pegajosa e a transição para o horizonte B é gradual.

O horizonte B é textural e profundo (100 a 120cm) e de coloração bruno avermelhada, na camada mediana e vermelha no matiz 2.5YR na transição para o horizonte C. A textura é argilosa e a estrutura é fraca a moderada, em blocos subangulares e angulares, com serosidade fraca e pouca ao redor de agregados estruturais. A consistência é macia e friável, ligeiramente plástica e pegajosa, tornando-se dura e firme com a profundidade. O horizonte C é constituído pelo material de origem bastante intemperizado.

A capacidade de permuta de cátions é alta, variando de 11 a 15 mE/100g solo, em função de teores de Alumínio e Hidrogênio. O valor de saturação de bases,

Tabela 4.7 Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Cerâmica

Amostra N°	Horizonte		Composição Granulométrica (%)						Argila Natural	Grau Floculação	Silte/Argila				
	Simbolo	Profundidade (cm)	Areia Grossa 20 a 0,20 mm	Areia fina 0,20 a 0,05 mm	Silte 0,05 a 0,002 mm	Argila 0,002 mm	Argila Natural (%)								
264	A 1	0 - 15	14	28	8	50	3	92	0.2						
265	A 3	15 - 30	11	28	10	51	3	94	0.2						
266	B 1	30 - 62	11	29	8	52	3	94	0.2						
267	B 2	62 - 92	11	25	9	55	3	90	0.2						
268	B 31	92 - 100	7	19	7	67	2	96	0.1						
269	B 32	100 - 160	7	16	7	70	0	100	0.1						
pH Água	KCl	K ppm	P ppm	Complexo Sortivo mE/100 g			V (%)	C (%)	N (%)	C/N	M.O (%)				
4.7	3.7	69	4	Ca+Mg	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T						
4.6	3.7	31	2	2.9	0.17	0.12	3.19	3.9	8.5	15.5	20	1.50	0.13	11	2.6
4.5	3.8	19	1	1.9	0.08	0.16	2.14	4.7	8.0	14.8	14	0.78	0.09	8	1.3
4.5	3.8	25	1	1.2	0.04	0.08	1.32	3.9	6.5	11.7	11	0.48	0.09	6	0.3
4.6	3.7	19	1	0.8	0.06	0.08	0.94	5.0	7.3	13.2	7	0.48	0.08	6	0.3
4.4	3.7	19	1	1.6	0.04	0.07	1.71	6.5	7.6	15.8	10	0.30	0.06	5	0.5
				1.2	0.04	0.02	1.26	6.6	7.6	15.4	8	0.24	0.04	6	0.4

Fonte : SUDESUL 1973

(V) apresenta 20% na camada arável e decresce com a profundidade. O valor de bases trocáveis (S) é baixo, sempre inferior a 4 mE/100g solo ao longo do perfil. Os teores de Ca+Mg são médios na camada superficial (2,9mE/100g solo) tornando-se baixos com o aprofundamento do perfil, o mesmo acontecendo com o Potássio (69 ppm a 19 ppm).

O teor de matéria orgânica é médio nos primeiros 10 a 15 cm, atingindo 2,6%. Os teores de Fósforo disponível são baixos, variando de 4 ppm nos primeiros 15 cm a 1ppm nas camadas mais profundas do perfil. Os valores de Alumínio trocável são altos, desde a camada superficial (3,9 mE/100g solo), chegando a 6,6 mE/100g solo na camada de 100 a 160 cm de profundidade.

São solos fortemente ácidos, com pH entre 4,7 a 4,4 em todo o perfil. O material de origem são Argilitos róseos da Formação Rio do Sul e o relevo é predominantemente ondulado (8% a 20% declividade). As limitações ao uso agrícola são devidas a serem solos fortemente ácidos, com elevado teor de Alumínio trocável e saturação de bases baixa. Por situarem-se em relevo ondulado, que pode chegar até suave ondulado (3% a 8% declividade), estão sujeitos à erosão que pode ser moderada quando o solo é utilizado para cultivos anuais e na ausência de medidas simples de controle da erosão.

Apresenta boa capacidade de armazenamento de água, o que é facilitado pelos teores elevados de argila e pela estrutura bem desenvolvida do horizonte B. São solos porosos, profundos, bem drenados, e não há impedimentos à mecanização, o que é favorecido pelo relevo.

O seu uso atual é efetuado com lavouras de milho, feijão, mandioca, batata inglesa, olericultura, fruticultura (pêssego, banana, cítrus), reflorestamento de eucaliptus e pastagens.

As análises de solo efetuadas em amostras superficiais, coletadas durante os trabalhos de campo, Tabela 4.6, estão bastante próximas dos dados do perfil modal.. Indicam no entanto valores médios mais elevados na camada de 30 a 60cm para o Potássio (50,6 ppm), Alumínio trocável mais baixos (2,6 mE/100g solo) e Ca+Mg mais altos (3,4 mE/100g solo) na camada de 0 a 30cm, o que pode ser resultado da introdução de corretivos e fertilizantes ao longo do tempo. Devido aos altos teores de Al e H, a calagem recomendada é de 12,5 t calcário/ha, e posterior fertilização com 80 kgP₂O₅/ha , quando utilizado para cultivos anuais.

SOLO COCAL

O solo da série Cocal é classificado como Cambisol Distrófico, Ta (argila de atividade alta), A fraco, textura média, relevo forte ondulado. Surge no terreno entre as cotas de 90 a 170 m em relevo ondulado a forte ondulado. São solos medianamente profundos (70 a 80cm) de textura média, bem drenados, com horizonte B câmbico (transição abrupta para horizonte C). A coloração vai do bruno acinzentado escuro no horizonte A e amarelo brunada no horizonte B. São muito porosos e fráveis. São solos fortemente ácidos, com teores toleráveis de alumínio trocável na camada arável e saturação de bases alta no horizonte A.

A seqüência A,B,C dos horizontes apresenta as características morfológicas, indicadas na Tabela 4.8 .

O horizonte A apresenta coloração bruno acinzentada escura (10YR, Y2), ou bruno amarelada clara, no matiz 10YR. Em áreas cobertas com florestas naturais, a coloração pode variar para bruno acinzentada escura, devido a maiores teores de matéria orgânica. A textura é franco arenosa e a estrutura fraca, do tipo blocos subangulares, com agregados muito porosos. A consistência é solta ou macia com solo seco, muito friável quando úmido e ligeiramente plástica e não pegajosa com a amostra seca. Subdivide-se em geral em A1 e A3, observando-se no último, presença de cascalho (arenitos), sendo gradual a transição para o horizonte B.

O horizonte B câmbico, com espessura média de 40 a 60 cm é de coloração bruno amarelada ou amarelo brunada, no matiz 10YR. A textura é franco argilo-arenosa e a estrutura é fraca a média em blocos angulares e subangulares, com os agregados muito porosos. A consistência é macia, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa. Há neste horizonte abundância de material originário bastante intemperizado. O horizonte C é constituído de arenito bastante intemperizado.

A capacidade de permuta de cátions é média, variando de 5,9 a 10,9 mE/100g solo. O valor de saturação de bases é alto no horizonte A (67%), reduzindo-se com a profundidade. O valor de bases trocáveis é médio nos primeiros 10 cm (5,3 mE/100g solo) tornando-se baixo com a profundidade. Os valores de Ca+Mg são médios (5,2 mE/100g solo) próximo à superfície, enquanto que o Potássio é médio (0,11 mE/100g solo) nos primeiros 10 cm e baixo nas demais camadas.

TABELA 4.8. Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Cocal

Amostra Nº	Horizonte		Composição Granulométrica (%) dispersão com NaOH						Argila Natural	Grau Floculação	Silte / Argila																																																																																						
	Símbolo	Profundidade (cm)	Areia Grossa 20 a 0,20 mm	Areia fina 0,20 a 0,05 mm	Silte 0,05 a 0,002 mm	Argila 0,002mm	%																																																																																										
270	A 1	0 - 10	29	36	2	33	2	2	94	0.0																																																																																							
271	A 3	10 - 26	29	36	1	34	3	3	91	0.0																																																																																							
272	B 1	26 - 40	28	37	0	35	4	4	88	0.0																																																																																							
273	B 2	40 - 61/76	27	33	0	40	6	6	85	0.0																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">pH Água</th> <th rowspan="2">K ppm</th> <th rowspan="2">P ppm</th> <th colspan="6">Complexo Sortivo mE/100 g</th> <th rowspan="2">V (%)</th> <th rowspan="2">100 Al/ Al + S</th> <th rowspan="2">C (%)</th> <th rowspan="2">N (%)</th> <th rowspan="2">C/N</th> <th rowspan="2">M.O (%)</th> </tr> <tr> <th>Ca+Mg</th> <th>K⁺</th> <th>Na⁺</th> <th>S</th> <th>Al⁺⁺⁺</th> <th>H⁺</th> <th>T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.4</td> <td>44</td> <td>3</td> <td>5.2</td> <td>0.11</td> <td>0.06</td> <td>5.37</td> <td>0.3</td> <td>2.4</td> <td>8.0</td> <td>67</td> <td>5</td> <td>0.78</td> <td>0.09</td> <td>8</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>4.2</td> <td>31</td> <td>2</td> <td>3.1</td> <td>0.08</td> <td>0.04</td> <td>3.22</td> <td>0.8</td> <td>1.9</td> <td>5.9</td> <td>54</td> <td>20</td> <td>0.24</td> <td>0.04</td> <td>6</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>4.1</td> <td>31</td> <td>2</td> <td>2.4</td> <td>0.08</td> <td>0.02</td> <td>2.50</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> <td>6.9</td> <td>36</td> <td>46</td> <td>0.12</td> <td>0.03</td> <td>4</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>3.9</td> <td>31</td> <td>2</td> <td>2.2</td> <td>0.08</td> <td>0.02</td> <td>2.30</td> <td>4.4</td> <td>4.2</td> <td>10.9</td> <td>21</td> <td>65</td> <td>0.12</td> <td>0.03</td> <td>4</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table>												pH Água	K ppm	P ppm	Complexo Sortivo mE/100 g						V (%)	100 Al/ Al + S	C (%)	N (%)	C/N	M.O (%)	Ca+Mg	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T	4.4	44	3	5.2	0.11	0.06	5.37	0.3	2.4	8.0	67	5	0.78	0.09	8	1.2	4.2	31	2	3.1	0.08	0.04	3.22	0.8	1.9	5.9	54	20	0.24	0.04	6	0.4	4.1	31	2	2.4	0.08	0.02	2.50	2.2	2.2	6.9	36	46	0.12	0.03	4	0.2	3.9	31	2	2.2	0.08	0.02	2.30	4.4	4.2	10.9	21	65	0.12	0.03	4	0.2
pH Água	K ppm	P ppm	Complexo Sortivo mE/100 g						V (%)	100 Al/ Al + S	C (%)				N (%)	C/N	M.O (%)																																																																																
			Ca+Mg	K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺				T																																																																																					
4.4	44	3	5.2	0.11	0.06	5.37	0.3	2.4	8.0	67	5	0.78	0.09	8	1.2																																																																																		
4.2	31	2	3.1	0.08	0.04	3.22	0.8	1.9	5.9	54	20	0.24	0.04	6	0.4																																																																																		
4.1	31	2	2.4	0.08	0.02	2.50	2.2	2.2	6.9	36	46	0.12	0.03	4	0.2																																																																																		
3.9	31	2	2.2	0.08	0.02	2.30	4.4	4.2	10.9	21	65	0.12	0.03	4	0.2																																																																																		

Fonte : SUDESUL 1973

Os valores da matéria orgânica são baixos na camada superficial (1,2%). O Fósforo disponível é baixo (3ppm e 2ppm) e os valores de Alumínio trocável são toleráveis no horizonte A (0,3 a 0,8 mE/100g solo) e passam a prejudiciais no horizonte B (2,2 a 4,4 mE/100g solo).

Os solos são ácidos na camada superficial (pH 5,2 a 5,4) e também no horizonte B (pH 5,2 a 4,9). São solos desenvolvidos a partir de arenitos brancos, róseos e amarelados de granulação fina, oriundos da formação Rio Bonito. Apresentam limitações ao uso agrícola, por serem solos ácidos, com saturação de bases alta no horizonte A, teores baixos de matéria orgânica e muito baixos em Fósforo.

São solos fortemente suscetíveis à erosão, tanto em relevo forte ondulado como ondulado. O uso atual é efetuado com pastagens, reflorestamento de eucaliptos, cultivo de cítrus e mata nativa. Ao Norte da microbacia onde o relevo é ondulado e suave ondulado, encontram-se cultivos de feijão, milho e cana de açúcar.

As análises de solo em amostras de solo superficial, efetuadas durante o trabalho de levantamento, Tabela 4.6, indicam resultados semelhantes aos do perfil modal nas profundidades 0 a 30 cm, com discrepâncias no Alumínio trocável (3,2 mE/100g solo) e Cálcio mais Magnésio, que é mais baixo (2,3 mE/100g solo). Como os níveis de Alumínio trocável e hidrogênio são baixos, a calagem recomendada situa-se em 2,0t calcário/ha , indicando-se para refertilização 120 kg P₂O₅/ha e 40kg K₂/ha, no caso de culturas anuais.

SOLO LAURO MULLER

O solo da série Lauro Muller é classificado como Podzólico Vermelho Amarelo Álico, A proeminente, saturação de bases V < 50, textura argilosa (35% a 60% de argila), relevo ondulado e forte ondulado. Ocorre na microbacia entre as cotas de 170 a 200/250m de altitude, em terreno suave ondulado a forte ondulado. É caracterizado por solos profundos (150 a 200cm) argiloso, friável, com horizonte B textural. A coloração varia de bruno escura no horizonte A a bruno avermelhada no horizonte B. São bem drenados e apresentam cerosidade moderada. São solos muito fortemente ácidos, com saturação de bases baixa e baixos teores de matéria orgânica.

A seqüência de horizontes é A,B,C, e cujas características morfológicas são apresentadas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9. Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Lauro Muller

Amostra Nº	Horizonte		Composição Granulométrica % dispersão com NaOH						Argila Natural	Grau Flocluaçã o	Silte Argila
	Símbolo	Profundidade cm	Areia Grossa 20 a 0,20 mm	Areia fina 0,20 a 0,05 mm	Silte 0,05 a 0,0002 mm	Argila 0,0002 mm	%				
251	A1	0 - 13	2	16	34	48	7	58	1.0		
252	A3	13 - 37	2	16	28	54	4	92	0.5		
253	B1	37 - 55	2	14	26	58	0	100	0.4		
254	B2	55 - 70	2	12	29	57	0	100	0.5		
255	B31	70 - 102	1	8	25	66	0	100	0.4		
256	B32	102 - 140	1	6	29	64	0	100	0.4		

pH Água	KCl	K ppm	P ppm	Ca+Mg	Complexo Sortivo mE/100 g				V (%)	100 Al Al + S	C (%)	N (%)	C/N	M.O (%)		
					K ⁺	Na ⁺	S	Al ⁺⁺⁺							H ⁺	T
4.7	3.7	41	3	3.8	0.10	0.10	4.0	4.7	4.2	12.9	31	54	1.14	0.10	11	2.0
4.7	3.7	37	2	2.2	0.09	0.03	2.32	5.4	4.2	11.9	19	70	0.60	0.08	7	1.0
4.7	3.7	44	1	2.0	0.11	0.02	2.13	6.3	5.4	13.8	15	75	0.36	0.06	6	0.6
4.7	3.7	47	1	2.7	0.12	0.02	2.84	7.6	5.4	15.8	17	73	0.36	0.06	6	0.6
4.7	3.7	59	1	2.2	0.15	0.02	2.37	9.7	5.7	17.7	13	80	0.24	0.04	6	0.4
4.7	3.7	75	1	1.8	0.19	0.03	2.02	11.0	7.2	20.2	10	84	0.18	0.04	4	0.3

Fonte : SUDESUL 1973

A espessura do horizonte A, pode atingir 37 cm sendo evidenciado pela coloração bruno escura (10YR 3/3 úmido). A textura é argilosa e a estrutura é fraca, dos tipos granular e blocos subangulares. A consistência, com solo úmido é friável e firme e ligeiramente plástica e pegajosa. Em geral subdivide-se em A1 e A3, apresentando transição nítida para o horizonte B.

O horizonte B, é bastante profundo (110 a 120 cm) de coloração bruno amarelada no matiz 10YR. A textura é argilosa e a estrutura é pequena a média, fraca do tipo blocos subangulares, com cerosidade moderada em torno dos agregados. A consistência é dura a muito dura com solo seco, firme quando úmida e ligeiramente plástica e pegajosa quando molhada.

O horizonte C apresenta Argilitos amarelados, Folhelhos, Siltitos e presença de minério de carvão, quando situado na cota 170/180m. A capacidade de permuta de cátions é alta, com valores sempre maiores que 10 mE/100g solo, chegando até 20,2 mE/100g solo nas camadas mais profundas, devido a altos teores de Alumínio e Hidrogênio. O valor de saturação de bases é baixo, variando de 31% na camada mais superficial a 10% na transição para o horizonte C. A soma de bases permutáveis é média (4 mE/100g solo) nos primeiros 15 cm, tornando-se baixa com a profundidade (2,02 mE/100g solo).

Os valores de Ca+Mg são médios (2,2 a 3,8 mE/100g solo) ao longo do perfil, com exceção na transição para o horizonte C, onde são mais baixos (1,8 mE/100g solo). Os teores de Potássio são médios (41 a 75ppm) ao longo do perfil. Possui baixo teor de matéria orgânica (2% a 1% no horizonte A) e são solos com reservas baixas de Fósforo, cujos teores atingem 3 ppm a 2 ppm no horizonte A e reduzindo-se nas camadas inferiores. O Alumínio trocável é alto, partindo de 4,7 mE/100g solo na camada arável, chegando a atingir 11 mE/100g solo na camada mais profunda do horizonte B. O pH é fortemente ácido ao longo de todo o perfil (pH 4,7). Podem ainda ser observados na microbacia, perfis litólicos, com horizonte B de coloração bruno avermelhada escura e áreas revolvidas com inversão de camadas em locais onde foi efetuada a mineração de carvão a céu aberto, à Sudoeste e Noroeste da microbacia, Figura 4.12.

O material de origem é o Argilito, sendo também encontrados o Siltito, Arenitos e Folhelhos a partir do horizonte C. As análises de amostras da camada superficial indicam valores semelhantes aos apresentados para o perfil modal à exceção do Fósforo,

que mostrou-se mais baixo (2,0 a 1,6ppm) e Ca+Mg, que também foi inferior (2,5 a 1,9 mE/100g solo), Tabela 4.6.

Para uso agrícola os principais inconvenientes estão ligados ao elevado teor de Alumínio trocável e quando localizados em terreno ondulado a forte ondulado, apresentam grande suscetibilidade à erosão. São solos com alta capacidade de retenção de água e apresentam grande porosidade. O uso atual é efetuado por culturas de milho, citrus, feijão, pastagem, eucalipto, capoeira, mata nativa . Para cultivos anuais, como correção é indicado o uso de 12,5 t calcário/ha e adubação de 120kg P₂O₅/ha e 80kg K₂O/ha.

SOLO SANGA DA AREIA

O solo da série Sanga da Areia é classificado como Terra Roxa Estruturada, distrófica (saturação de bases e Al < 50%), Tb, A moderado, textura média (teor de argila inferior a 35% e areia superior a 15%), relevo ondulado.

Ocorre na microbacia entre os 200/250m até os pontos mais elevados do divisor de águas a 364m de altitude. São solos moderadamente profundos, argilosos, bem drenados, com o horizonte B textural e cores avermelhadas ao longo do perfil. Quimicamente são solos ácidos com saturação de bases média no horizonte A e baixos teores de matéria orgânica.

A presença de calhaus (2 a 20cm diâmetro) e matacões (20 a 100cm diâmetro) na superfície e ao longo do perfil é característica dos solos desta unidade, que apresenta um perfil com seqüência A,B,C, Tabela 4.10.

O horizonte A é pouco profundo (0 a 20 cm), de coloração vermelha ou vermelho escura no matiz 2,5YR e com textura argilosa. A estrutura é moderada, em blocos angulares. A consistência é muito fraca quando seca e firme quando úmida, ligeiramente plástica e pegajosa quando molhada. Normalmente não apresenta subdivisões e mostra transição clara para o horizonte C.

O horizonte B é textural com espessura média de 80 cm e coloração vermelha no matiz 2,5 YR. A textura é argilosa e a estrutura é forte, grande, com blocos subangulares, com cerosidade moderada e abundante em torno de agregados estruturais. O solo é muito duro e firme quando seco e plástico e pegajoso quando molhado. Além

TABELA 4.10 - Características da composição granulométrica e química do perfil modal do solo Sanga da Areia

Amostra N°	Horizonte		Composição Granulométrica (%) dispersão com NaOH						Argila Natural	Grau Floculação	Silte Argila					
	Símbolo	Profundidade (cm)	Areia Grossa 20 a 0,20 mm	Areia fina 0,20 a 0,05 mm	Silte 0,05 a 0,0002 mm	Argila 0,0002 mm	%									
74	A.1	0 - 20	15	18	2	65	4	94	0.03							
75	B.1	20 - 45	11	12	2	75	2	37	0.03							
76	B.2	45 - 65	7	8	2	83	15	81	0.02							
77	B.3	65 - 115	5	7	2	86	2	97	0.02							
pH Água	KCl	K ppm	P ppm	Complexo Sortivo mE/100 g			V (%)	100 Al Al + S	C (%)	N (%)	C/N	M.O (%)				
				Ca+Mg	K ⁺	Na ⁺							S	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	T
5.2	4.4	31	2	5.1	0.08	0.04	5.22	1.4	3.2	10.2	52	22	1.1	0.9	12	1.9
5.1	4.4	19	1	4.1	0.04	0.03	4.17	1.0	4.2	9.4	44	29	1.1	0.9	12	1.9
5.5	4.4	19	1	4.2	0.04	0.02	4.26	1.2	4.2	9.7	44	26	0.5	0.04	13	0.9
5.5	4.4	19	1	1.8	0.03	0.02	1.85	2.5	8.0	12.4	25	37	0.2	0.02	12	0.4

Fonte : SUDESUL 1973

de calhaus e matacões é comum neste horizonte, a presença de material bastante intemperizado. O horizonte B está normalmente subdividido em B1,B2,B3.

O horizonte C é formado por basalto intemperizado. A capacidade de permuta de cátions é média, com valores entre 9,4 a 12,4 mE/100g de solo, em consequência do teor de hidrogênio. A saturação de bases é média (52% no horizonte A) declinando acentuadamente com o aprofundamento (15% no horizonte B3). O valor das bases permutáveis é médio(4,17 a 5,22 mE/100g solo) nos primeiros 45 cm de profundidade e os valores de Ca+Mg são médios na superfície (5,1 mE/100g solo) e reduzindo-se com o aprofundamento do perfil. O Potássio tem valores baixos ao longo do perfil (31 a 19ppm), enquanto que o Fósforo disponível é baixo (2 a 1ppm) ao longo do perfil. Os valores de matéria orgânica são baixos e inferiores a 2% na camada arável.

Os teores de Alumínio trocável não são prejudiciais às plantas nos primeiros 65 cm (1,4 a 1,2 mE/100g solo). O pH é ácido ao longo do perfil (pH 5,1 a 5,5). O material de origem é o basalto e o relevo encontrado na microbacia associado é suave ondulado a ondulado na maioria das áreas próximo ao divisor de águas, onde encontra-se localizado. As limitações ao uso agrícola estão ligadas a serem solos com saturação de bases média, teores baixos de Fósforo e Potássio, ácidos e com baixa disponibilidade de matéria orgânica e presença de calhaus e matacões, dificultando sua mecanização. São suscetíveis à erosão em terreno ondulado. Apresentam a camada superficial com 65% de argila, que eleva-se com o aprofundamento do solo.

O uso atual é efetuado com cultivos de feijão, batata, banana, pastagem, eucalipto e mata nativa. As análises de amostras do solo superficial coletadas no levantamento de solos , Tabela 4.6, indicam dados próximos aos dados do perfil modal e a calagem recomendada é de 2,0 t calcário/ha e a adubação de correção da fertilidade recomendável é de 120 kg P₂O₅/ha e 80kg K₂O/ha.

4.1.1.6 - Mapa de recursos hídricos

Os dados de um levantamento hidrológico dependem do objetivo de planejamento a que se destinam e definem o tipo de informação e a forma como será apresentada para o processo de gerenciamento de recursos hídricos. Segundo Shelton (1969) alguns campos para os quais as informações são geradas incluem o suprimento, o uso e o controle da poluição dos recursos de água. No levantamento efetuado nesta pesquisa, foram coletados os seguintes dados:

i) - Hidrologia de superfície

- Dados quantitativos dos corpos de água e rede de drenagem

- Dados de qualidade da água

ii) - Hidrometeorologia

- Precipitação pluviométrica

As informações possibilitaram local e quantificar dados hidrológicos iniciais, bem como identificar focos pontuais e difusos de poluição da água, Figura 4.13.

Dentro da bacia de captação das precipitações atmosféricas compreendendo 2.773,11 ha, a rede de drenagem ocupa uma fração da superfície de 26,14 ha (0,94%) e pequenos açudes privados perfazem uma superfície de 22,5ha (0,81%). A rede de drenagem formada pelo Rio Cocal e seu afluente Rio Perso é o manancial que abastece a cidade de Cocal do Sul (12.097 habitantes 1993) situada à jusante. Apresenta-se intensamente ramificada dentro da área da microbacia e como consequência está bastante sujeita à perturbações por atividades humanas, que causam a degradação da qualidade da água. Considerando os diferentes interesses de uso da água produzida pela microbacia como abastecimento urbano, irrigação, consumo humano e animal em propriedades rurais, foram efetuadas avaliações da disponibilidade, com base em dados da precipitação regional. Assumiu-se que o balanço de água pode ser expresso pela equação genérica, $8'' \text{ runoff (26,6\%)} = 30'' \text{ precipitation (100\%)} - 22'' \text{ evapotranspiration (73,3\%)}$, válida para a maior parte das regiões temperadas, entre as latitudes 30° a 60° (Black 1991) e que também é válida para as condições de Urussanga (EMPASC 1978).

Com os dados obtidos foi possível efetuar uma estimativa da disponibilidade de água superficial escoada mensalmente pelo canal de drenagem do Rio Cocal, junto à Estação de Captação e Tratamento de Água do SAMAE, localizada na periferia a Oeste da cidade, Tabela 4.11.

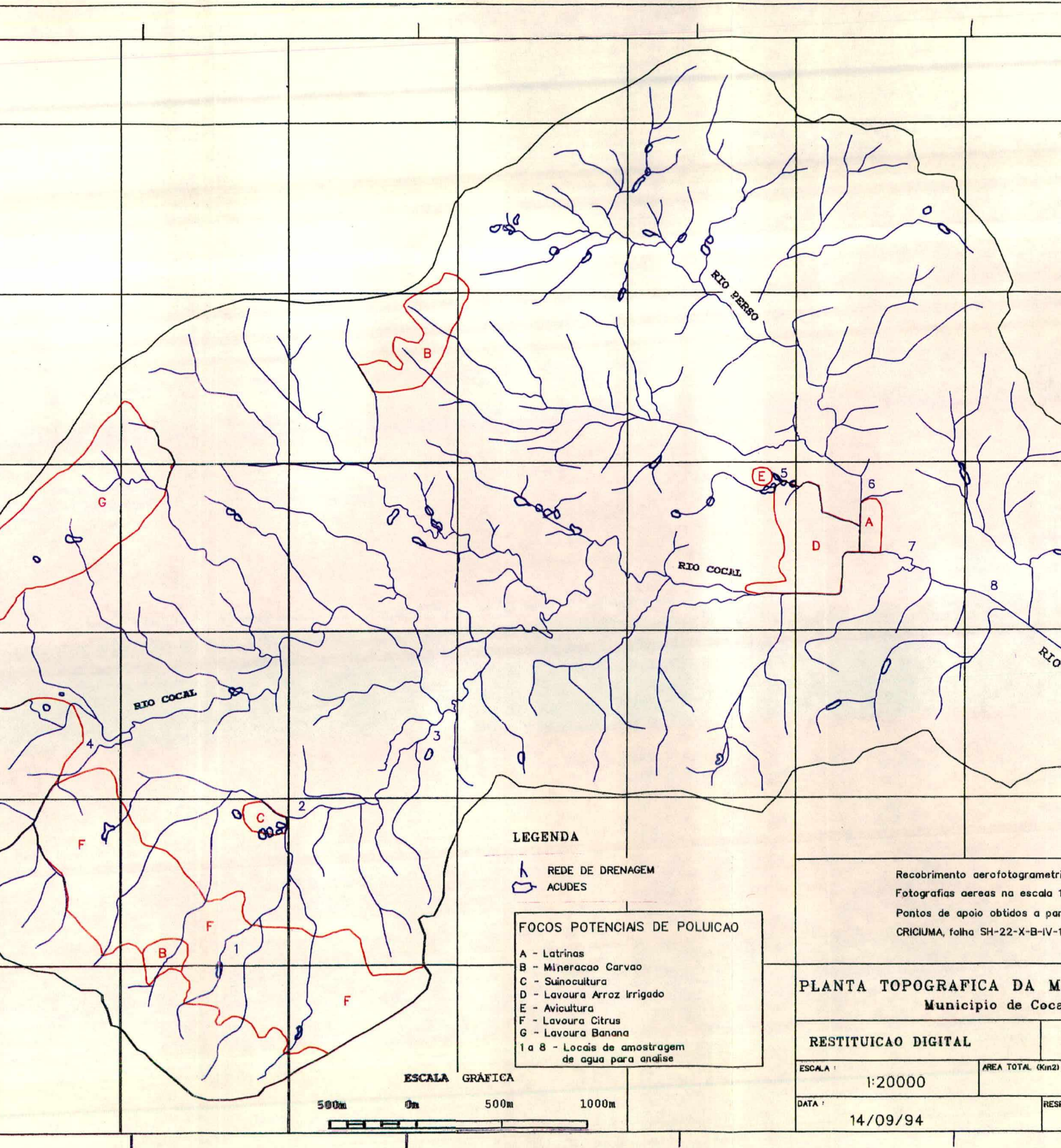


FIGURA 4.13 - Mapa dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC

TABELA 4.11 - Dados estimativos da disponibilidade da água de escoamento superficial gerado pela bacia de captação do Rio Cocal

$27.73 \text{ Km}^2 = 2.773 \text{ ha} = 27730000 \text{ m}^2$				
	Precipitação* (mm)	Volume m ³ (mm x 27,73)	Evaporação m ³ (73 %)	Escoamento m ³ (27 %)
Janeiro	195.7	5.426.761	3.961.535	1.465.225
Fevereiro	192.9	5.349.117	3.904.855	1.444.261
Março	162.6	4.508.898	3.291.495	1.217.402
Abril	105.8	2.933.834	2.141.698	792.135
Maio	89.3	2.476.289	1.807.690	668.598
Junho	84.7	2.348.731	1.714.573	634.157
Junho	88.0	2.440.240	1.781.375	658.864
Agosto	112.2	3.111.306	2.271.253	840.052
Setembro	125.9	3.491.207	2.548.581	942.625
Outubro	126.9	3.518.937	2.568.824	950.112
Novembro	120.8	3.349.784	2.445.342	904.441
Dezembro	138.0	3.826.740	2.793.520	1.033.219
Total	1.542.3	42.781.844	31.230.746	11.551.097

* Fonte: EE Urussanga/EPAGRI, média 69 anos

As informações resultantes possibilitaram estabelecer dados sobre a disponibilidade média mensal de água suprida pela precipitação e deverão ser complementadas por medidas de vazão e regime de vazão ao longo do ano, tanto na Estação de Captação, como em pontos da rede de drenagem considerados relevantes sob o ponto de vista de conservação e armazenagem de água (FAO 1994, Plate 1992, Black 1991, Shelton 1969).

Estes dados são relevantes para comparar a produção de água com as necessidades de demanda, calculada em 200 litros/pessoa/ano (Shelton 1969). Segundo Beekman (1996), a experiência tem demonstrado que países em desenvolvimento e relativamente eficientes no uso de água, requerem 5 a 20 vezes uma quantidade mínima de 100 litros/pessoa/dia, o qual representa um requisito mínimo de 36,5m³/ano para as necessidades domésticas e manutenção de um nível adequado de saúde. A disponibilidade precisa satisfazer ainda as necessidades da agricultura, indústria e geração de energia.

Uma região cuja produção hídrica renovável per capita/ano, situar-se próximo a 1.700 m³/ano ou 4,65m³/dia, somente ocasionalmente tenderá a sofrer problemas de falta de água e este patamar é considerado como um índice de sinal de alerta para “stress

hídrico”, abaixo do qual ocorre escassez de água. Em condições onde o limite encontra-se próximo de 1.000 m³/pessoa/ano ou 2,74m³/per capita/dia, considera-se que a região está sob regime de escassez crônica, com limitações na disponibilidade que afetam o desenvolvimento econômico, o bem estar e a saúde humana (Beekman 1996).

Com base nestes dados é possível afirmar, que a disponibilidade de água de escoamento na microbacia (11.551.097 m³/ano), que representa 954,8 m³/capita/ano (11.551.097m³ ÷ 12.097 habitantes) ou 2,61m³/per capita/dia, encontra-se abaixo do nível de ESCASSEZ CRÔNICA (1.000 m³/capita/ano), já a partir do ano de 1993, tendo-se deteriorado (825,07m³/capita/ano ou 2,26m³/capita/dia), uma vez que a população em 1995 ultrapassou 14.000 habitantes conforme dados da Prefeitura local.

É também evidente nos dados da Tabela 4.11, de que existe um período de escassez aguda de escoamento de água para captação nos meses de Abril a Dezembro, abaixo da disponibilidade de escoamento de 1.000.000m³/mes, definindo uma condição de escassez crônica durante um período de 8 meses por ano, considerada a demanda da população dependente.

O comportamento irregular do escoamento e os baixos limites de disponibilidade levantados são informações importantes para orientar medidas necessárias à conservação e armazenagem para regularização do escoamento da água superficial, de vital importância para o abastecimento urbano da cidade de Cocal do Sul, que depende da área de captação da microbacia. Tais informações associadas aos níveis de informação de topografia, geologia, solos, possibilitam definir orientações para locação de obras de engenharia para armazenagem (Renuncio 1995) e medidas de proteção à rede de drenagem, uso da terra e cobertura vegetal que maximizem a infiltração e o tempo de residência da água nos diferentes estratos naturais de armazenagem de água na área da microbacia (Black 1991). Por outro lado, precipitações elevadas que ocorrem entre Janeiro e Fevereiro, Figura 4.3 e que podem atingir mais de 190mm/mes, são também responsáveis por inundações que se manifestam ao longo dos cursos de água, com fortes efeitos erosivos sobre as estradas e caminhos rurais e prejuízos que podem ser graves, nas proximidades da zona urbana em cotas inferiores a 60m, a Leste da microbacia.

As principais atividades poluidoras da água que foram verificadas estão ligadas a focos pontuais de emissão de efluentes das atividades de mineração de carvão, da

suinocultura, da avicultura, de esgotos residenciais e de focos difusos potencialmente poluidores de lavouras de citrus, banana e arroz, Figura 4.13.

As avaliações da qualidade da água, levantadas a nível de reconhecimento, possibilitaram a obtenção de informações preliminares sobre o comportamento de componentes químicos e bacteriológicos que afetam a qualidade da água nas diferentes estações do ano, Tabela 4.12, Anexo 3. Foi possível verificar que no local 5, ocorre ao longo de todo o ano uma acidificação da água (pH 4,30) que está bastante abaixo dos padrões (pH 6 a 9) considerado adequado para água doce para abastecimento doméstico, conforme Portaria Nº20 do CONAMA e Portaria Nº36 do Ministério da Saúde (CONAMA 1992). Níveis baixos de acidificação da água, também ocorre em outros pontos de amostragem e épocas do ano.

O teor de Ferro total de um modo geral e na grande maioria dos locais de amostragem, indicam valores acima do nível padrão de 0,3 mg/l, citado pelo CONAMA, mostrando uma curva de crescimento entre 0,45 mg/l ao final do Inverno para um máximo de 8,5 mg/l no Verão, decrescendo novamente a níveis de 0,85 mg/l no Outono. Isto pode ser atribuído a ação intensa de lavagem causada por abundantes precipitações nos períodos mencionados, sobre as área de rejeitos da mineração ricos em Pirita e que além dos locais de exploração das minas foram utilizados para revestimento de estradas e caminhos na microbacia.

O maior problema de poluição observado, refere-se à contaminação da água por coliformes totais e fecais, cujos níveis encontram-se extremamente elevados em todos os locais de coleta de amostras de água e em todas as épocas do ano, Tabela 4.12.

Por outro lado as análises cromatográficas de amostras de água que foram efetuadas indicaram a ausência de compostos químicos ligados a agrotóxicos, Tabela 4.12 e Anexo 4.

Pela gravidade do estado da qualidade da água foi repassado um documento contendo informações sobre os dados levantados à Câmara de Vereadores do Município de Cocal do Sul em Dezembro de 1994, sob o título “Base documental dos recursos físico espaciais da microbacia do Rio Cocal/ |Município de Cocal do Sul”, o qual também foi encaminhado por solicitação ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgotos de Cocal, administrado pela Fundação Nacional de Saúde.

TABELA 4.12 - Dados de análise de água de amostragem exploratória na rede de drenagem do Rio Cocal

Tipo de Análise	Inverno 13/06/94 Locais de amostragem								Primavera 18/10/94 Locais de amostragem								Nível Padrão Adotado ***
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
	1 - Físico Química*	6.76	6.70	6.48	6.74	4.30	6.52	5.30	5.35	6.83	7.77	6.98	7.20	4.30	6.40	6.59	
pH	9.8	28.4	14.8	13.4	0.0	7.0	1.8	1.8	8.6	134.0	24.0	19.8	0.0	10.4	0.8	8.8	
Alcalinidade total	10.56	9.41	8.18	4.40	15.31	3.26	5.28	5.81	2.55	20.06	10.20	5.54	6.68	5.36	5.80	6.07	
Gás carbonico livre	12.10	21.36	16.20	18.16	23.67	10.50	17.09	15.31	15.60	30.40	20.20	23.20	30.60	14.60	19.61	21.40	500mg CaCO ₃ /l
Dureza total	5.52	9.97	7.12	9.26	9.79	4.27	7.83	7.12	6.40	13.80	12.00	12.60	13.00	6.00	8.0	8.60	
Dureza cálcio	6.58	11.39	9.08	8.90	13.88	6.23	9.26	8.19	9.2	16.60	8.20	10.60	17.00	8.60	11.60	12.80	
Dureza magnésio	0.04	0.14	0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.23	0.40	0.11	0.11	0.0	0.11	0.0	0.00	10.0 mg/lN
Nitrogênio nítrico	0.04	9.52	0.53	0.04	0.08	0.08	1.41	0.35	0.00	1.46	3.63	1.11	0.00	0.00	1.42	0.00	10.0 mg/lN
Nitrogênio nítrico	32.0	5.9	4.2	3.4	0.65	4.0	3.0	2.6	120.0	21.0	24.0	12.0	3.4	40.0	22.0	44.0	1,0uT a 5,0uT
Turbidez	70.0	35.0	25.0	20.0	5.0	25.0	10.0	10.0	420.0	200.0	120.0	60.0	5.0	90.0	120.0	120.0	
Cor	1.8	4.6	3.2	1.0	0.9	1.3	0.9	0.8	6.2	27.6	9.8	4.8	1.7	5.2	4.4	5.0	
Oxigênio consumido H*	8.8	8.0	7.6	8.5	8.8	8.9	8.6	8.5	8.3	7.1	7.0	7.1	8.0	0.5	7.9	7.3	
Oxigênio Dissolvido	0.80	0.45	0.45	0.45	0.15	0.45	0.35	0.40	4.8	2.6	2.4	3.4	0.25	3.0	1.6	2.8	0.3 mg/l
Ferro total	2.21	3.99	2.85	3.70	3.92	1.71	3.13	2.85	2.56	5.52	4.80	5.04	5.20	2.40	3.20	3.44	
Cálcio	1.58	2.73	2.18	2.14	3.33	1.49	2.22	1.96	2.20	3.98	1.96	2.34	4.22	2.06	2.78	3.07	
Magnésio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.2	0.3	1.4 mg/l
Fluoreto																	
2. Bacteriológica																	
NPM Coliformes totais/100ml	13000	23000	8000	8000	1300	5000	800	500	7000	90000	160000	240000	3000	160000	50000	13000	ausência em 5 amostras/mês
NPM Coliformes fecais/100ml	50	500	300	130	70	500	4	7	1100	1100	8000	30000	800	50000	8000	3000	ausência em 100 ml
3. Análise cromatográfica**																	
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01 µg/l
Clordano																	
DDD (TDE)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.04 µg/l
DDE	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
DDT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.0 µg/l
Dieldrin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.002 µg/l
Endosulfan	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005 µg/l
Irdin	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.056 µg/l
HCB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.004 µg/l
Heptacloro	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.0 µg/l
Lindano (BHC)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01 µg/l
Mctocloro	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.02 µg/l
Mirex	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.03 µg/l
Toxafeno	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.01 µg/l

* Análises efetuadas nos Laboratórios da CASAN/Pilões

** Análises efetuadas na SANEPAR/Curitiba/Pr

*** Padrão de água doce, classe I/CONAMA e Ministério da Saúde

TABELA 4.12 - Dados de análise de água de amostragem exploratória na rede de drenagem do Rio Cocal, continuação

Tipo de Análise	Verão 22/01/94 Locais de amostragem								Outono 09/04/95 Locais de amostragem								Nível Padrão Adotado ***
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 - Físico Química*																	
pH	6.58	6.12	5.97	6.39	4.29	5.88	5.71	5.83	7.02	4.89	5.83	6.79	4.38	6.61	6.04	6.43	
Alcalinidade total	8.8	9.2	4.8	6.6	0.0	3.4	2.8	0.4	12.08	3.2	5.7	17.0	0.0	10.8	6.0	6.1	
Gás carbonico livre	4.22	9.59	6.86	3.78	9.24	4.93	5.54	5.19	3.16	12.93	8.36	4.13	10.56	4.13	4.40	4.48	
Dureza total	10.9	12.0	7.6	9.5	9.8	5.1	6.1	6.2	13.30	22.60	21.40	19.80	27.20	15.10	18.20	16.80	
Dureza cálcio	4.6	4.7	2.8	4.3	3.8	2.2	2.6	2.7	5.80	9.30	8.0	8.50	10.10	6.90	9.10	8.50	
Dureza magnésio	6.3	7.3	4.8	5.2	6.0	2.9	4.5	3.5	7.50	13.30	13.40	11.30	17.10	8.20	9.10	8.30	
Nitrogênio nítrico	0.0	0.23	0.06	0.0	0.0	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Nitrogênio nítrico	0.42	1.23	1.06	0.37	0.62	0.48	0.62	0.41	0.49	1.42	1.33	0.22	0.40	0.04	0.35	0.49	
Turbidez	65.0	79.0	130.0	67.0	90.0	190.0	140.0	140.0	18.0	2.50	4.2	11.0	0.56	8.4	3.4	5.0	
Cor	250.0	150.0	225.0	125.0	150.0	350.0	300.0	225.0	40.0	5.0	25.0	45.0	5.0	5.0	15.0	30.0	
Oxigênio consumido H ⁺	4.8	9.6	13.0	7.4	8.2	11.0	8.4	11.4	2.6	1.8	2.5	2.6	1.0	2.5	1.5	1.7	
Oxigênio Dissolvido	7.2	6.4	6.9	7.2	7.0	7.0	6.9	7.1	7.0	5.6	4.5	6.5	7.2	5.8	6.7	6.0	
Ferro total	25	4.8	6.4	3.0	4.8	8.5	7.2	7.0	1.0	0.35	0.85	1.0	0.05	1.4	0.35	0.85	
Cálcio	1.84	1.88	1.12	1.72	1.52	0.88	1.04	1.08	2.32	3.72	3.20	3.40	4.04	2.76	3.64	3.40	
Magnésio	1.51	1.75	1.15	1.25	1.44	0.70	1.08	0.84	1.80	3.19	3.21	2.71	4.10	1.96	2.18	1.99	
Fluoreto	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2. Bacteriológica																	
NPM Coliformes totais/100ml	50000	50000	130000	230000	300000	80000	130000	140000	13000	23000	2800	1300	5000	30000	8.000	13000	
NPM Coliformes fecais/100ml	3000	5000	14000	13000	14000	50000	80000	80000	220	30	1300	800	500	2300	800	230	
3. Análise cromatográfica **																	
Aldrin	ND			ND			ND	ND									
Clordano	ND			ND			ND	ND									
DDD (TDE)	ND			ND			ND	ND									
DDE	ND			ND			ND	ND									
DDT	ND			ND			ND	ND									
Dieldrin	ND			ND			ND	ND									
Endosulfan	ND			ND			ND	ND									
Endrin	ND			ND			ND	ND									
Heptacloro	ND			ND			ND	ND									
Lindano (BHC)	ND			ND			ND	ND									
Metoxicloro	ND			ND			ND	ND									
Mirex	ND			ND			ND	ND									
Toxafeno	ND			ND			ND	ND									

* Análises efetuadas nos Laboratórios da CASAN/Pilões

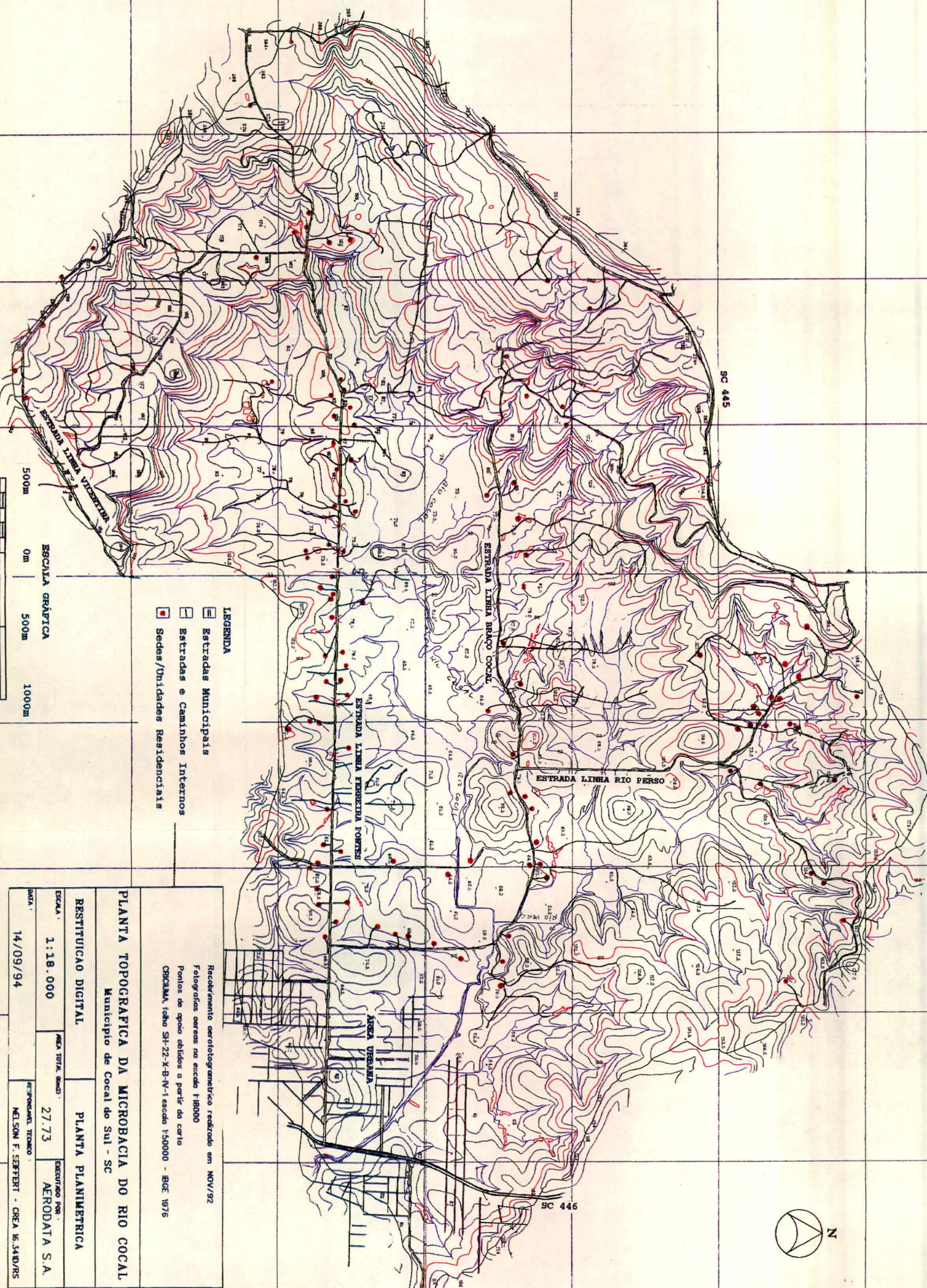
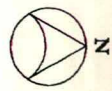
** Análises efetuadas na SANEPAR/Curitiba/Pr

*** Padrão de água doce, classe I/CONAMA e Ministério da Saúde

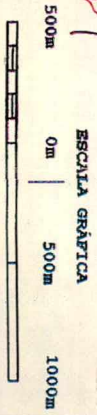
4.1.1.7 - Mapa da malha viária e sedes de parcelas ou unidades residenciais

Os tipos de estradas que ocorrem na área rural foram em geral construídos no passado para suportar níveis de tráfego baixos a moderados, tendo em vista suprir acesso às propriedades rurais, transporte de insumos e produtos e movimentação de máquinas agrícolas. Os caminhos internos às propriedades suprem acesso aos espaços dedicados a atividades de uso da terra como culturas anuais, reflorestamento, manejo de áreas de pastejo, mineração, lazer e novos caminhos são abertos freqüentemente para dar acesso a áreas que estão sendo incorporadas à atividades econômicas.

A construção e uso de estradas e caminhos resultam em grande alteração na paisagem que atravessam e quando inadequadamente construídas e impropriamente mantidas são uma das principais causas de erosão e sedimentação. Erros na locação de estradas e a erosão resultante exercem um grande impacto sobre os recursos naturais e podem resultar em sérias perdas econômicas pelo assoreamento de canais da rede de drenagem, degradação da qualidade da água, destruição de pontes e do leito de estradas, assoreamento de barragens e dano à propriedade (FAO 1989 a, Carver 1988). O padrão da rede da malha viária, Figura 4.14, irá governar todo o espaço territorial e sua construção introduz uma forte fator de perturbação ambiental na microbacia. Segundo a FAO (1989 a) o padrão viário que apresentar a menor densidade de estradas/caminhos por unidade de área e que assegurar distâncias mínimas de transporte, representa o modelo ótimo para ser implantado. O comprimento total de estradas e caminhos por unidade de área é denominado de “densidade da malha viária” e os níveis de erosão estão diretamente relacionados a área ocupada por seus leitos, Figura 4.15. Uma malha viária de aproximadamente 30 a 40 m/ha, é considerada ótima para a maioria dos propósitos de manejo na área rural (Amimoto 1978 citado por FAO 1989 a). Por outro lado um processo de reordenação do uso do espaço rural, além da reaglutinação de parcelas de dimensões economicamente pouco viáveis, assume também a superposição de caminhos em torno da adequação do espaço físico, para um modo de uso da terra sustentável. Neste caso a redução da malha viária e a realocação de caminhos para minimizar a erosão e custos de transporte, em região onde predominam pequenas propriedades, é uma prioridade do planejamento do desenvolvimento rural e reforma agrária (Baden



- LEGENDA**
- Estradas Municipais
 - Estradas e Caminhos Internos
 - Sedes/Unidades Residenciais



PLANTA TOPOGRAFICA DA MICROBACIA DO RIO COCAL
Município de Cocal do Sul - SC

Recebimento aerofotogramétrico reduzido em NOV/92
Fotografias aereas na escala 1:8000
Pontos de apoio obtidos a partir do carto
OROCUMA, folha SH-22-X-B-N-1-escala 1:50000 - BGE 1976

RESTITUICAO DIGITAL		PLANTA PLANIMETRICA	
ESCALA	1:18.000	AREA TOTAL (m²)	27.73
DATA	14/09/94	EXECUTADO POR	AERODATA S.A.
		PROFISIAO/TÉCNICO	NELSON F. SEFFERT - CREA 6.348/R5

Produção sedimentos

em m³/ano

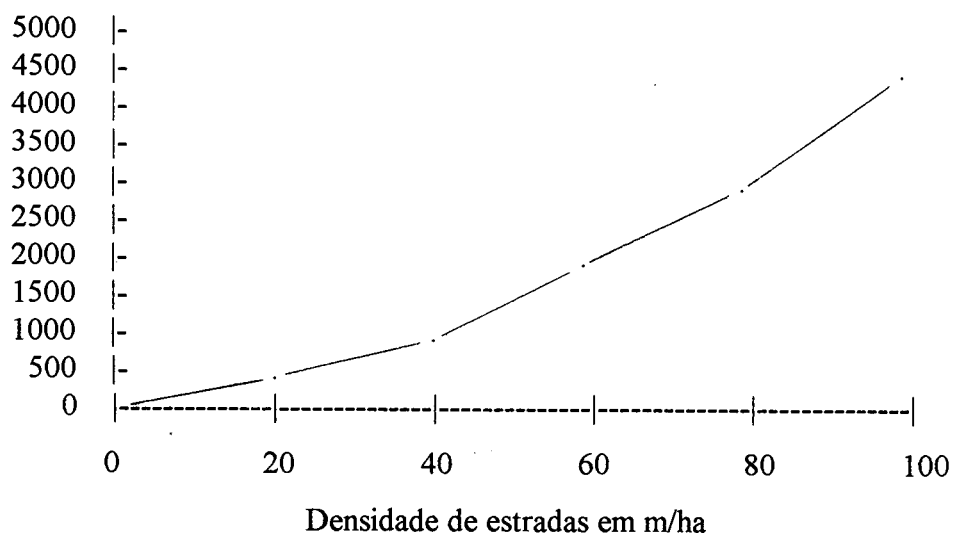


FIGURA 4.15 - Produção de sedimentos e sua relação à densidade da malha viária (FAO 1989 a)

Württemberg Ministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Umwelt 1979).

O mapeamento da malha viária efetuado na microbacia teve o propósito de caracterizar a densidade da malha viária e avaliar a sua locação detalhada, Figura 4.14, Tabela 4.13, com o objetivo de orientar o seu replanejamento, manutenção e subsidiar futuras obras de engenharia, implantação de novas estradas e caminhos internos.

Os dados levantados indicam , que até o presente a densidade da malha existente (22,2m/ha) situa-se dentro dos limites considerados ótimos (Amimoto 1978 citado por FAO 1989^a), para a maioria das glebas na área rural, mas que mesmo nesta condição, ainda é responsável por níveis de produção de sedimentos acima de 500m³/ha/ano na área da microbacia ,Tabela 4.13. Cabe ainda ressaltar, que nas áreas declivosas via de regra, os caminhos internos encontram-se locados de forma a maximizar o efeito erosivo das chuvas.

TABELA 4.13 - Características da malha viária da microbacia do Rio Cocal

Tipo de via de acesso	Número	Comprimento em (m)	Densidade da malha viária (m / ha)
Número propriedades servidas pela malha	114		
Estradas Municipais		25.092	9.0
Estradas Secundárias e caminhos internos		36.540	13.1
Total	114	61.632	22.2

4.1.1.8 - Mapa da subdivisão territorial

De acordo com Loch (1993), Dale & Mclaughlin (1990), e Blachut (1979), os mapas cadastrais tem-se mostrado uma base científica segura para o registro detalhado das relações humanas ligadas ao uso da terra. O mapeamento de glebas, Figura 4.16 e sua integração com os dados do mapeamento da malha viária e das sedes das parcelas, Figura 4.14, representou um primeiro passo na direção de um levantamento cadastral multifinalitário, que deverá ser utilizado como instrumento para orientar um programa de regularização fundiária e de reordenação, a longo prazo, do uso do espaço rural, com repercussões na área jurídica e fiscal (Dale & Mclaughlin 1990).

A estrutura da ocupação espacial tem fortes reflexos sobre as funções econômicas, ambientais e sociais do espaço territorial. Por esta razão, o replanejamento da estrutura fundiária tem por objetivo verificar as possibilidades de desenvolvimento rural, formulando novas alternativas para uso do espaço, buscando inseri-lo dentro da estrutura econômica regional e extruturado através de unidades de produção econômica e ambientalmente viáveis. As demandas atuais de planejamento da estrutura rural e ordenação espacial dos campos, precisa buscar adaptar-se a uma nova política de estrutura agrária, econômica e ambientalmente sustentável. A racionalização da produção é um imperativo para a manutenção de uma atividade rural econômica competitiva e indica ter precedência sobre a dimensão da parcela rural. deve orientar um processo de readequação do tamanho da unidade produtiva conforme já realizado em

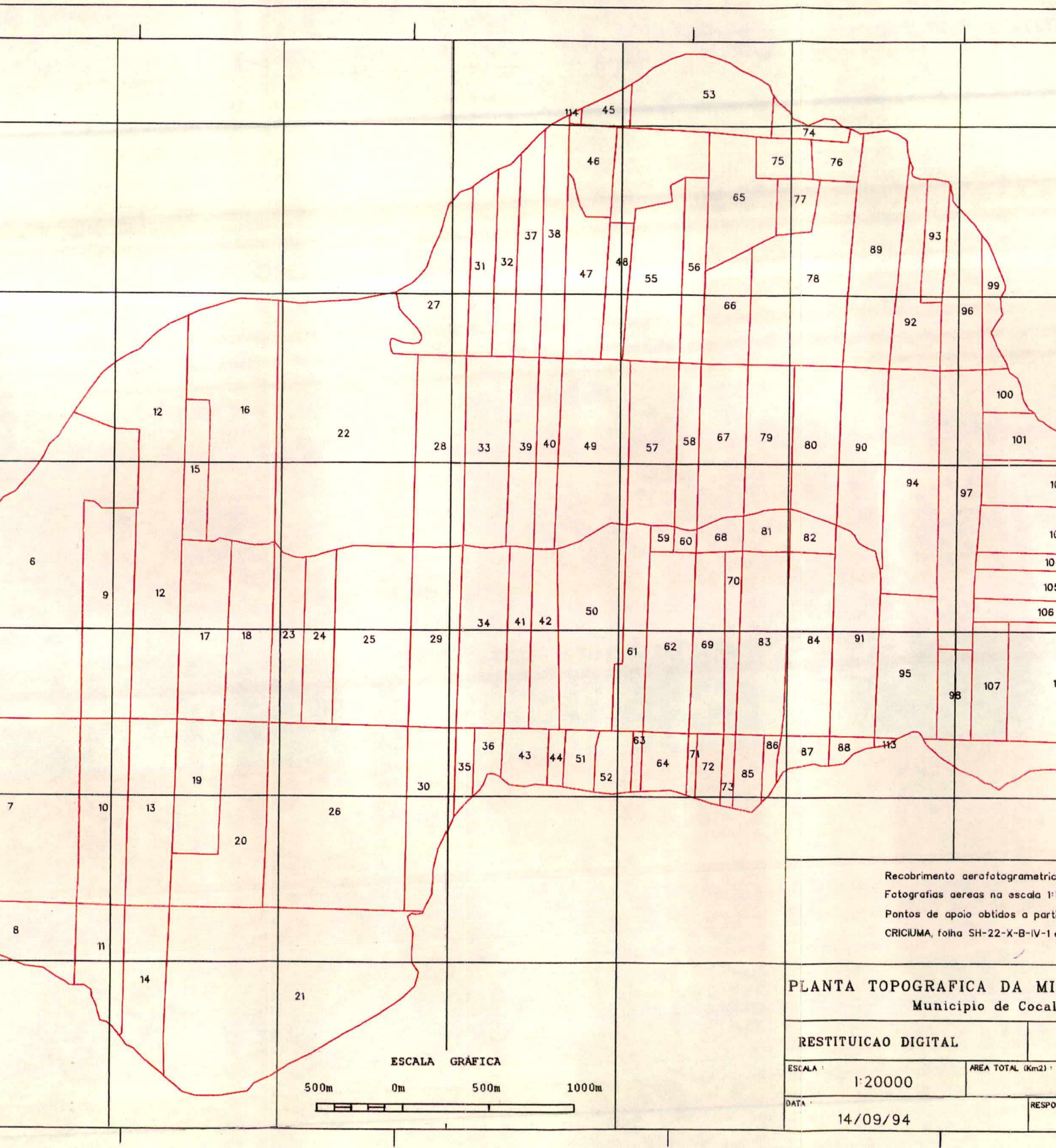


FIGURA 4.16 - Mapa da Subdivisão Territorial da Área da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC

países desenvolvidos. Mesmo porque, atualmente novas exigências como a manutenção da força de trabalho rural, a proteção da natureza, o tratamento e a recomposição da fisionomia rural e a proteção da água são objetivos complementares à agricultura e que são incorporados como prioridades do planejamento do desenvolvimento rural. Buscam ajustar as atividades produtivas para todas as funções do espaço territorial e adequar-se à verdadeira vocação do uso social da terra e da perspectiva de desenvolvimento sustentável.

O padrão de subdivisão territorial levantado na microbacia, Figura 4.16, Tabela 4.14, indicou um critério de parcelamento baseado em polígonos retangulares, que apresentam em geral um formato com testada de 100/300m, voltada para a estrada municipal de acesso, localizada no vale e com divisas entre parcelas em torno de 1.000m de comprimento na direção dos divisores de águas. Este critério esteve baseado em razões comerciais (colônias de 20ha) e não levou em consideração a adequação da unidade de produção aos recursos ambientais existentes, especialmente a topografia, solo e água e muito menos à aptidão de uso da terra.

Excluída a fração da área da microbacia que vem sendo ocupada a Leste pela expansão urbana (glebas 108, 109), o que não foi levada em consideração nesta análise é possível verificar uma concentração das parcelas (52,6%) nos estratos de área inferiores a 20,0 ha, Tabela 4.14. Isto no entanto, está condicionado pelo fato de que as glebas situadas a Sul e Leste estão em parte seccionadas pelo divisor de águas da microbacia.

TABELA 4.14 - Dados de Glebas Individuais da Microbacia do Rio Cocal

Gleba N°	%	ha	Gleba N°	%	ha	Gleba N°	%	ha
1	1.08	29.80	41	0.56	15.51	81	0.25	6.96
2	0.88	24.31	42	0.64	17.76	82	0.21	5.92
3	1.50	41.65	43	0.32	8.82	83	1.11	30.81
4	0.50	13.76	44	0.12	3.41	84	1.10	30.34
5	0.44	12.27	45	0.18	5.07	85	0.28	7.75
6	3.82	105.61	46	0.47	13.01	86	0.11	3.01
7	3.16	87.37	47	0.77	21.43	87	0.21	5.92
8	0.96	26.46	48	0.39	10.72	88	0.11	3.02
9	1.39	38.50	49	1.56	43.17	89	1.43	39.62
10	1.14	31.68	50	1.57	43.52	90	1.04	28.69
11	0.63	17.50	51	0.23	6.45	91	1.16	32.15
12	2.73	75.69	52	0.29	8.04	92	0.77	21.22
13	1.11	30.64	53	1.18	32.68	93	0.35	9.60
14	0.83	23.03	54	0.84	23.29	94	1.55	42.95
15	0.43	11.97	55	1.11	30.59	95	1.08	29.94
16	2.33	64.48	56	0.53	14.74	96	0.78	21.46
17	1.11	30.81	57	1.00	27.79	97	1.41	39.15
18	1.04	28.69	58	0.47	13.05	98	0.41	11.24
19	0.79	22.00	59	0.07	1.99	99	0.25	7.01
20	1.45	40.02	60	0.07	1.86	100	0.21	5.86
21	4.76	131.68	61	0.68	18.88	101	0.55	15.14
22	4.40	121.81	62	1.09	30.25	102	0.98	27.20
23	0.69	19.19	63	0.08	2.28	103	1.09	30.25
24	0.67	18.58	64	0.34	9.29	104	0.40	11.11
25	1.76	48.66	65	0.90	24.89	105	0.66	18.32
26	3.34	92.52	66	0.63	17.41	106	0.44	12.23
27	0.94	25.88	67	0.91	25.15	107	0.54	14.95
28	1.18	32.76	68	0.18	4.97	108	1.62	44.94
29	1.11	30.68	69	0.73	20.27	109	1.67	46.30
30	0.93	25.80	70	0.36	9.98	110	0.65	18.02
31	0.56	15.47	71	0.07	1.90	111	0.15	4.23
32	0.55	15.09	72	0.22	6.22	112	0.69	19.05
33	1.04	28.91	73	0.11	2.93	113	0.02	0.49
34	1.12	31.03	74	0.21	5.88	114	0.01	0.40
35	0.17	4.82	75	0.29	8.04			
36	0.18	4.98	76	0.26	7.09			
37	0.68	18.86	77	0.27	7.35			
38	0.71	19.61	78	1.90	52.46			
39	0.65	18.11	79	0.86	23.81			
40	0.54	15.08	80	0.91	25.28			
Total							100.00	2.768.18

4.1.1.9 - Mapa de uso atual da terra

O levantamento do uso atual é um dos componentes de investigação do manejo integrado dos recursos da terra e supre uma base para comparação entre a forma atual de uso e a sua forma de produtividade potencial, que é determinada pelos dados de levantamento de solos, recursos hídricos, declividade, entre outros (Shelton 1969).

O inventário do uso atual da terra em um nível de intensidade de detalhe (1:20.000), além de caracterizar a economia de produção da microbacia como um todo, oferece a possibilidade de quantificar as atividades sobre a base dos recursos, a nível de gleba individual ou seja de microeconomia, Figura 4.17.

A utilidade do mapeamento do uso atual e de aptidão de uso da terra, cresce diretamente com a precisão do levantamento e a possibilidade de sua aplicação a nível de fazenda. O levantamento sobre o estado da superfície e sua cobertura vegetal efetuado no presente trabalho foi um levantamento que referiu-se apenas a uma época do ano (novembro 1992), suprimindo uma base limitada de dados para comparação, porque evidencia apenas aquelas práticas que apresentam manifestação visual no período da Primavera de 1992. Práticas de manejo dos recursos da terra importantes como fertilização, rotação de cultivos, mecanização, irrigação, número de colheitas anuais, previsão de safra, manejo de pastagens, práticas de criação e manejo florestal, não podem ser avaliadas apenas por um imageamento pontual e para serem melhor quantificadas, necessitariam de uma forma de imageamento sistemático, pelo menos uma vez a cada estação do ano.

As áreas cujo solo foi mobilizado na época do imageamento envolvem culturas anuais de verão, entre as quais são observadas áreas localizadas em locais declivosos, que indicam práticas de uso da terra inadequadas. Pelas limitações que oferece, o mapa de uso atual obtido representou uma ferramenta analítica preliminar, que pode ser considerada como útil para uma fase de reconhecimento. Quando associado aos demais levantamentos, como solos, aptidão de uso e recursos hídricos possibilita uma análise mais detalhada para o manejo dos recursos ambientais e pode responder à perguntas importantes tais como:

- i) - O uso da terra é compatível com o potencial dos recursos disponíveis?
- ii) - As práticas em uso empregam tecnologia apropriada para a área?

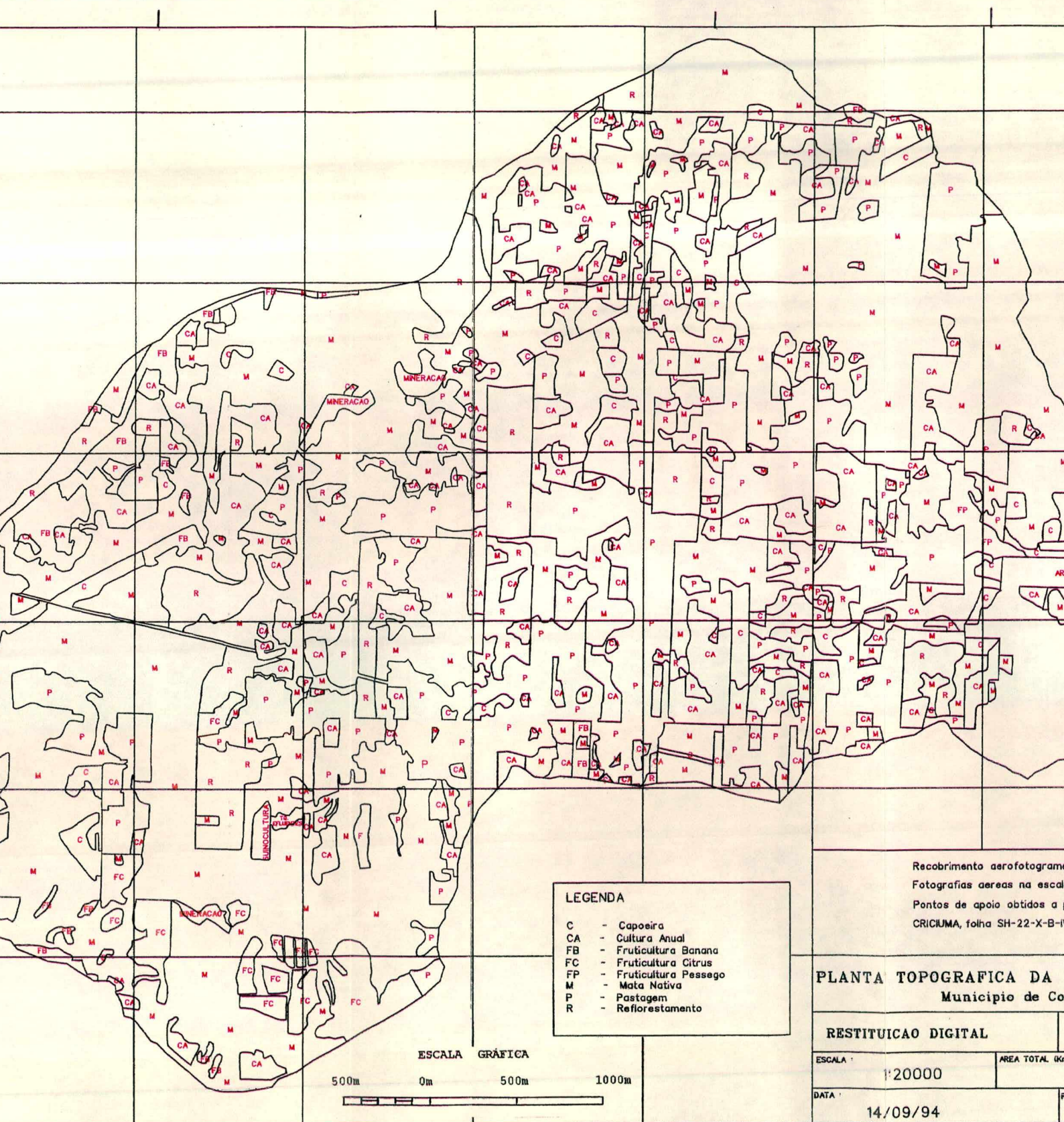


FIGURA 4.17 - Mapa de Uso Atual da Terra da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC em Novembro 1992

iii) - O uso atual oferece aos proprietários os maiores benefícios possíveis?

iv) - O uso atual e as práticas de manejo adotadas asseguram uma produção dos recursos sustentável?

v) - O uso atual contribui para a estabilidade e o desenvolvimento da economia local/regional?

A análise do mapa de uso atual obtido, Figura 4.17 indicou as características de ocupação que constam da Tabela 4.15

TABELA 4.15 - Características do uso atual da terra na microbacia do Rio Cocal em Novembro 1992

Classe de Uso	Área (ha)	%
1 - Capoeira	84,37	3,05
2 - Cultura Anual	306,37	11,07
3 - Banana	107,42	3,88
4 - Citrus	63,71	2,30
5 - Pêssego	13,22	0,48
6 - Mata Nativa	1.262,16	45,61
7 - Pastagem	576,46	20,83
8 - Reflorestamento	203,15	7,34
9 - Mineração	12,79	0,46
10 - Suinocultura	4,88	0,18
11 - Expansão Urbana	132,58	4,79
Total	2.767,11	100,00

4.1.1.10 - Mapeamento de glebas individuais

A escala de mapeamento adotada (1:20.000) possibilitou um nível de resolução de 4 m no terreno (0,2mm no mapa), suficiente para que fosse efetuada uma análise da base dos recursos disponíveis a nível de parcela rural, que em média na microbacia situa-se em torno de 20 ha. Para exemplificação foi adotada a gleba 10, Figura 4.16 e alguns

mapas descritivos gerados pelo SIG/SPANS estão representados pelo mapa de formação geológica, Figura 4.18, mapa de solos, Figura 4.19, mapa de declividade, Figura 4.20 e mapa de uso atual da terra, Figura 21. A gleba 10 foi tomada como unidade de demonstração da efetividade do processo de análise, por suas características de localização topográfica e heterogeneidade de uso dos recursos da terra apresentados.

O mapa da formação geológica e de solos indica para a gleba 10 as seguintes características, Tabela 4.16

TABELA 4.16 - Características espaciais da geologia e dos solos da Gleba 10

Estratos geológicos			Solos derivados		
Formação	Área ha	%	Série	Área ha	%
Palermo	11.02	34.79	L.Muller	11.02	34.79
Rio Bonito	19.04	60.47	Cocal	19.04	60.47
Sedimentos recentes	1.60	4.74	Cerâmica	1.60	4.74
Total	31.66	100.00		31.66	100.00

O mapa de declividade, Figura 4.20, Tabela 4.17, indica uma condição topográfica com relevo bastante heterogêneo e pouco apropriado à agricultura anual, porque sua área está situada em grande parte (72,04%) em terreno com declividade acentuada, apresentando elevado risco de erosão (relevo ondulado 40,79%, + relevo forte ondulado 19,24 %, + relevo montanhoso 12,01%).

TABELA 4.17 - Características de declividade da área da Gleba 10

Classes de declividade		Área	
%	Relevo	ha	%
0 - 3 %	Plano	7.00	22.10
3 - 8 %	Suave ondulado	1.59	5.05
8 - 20 %	Ondulado	12.92	40.79
20 - 45 %	Forte ondulado	6.09	19.24
45 - 75 %	Montanhoso	3.80	12.01
> 75 %	Escarpado	0,26	0.81
Total		31.66	100,0

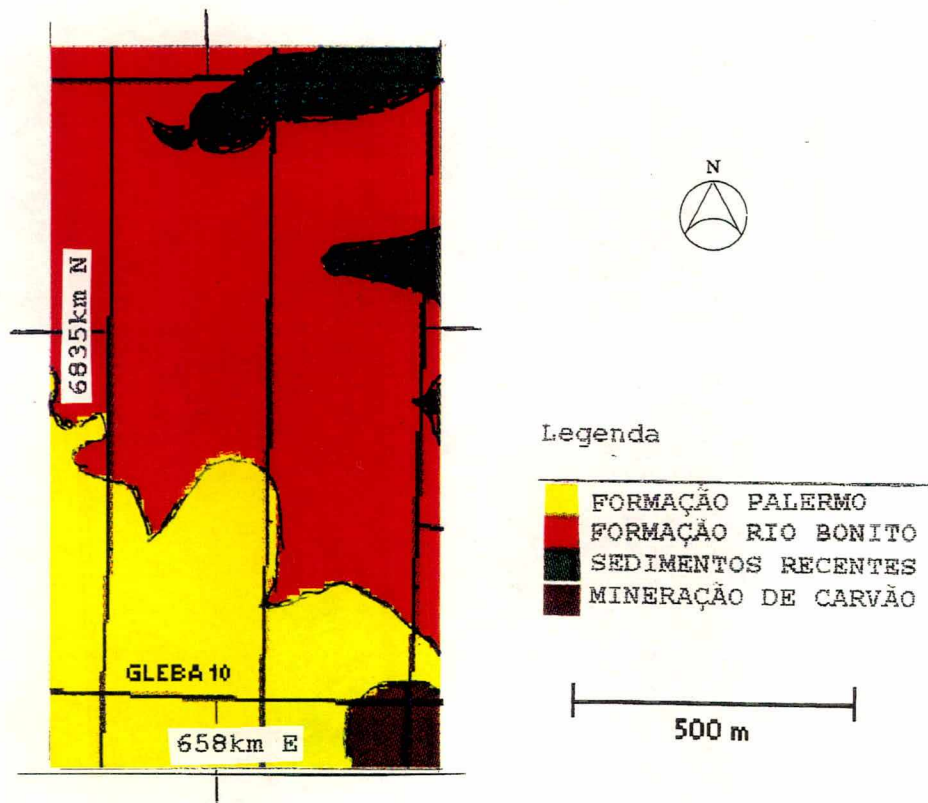


FIGURA 4.18 - Mapa da Formação Geológica da Gleba 10

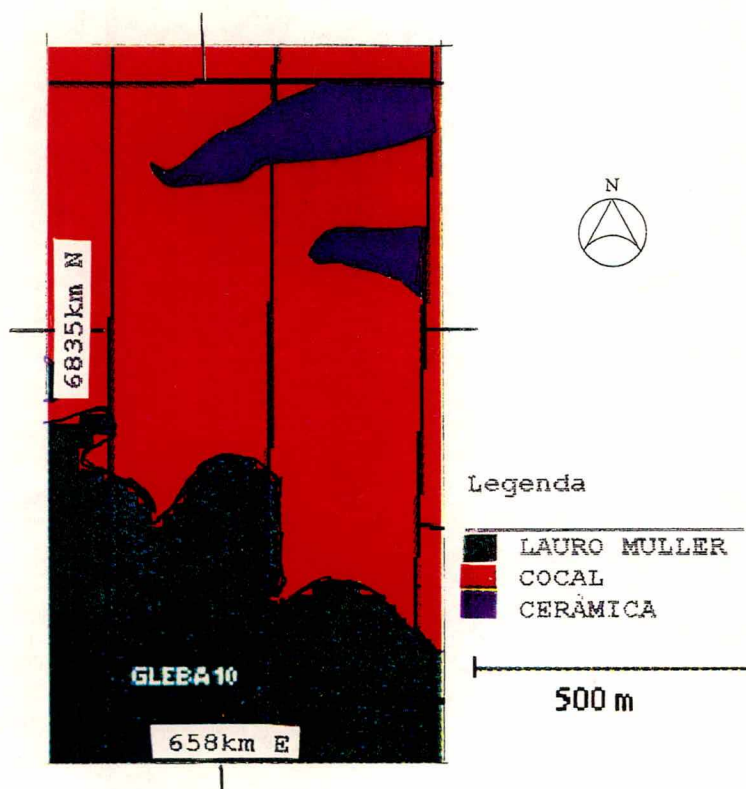


FIGURA 4.19 - Mapa de Solos da Gleba 10

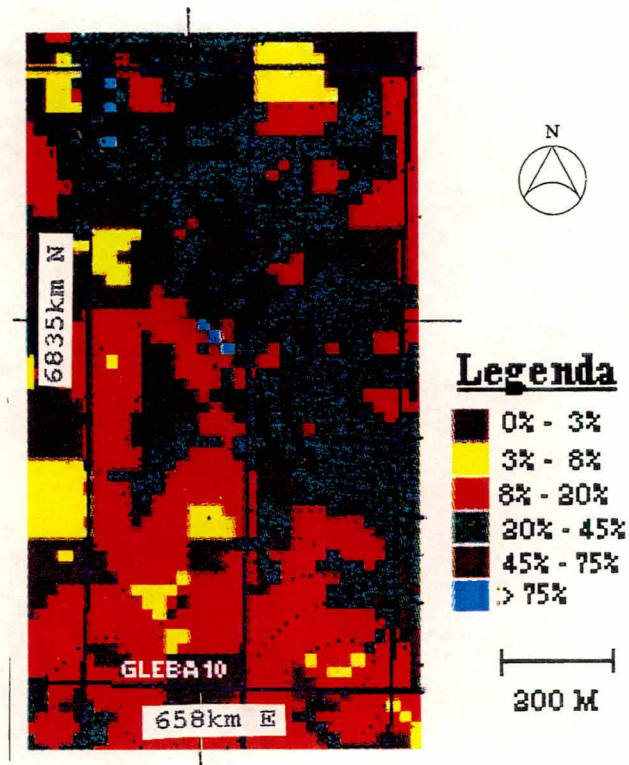


FIGURA 4.20 - Mapa de Declividade da Gleba 10

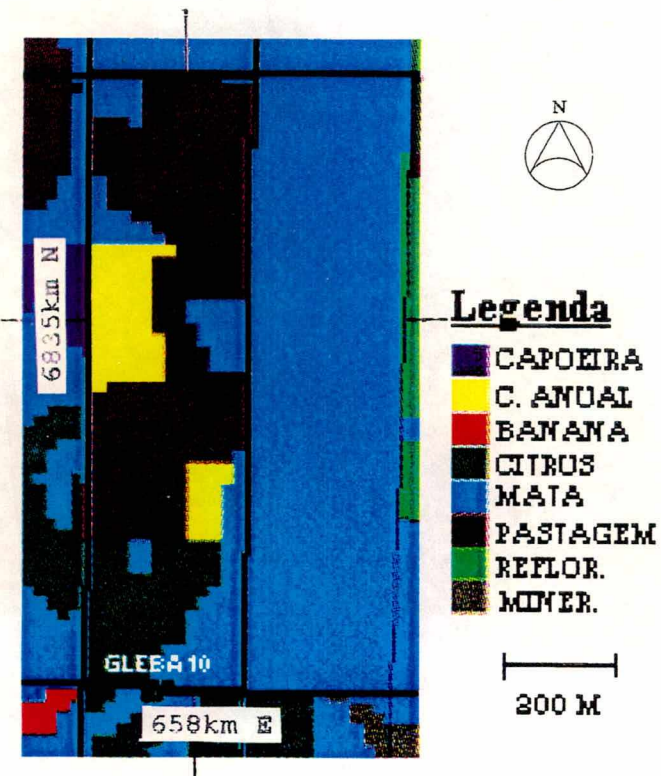


FIGURA 4.21 - Mapa de Uso Atual da Terra da Gleba 10

O mapa de uso atual da terra, Figura 4.21, possibilita observar a ocorrência de uma área 3,89 ha de culturas anuais sobre solo Cocal fortemente suscetível à erosão, tanto em terreno ondulado como forte ondulado, Tabela 4.18

TABELA 4.18 - Características do Uso Atual da terra verificadas na Gleba 10 em Novembro 1992

Classe de uso	Área (ha)	%
Capoeira	0,00	0.00
Cultura anual	3,89	12.28
Banana	0,00	0.00
Citrus	4,92	15.54
Mata	6,65	21.01
Pastagem	16,20	51.16
Reflorestamento	0,0	0.00
Mineração	0,00	0.00
Total	31,66	100.00

Obs: Dados obtidos a partir do SIG/SPANS

A quantificação e a locação de atividades do uso da terra obtidas pelo mapeamento, representam um conjunto de informações de grande valor e indispensáveis na aplicação de programas de Extensão Rural, reordenação do uso da terra e implementação de práticas de conservação do solo e da água a nível de propriedade rural (Macnish 1990, 1992).

O mapeamento e as análises efetuadas podem ser realizadas para cada uma das 114 glebas da microbacia sendo esta operação bastante facilitada pelo SIG/SPANS. É no entanto possível também a sua obtenção por ampliação gráfica, uso de planímetro e cálculos convencionais sobre os mapas gráficos (Intera Tydac 1991).

4.1.1.11- Monitoramento ambiental através imagens orbitais SPOT

A tentativa de utilização de imagens do satélite SPOT, efetuada no Institut Für Photogrammetrie Und Fernerkundung, Universität Karlsruhe na Alemanha, como alternativa ao emprego de fotografias aéreas possibilitou evidenciar os seguintes aspectos:

i) - Obtenção de imagens orbitais da área de estudo

A aquisição de imagens mostrou-se problemática ao pesquisador e portanto limitou sua aplicação ao monitoramento ambiental, uma vez que seria desejável acesso facilitada ao público usuário destinatário da presente pesquisa, representado por técnicos e autoridades ambientais municipais.

Mesmo tendo acionado os representantes comerciais das imagens SPOT no Brasil (Esca - Distribuidora de Produtos e Serviços, Quadricom Comércio e Representações) e na área oficial, o INPE, na França em Toulouse o Northern Europe Spot Sales Manager e na Alemanha em Munich o GAF - Gesellschaft Angewandte Fernerkundung, foi somente possível acessar imagens de épocas e datas inapropriadas (1987/88) ao trabalho em andamento, que visava dispor de um sistema de imageamento que oferecesse dados temporais atualizados e sistemáticos, como pressuposto básico para sua adoção.

ii) - Inadequação das imagens SPOT para mapeamento topográfico 1:25.000

Além da dificuldade de obtenção de imagens temporais sistemáticas sobre o território pesquisado, a principal limitação foi a constatação, de que apesar de informações indicativas dos fornecedores, as imagens SPOT mostraram ser inadequadas para obtenção de mapas planialtimétricos na escala 1:25.000 e particularmente a obtenção de mapas altimétricos, que apresentem curvas de nível com cotas espaçadas de 10m entre si, necessárias ao levantamento dos recursos a nível local.

Segundo Ajaayi (1993), a precisão geométrica que pode ser alcançada por imagens SPOT está limitada para cartas topográficas a níveis de escala 1:100.000 ou menores. Mesmo o mapeamento temático, como cobertura vegetal na escala 1:50.000, apresentou deficiências de precisão, segundo a autor.

A constatação destas restrições, levou a enfatizar novamente o imageamento aéreo e uso de fotografias aéreas em escalas convenientes como o

instrumento tecnológico atualmente disponível para o mapeamento municipal (1:25.000 ou maior), bem como serem propostas alternativas para o barateamento desta tecnologia (Seiffert & Bähr 1995, Revista Brasileira de Cartografia, prelo).

4.1.2 - Aquisição de dados sobre estatísticas econômico ambientais descritivas

As estatísticas econômico ambientais buscaram demonstrar quais recursos da microbacia, através da atividade de produção e consumo são desgastados, depreciados ou perturbados, originadas de dados geopolíticos, demográficos e dados da economia local e regional.

4.1.2.1 - Dados geopolíticos e demográficos

A microbacia do Rio Cocal encontra-se situada entre as coordenadas 28°34' e 28°37' Latitude Sul e 49°19' a 49°24' Longitude Oeste, com superfície de 27,73 km². Faz parte do Município de Cocal do Sul que apresenta 80,198 km², Figura 4.6 e da Microrregião Econômica de Criciúma, Figura 4.22. A Microrregião foi colonizada por imigrantes italianos, alemães e poloneses e contou também com influência negra e portuguesa e recentemente árabe. A população tanto na Microrregião (80,55%), como no Município de Cocal do Sul (78%) concentra-se nas áreas urbanas e apresenta uma densidade demográfica de 121,19 habitantes/km² e 150,8 habitantes/km² respectivamente, sendo o Município de Criciúma (160.000 habitantes) o mais populoso, Tabela 4.19.

TABELA 4.19 - Dados demográficos da Microrregião de Criciúma, Município de Cocal do Sul e da Microbacia do Rio Cocal

Região	População Habitantes	%	Urbana %	Rural %	Densidade Hab/km ²
Santa Catarina	4.541.994 (1995)*	100.00	67.04	32.96	45.83
Microrregião					
Criciúma	256.325 (1989)	5,86	80,55	19,45	121,19
Município Cocal do Sul	12.097 (1993)**	0,27	78,0	22,0	150,8
Microbacia Rio Cocal	582 (1993)***	0.01	0.0	100.0	20.9

Fonte: * Instituto CEPA(1995) ** IBGE (SEPLAN, 1989) *** Censo 1993

O Município de Cocal do Sul inicialmente denominado Rio Cocal emancipou-se de Urussanga em 1991. A sua colonização foi efetuada por imigrantes italianos por volta de 1880, cujas primeiras famílias originaram-se da Região de Veneto. Em 1890 juntaram-se a colônia imigrantes poloneses.

Foram cadastradas em 1993, 3.215 famílias em todo o município, das quais 71,4% residem na cidade há mais de 6 anos. O tamanho médio da família é composto por 3,7 pessoas e a maior concentração de indivíduos ocorre na faixa de 5 a 9 anos de idade (15,2%). As faixas etárias de 15 a 19 anos e 20 a 24 anos mostram-se reduzidas, refletindo um processo migratório para fora do município. O grupo de crianças (0 a 14 anos) perfaz 33,9% da população e as mulheres em idade fértil representam 25,7% do agrupamento humano.

A escolaridade do “cabeça de casal” (pai ou mãe responsável pelo sustento) é baixa. 52,1% somente possuem o primário e 5,16% são analfabetos. Apenas 3,4% da população possui o segundo grau.

A renda familiar de 72% das famílias, situa-se entre 1 a 4 salários mínimos, Tabela 4.20.

TABELA 4.20 - Dados da renda familiar do Município de Cocal do Sul

Faixa de Renda em Salários Mínimos	Número de famílias	%
1 a 2	1.059	33
3 a 4	1.247	39
5 a 6	577	18
> 7	332	10
Total	3.215	100

Fonte : Censo Sócio Econômico Município de Cocal do Sul, 1993

Na faixa etária produtiva (15 a 54 anos), 81,8% dos homens e 33,7% das mulheres possuem trabalho. Dados sobre a profissão indicam que 59,9% dos homens são apenas empregados braçais, 6,7 estão desempregados, 16% trabalham por conta própria e 5,0% são patrões. A maioria das famílias (77%) possui casa própria.

Em termos de saneamento básico, o abastecimento de água tratada através de rede pública atinge 87% da população enquanto 12,9% utiliza água de poço. Na zona rural, 90% da população abastece-se de poços e 2% de vertentes. A rede de esgoto

atinge somente 39,8% das famílias e a fossa e sumidouro são adotadas em 44,6% dos domicílios, enquanto que 11,7% das residências efetuam a descarga de águas servidas em valas, a céu aberto e 3,5% canalizam o esgoto para o rio ou banhado. No meio rural, a maioria das residências (42%) utiliza fossa, 34% utiliza fossa mais sumidouro, 9% lança o esgoto em valas e 2% em banhado ou rio.

A coleta de lixo atinge 95% das famílias da zona urbana e 17% das residências do meio rural. A queima de lixo é o método mais usado no meio rural.

Na área da microbacia os dados demográficos e alguns indicadores econômicos associados são observados na Tabela 4.21.

TABELA 4.21 - Dados demográficos e de renda familiar da população da microbacia do Rio Cocal

Setor	Número de famílias	Número de Pessoas	% município	Renda/Salários Mínimos			
				1 a 2 %	3 a 4 %	5 a 6 %	> 7 %
Linha F. Ponte	60	240	1,8	38	42	18	2
Linha Braço Cocal/Persono	81	324	3,0	40	39	15	6
Totais	141	564	4,8				

Fonte : Censo Sócio Econômico de Cocal do Sul, 1993

4.1.2.2 - Dados econômicos

Os dados estatísticos são relacionados abordando-se seqüencialmente a microrregião, o município e a microbacia.

4.1.2.2.1 - Microrregião de Criciúma

A economia está voltada predominantemente para o setor secundário. O parque industrial inicialmente estruturado para a indústria da mineração de carvão, atualmente mostra-se diversificado para a cerâmica, vestuário e calçados. A cidade de Criciúma é o centro econômico e social da microrregião, possui um parque industrial de 909

indústrias, sendo o principal fornecedor de bens e serviços. As atividades ligadas ao setor industrial de carvão e cerâmica apresentam destaque e seguem-se por ordem de importância econômica, os municípios de Urussanga, Lauro Muller e Siderópolis (Santa Catarina 1991b).

O setor carbonífero desde a década de oitenta encontra-se em crise com repercussões no fechamento de minas e desemprego, tentando reabilitar-se através da ampliação da geração de energia termelétrica, existindo estudos da Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina, para a construção de usinas na região. A indústria carbonífera regional está constituída por sete empresas, seis das quais localizadas em Criciúma (Carbonífera Metropolitana, Carbonífera Treviso, CBCA-Cia.Brasileira Carbonífera Araranguá, Cia. Carbonífera Catarinense, CCU-Cia Carbonífera Urussanga e Nova Próspera Mineração S.A.).

O setor da indústria cerâmica do Sul do Brasil, representado pela Associação Nacional de Cerâmica para Revestimentos (ANFACER) compreende 53 empresas cerâmicas, responsáveis por um faturamento de US\$ 1,2 bilhão, equivalente em 1994 a 82% do total faturado pelo setor no Brasil. Deste total 16 empresas são filiadas ao Sindicato das Indústrias Cerâmicas de Criciúma e região, sendo responsável por 5.261 empregos diretos e faturamento total de US\$ 325,813 milhões. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de revestimentos cerâmicos (1º China, 2º Italia), e também o segundo maior consumidor mundial. As exportações no entanto, ocupam apenas uma fatia inexpressiva de 1% do total exportado a nível mundial. A vitalidade do setor está ligada ao dinamismo e expansão da construção civil no mercado interno.

O setor do vestuário na microrregião é basicamente formado por pequenas microempresas, espalhadas principalmente no Município de Criciúma. O setor de turismo vem expandindo-se promovido pelo incentivo de programas de profissionalização, cujo objetivo tem sido a geração de empregos e renda, utilizando o potencial turístico da região de colonização italiana, sua competência artesanal na área de fruticultura, gastronomia, associada à paisagem regional e ao circuito turístico da área litorânea e Serra do Rio do Rastro.

Os dados econômicos ligados aos meios de produção da área rural indicam que a Microrregião de Criciúma apresenta 2,86% do total de estabelecimentos dedicados a atividade agrícola do Estado, apresenta 5,21% dos estabelecimentos que usam irrigação,

possue 3,24% da frota de tratores. É possível verificar ainda, que dispõe de apenas 0,45% do total de estabelecimentos do Estado que adotam práticas de conservação do solo, Tabela 4.22.

TABELA 4.22 - Dados econômicos ligados aos meios de produção da agricultura da Microrregião de Criciúma

Indicadores	Santa Catarina	Microrregião Criciúma	%
População - habitantes (1995)	4.916.000	256.325	5.2
Número consumidores de energia elétrica	1.391.688	88.600	6.36
Número consumidores de energia elétrica rural	221.035	10.990	5.18
Capacidade estática armazenagem - toneladas			
Total	2.729.237	77.895	2.85
Granel	1.601.678	50.059	3.12
Indicadores tecnológicos - Nº de estabelecimentos			
Dedicados atividade agrícola	234.973	6.730	286
Utilizam irrigação	11.104	579	5.21
Utilizam fertilizantes	195.936	6.127	3.12
Utilizam defensivos	201.707	6.127	3.03
Adotam práticas conservadoras do solo	61.612	278	0.45
Usam inseminação artificial	3.170	84	2.64
Adotam ordenha mecânica	714	20	2.80
Possuem trator	46.435	1.505	3.24
Utilizam arado tração animal	141.122	4.095	2.90
Utilizam arado tração mecânica	30.445	1.039	3.41
Utilizam máquinas no plantio	14.549	327	2.24
Utilizam máquinas na colheita	5.283	71	1.34

Fonte : ICEPA 1994, adaptado

O Valor Bruto da Produção agropecuária da microrregião, atinge 3,07% do total do Estado, apresentando-se por ordem de importância econômica o fumo, suínos, arroz, frangos, milho, banana, leite, feijão, como os principais produtos agrícolas obtidos, Tabela 4.23.

A produção florestal, Tabela 4.24 destina-se principalmente a produção de lenha (3,19% da produção estadual), e na produção de origem animal , Tabela 4.25, a

produção de mel de abelhas (25,24% da produção do Estado) ocupa destaque em relação às demais regiões.

TABELA 4.23 - Valor bruto da produção dos principais produtos agropecuários da Microrregião de Criciúma, US \$ 1000 (1993)

Produto	Santa Catarina	Microrregião de Criciúma	
	95.442,9 Km ² US \$	2.120 Km ² (2.2 %) US \$	%
Arroz	86.625	7.206	8,31
Batata	28.563	904	3,16
Cana de açúcar	8.365	275	3,28
Cebola	43.951	33	0,07
Feijão	111.099	2.794	2,51
Fumo	352.562	28.977	8,21
Mandioca	30.778	1.116	3,62
Milho	324.233	3.972	1,22
Tomate	14.719	123	0,83
Banana	33.891	3060	9,02
Uva	17.602	557	3,16
Ovinos	86.508	2.275	2,62
Suínos	350.208	7.561	2,15
Frangos	465.276	7.213	1,55
Leite	171.578	2.814	1,64
Mel de abelha	11.930	1.810	15,17
Sta. Catarina	2.297.721	70.690	3,07

Fonte : Instituto CEPA 1994, adaptado

TABELA 4.24 - Produção florestal da Microrregião de Criciúma

Produto	Santa Catarina	Microrregião Criciúma	
Carvão Vegetal	41.696 t	200 t	0,47 %
Lenha	7.970.354 m ³	254.831 m ³	3,19 %

Fonte : Instituto CEPA 1994, adaptado

TABELA 4.25 - Número de cabeças e produção de origem animal da Microrregião de Criciúma (1992)

Criação	Santa Catarina cab/Kg	Microrregião Criciúma	
		Cabeças	%
Rebanho bovino - cabeças	3.047.147	69.086	2.26
Rebanho leiteiro - vacas	614.542	13.954	2.27
Produção de leite - 1000 l	707.895	14.072	1.98
Rebanho Suíno - cabeças	3.417.586	65.423	1.91
Produção Mel - Kg	5.093.230	1.285.770	25.24

Fonte : Instituto CEPA 1994, adaptado

Os dados de produção e produtividade dos principais produtos agrícolas obtidos nos municípios da microrregião, Tabela 4.26, indicam uma grande variação entre os níveis de produtividade dos cultivos, e que o Município de Urussanga, ao qual pertencia Cocal do Sul até 1991, apresenta índices de produtividade acima da média dos municípios para batata inglesa, mandioca, tomate e uva..

4.1.2.2.2 - Município de Cocal do Sul

A principal força econômica do Município de Cocal do Sul é a indústria Cerâmica (Cerâmica Eliane), um dos maiores fabricantes de revestimentos cerâmicos do país, responsável por 90% da arrecadação de impostos locais. Boa parte de outras empresas de pequeno e médio portes instaladas no município estão ligadas à atividades de terceirização da cerâmica.

Dados da Prefeitura Municipal de Cocal do Sul de 1994, indicam uma população de 14.000 habitantes, 5.502 eleitores, a existência de 17 escolas, 47 indústrias e 178 casas comerciais. A atividade econômica ligada ao uso da terra no município está baseada na produção de arroz irrigado, batata inglesa, feijão, milho, banana, citrus, pêssego e madeira de eucaliptos. A produção animal está representada em pequena escala pela criação de bovinos mestiços, suínos e aves.

As atividades de mineração existentes estão ligadas a extração subterrânea de carvão mineral, efetuada pela penetração de túneis na região da microbacia, localizadas a Sudoeste do município.

TABELA 4.26 - Dados sobre a produção e produtividade agrícola de municípios da Microregião de Criciúma. Ano 1992.

Produto	Município	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade Média (Kg/ha)
Arroz irrigado	Criciúma	0,0	0,0	0,0
	Içara	850,0	3.832	4.520,0
	Lauro Muller	0,0	0,0	0,0
	Nova Veneza	5.000,00	30.000,0	6.000,0
	Siderópolis	28,0	140,0	5.000
	Urussanga	25,0	100,0	4.000
Total		5.903,00	34.065,0	4.875
Arroz sequeiro	Criciúma	50,0	62,0	1.240
	Içara	200,0	400,0	2.000
	Lauro Muller	80,0	112,0	1.400
	Nova Veneza	750,0	2.625,0	3.500
	Siderópolis	300,0	600,0	2.000
	Urussanga	100,0	150,0	1.500
Total		1.480,0	3.949,0	1.940
Batata inglesa 1 ° safra	Criciúma	60,0	750,0	12.500
	Içara	10,0	100,0	10.000
	Lauro Muller	35,0	189,0	5.400
	Nova Veneza	50,0	750,0	15.000
	Siderópolis	30,0	450,0	15.000
	Urussanga	20,0	300,0	15.000
Total		205,0	2.539,0	12.150
Batata inglesa 2 ° safra	Criciúma	100,0	1.000,0	10.000
	Içara	15,0	180,0	12.000
	Lauro Muller	10,0	75,0	7.500
	Nova Veneza	120,0	1.200,0	10.000
	Siderópolis	25,0	225,0	9.000
	Urussanga	40,0	400,0	10.000
Total		310,0	3.080,0	9.750
Cana de açúcar	Criciúma	70,0	4.900,0	70.000
	Içara	30,0	900,0	30.000
	Lauro Muller	25,0	1.000,0	40.000
	Nova Veneza	50,0	2.500,0	50.000
	Siderópolis	320,0	6.000,0	60.000
	Urussanga	120,0	6.600,0	55.000
Total		395,00	21.900,0	50.800
Feijão 1 ° Safra	Criciúma	200,0	180,0	900
	Içara	800,00	864,0	1.080
	Lauro Muller	100,0	72,0	720
	Nova Veneza	50,0	45,0	900
	Siderópolis	320,0	320,0	1.000
	Urussanga	120,0	72,0	600
Total		1.590,0	1.553,0	866,0
Feijão 2 ° Safra	Criciúma	700,0	434,0	620
	Içara	3.300,0	1.980,0	600
	Lauro Muller	500,0	360,0	720
	Nova Veneza	350,0	210,0	600
	Siderópolis	100,0	90,0	900
	Urussanga	350,0	245,0	700
Total		5.300	3.319,0	690,0

Fonte : Althof/EPAGRI/EEURUSSANGA, 1994, adaptado

TABELA 4.26 - Dados sobre a produção e produtividade agrícola de municípios da Microrregião de Criciúma, Ano 1992, continuação

Produto	Município	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade Média (Kg/ha)	
Fumo	Criciúma	850,0	1546,0	1.812	
	Içara	3.916,0	7.619,0	1.933	
	Lauro Muller	825,0	1.320,0	1.585	
	Nova Veneza	428,0	708,0	1.639	
	Siderópolis	88,0	148,0	1.663	
	Urussanga	908,0	1.591,0	1.733	
Total		7.015	12.932,0	1.727	
Mandioca	Criciúma	260,0	4.680,0	18.000	
	Içara	1.400,0	25.760,0	18.400	
	Lauro Muller	30,0	450,0	15.000	
	Nova Veneza	150,0	3.300,00	22.000	
	Siderópolis	15,0	180,0	12.000	
	Urussanga	250,0	5.750,0	23.000	
Total		2.105,0	40.120,0	18.060	
Milho	Criciúma	600,0	1.800,0	3.000	
	1 ° safra	Içara	1.200,0	3.600,0	3.000
	Lauro Muller	900,0	2.052,0	2.280	
	Nova Veneza	3.500,0	17.325,0	4.950	
	Siderópolis	2.000,0	8.400,0	4.200	
	Urussanga	1.000,0	2.400,0	2.400	
Total		9.200,0	35.577,0	3.305,0	
Tomate	Criciúma	5,0	140,0	28.000,0	
	2 ° safra	Içara	15,0	150,0	10.000
	Lauro Muller	0,0	0,0	0,0	
	Nova Veneza	0,0	0,0	0,0	
	Siderópolis	4,0	60,0	15.000	
	Urussanga	6,0	120,0	20.000	
Total		30,0	470,0	18.000	
Banana	Criciúma	700,0	6.800,0	24.000,0	
	Içara	250,0	2.107,0	8.428	
	Lauro Muller	0,0	0,0	0,0	
	Nova Veneza	150,0	900,0	2.466,0	
	Siderópolis	1.300,0	6.500,0	5.000,0	
	Urussanga	288,0	864,0	3.000,0	
Total		1.738,0	8.264,0	42.894,0	
Uva	Criciúma	2.688	27.131,0	8.578,0	
	1 ° Safra	Criciúma	5,0	100,0	20.000,0
	Içara	0,0	0,0	0,0	
	Lauro Muller	18,0	315,0	17.500	
	Nova Veneza	4,0	26,0	6.500	
	Siderópolis	9,0	63,0	7.000	
Urussanga	123,0	1.230,0	10.000		
Total		159,0	1734,0	12.200	

Obs: até o ano de 1991, o município de Cocal do Sul fazia parte do município de Urussanga

Fonte : Althof/EPAGRI/EEURUSSANGA, 1994, adaptado

4.1.2.2.3 - Microbacia do Rio Cocal

As atividades econômicas ligadas ao uso da terra que são desenvolvidas na microbacia são relacionadas como segue:

- i) - Mineração de carvão mineral, argila e areia
- ii) - Criações de animais em confinamento
- iii) - Agricultura, florestamento, pecuária de subsistência
- iv) - Unidades residenciais familiares e cultivos de subsistência
- v) - Transporte
- vi) - Serviços públicos municipais e estaduais

A atividade de mineração de carvão desenvolve-se na atualidade na sub-superfície e o processamento e transporte é operado em seu maior volume fora da área da microbacia (Mina São Geraldo localizada a Oeste). A atividade de extração de argila ocorre na área da Formação Rio do Sul em apenas um local, Gleba 83 , Figura 4.11, sendo efetuada a céu aberto em uma área de aproximadamente 2 hectares, pela remoção da camada superficial até atingir a camada de argila situada em torno de 10m de profundidade. A extração de areia para construção civil é efetuada ainda em pequena escala na camada geológica da Formação Rio Bonito, que apresenta afloramentos e jazidas em exploração a Oeste, na Estrada Braço Cocal, na cota de 120m e a Noroeste, na Estrada Linha Rio Perso, em torno cota 140m .

A criação de suínos em confinamento (produção de 7.000 cabeças/90 dias) é efetuada a Sul da microbacia na gleba 20, próximo ao canal de drenagem do Rio Cocal e por pequenas pocilgas ligadas a atividade de subsistência das famílias locais, espalhadas dentro da área. Ocorre também a criação intensiva de aves (6 lotes 14.500 aves/ano) à Norte na gleba 79, próximo ao canal de drenagem do Rio Perso, Figura 4.16.

As atividades de agricultura, pecuária e florestamento foram quantificadas pelo mapeamento do uso atual da terra e por ordem de importância de uso da superfície e estão representadas na Tabela 4.27.

TABELA 4.27 - Principais atividades econômicas ligadas ao uso agrícola da terra na microbacia do Rio Cocal

Ítem	Área (ha)	%
1 - Pastagem	576,46	20,83
2 - Culturas anuais	306,37	11,07
3 - Reflorestamento eucaliptos	203,15	7,34
4 - Banana	197,42	3,88
5 - Citrus	63,71	2,30
Microbacia	2.767,41	100,00

O levantamento de dados efetuado através de entrevistas em uma amostra tomada ao acaso de 10% das glebas existentes na microbacia (de um total de 114), levou à obtenção de dados precários, porque os produtores manifestaram dificuldades e desinteresse em repassar dados concretos sobre a produção e situação econômica de seu estabelecimento.

Os serviços de apoio à atividade de produção agrícola na microbacia são inexistentes, seja por parte do Município ou do Estado, embora a microbacia esteja situada apenas a pouco mais de 10 km da Estação Experimental de Urussanga/EPAGRI. Os agricultores em geral, desconhecem o seu papel, ignoram as possibilidades de obtenção de informação, orientação técnica ou mudas/sementes que a Instituição oferece à comunidade regional. Isto pode ser atribuído fundamentalmente à inexistência de um setor municipal que atue no planejamento e como indutor do desenvolvimento a nível rural.

4.1.2.3 - Dados sobre o desgaste, sobrecarga e danos ambientais

As estatísticas ambientais obtidas no presente trabalho foram levantadas, classificadas, analisadas e quantificadas através da integração de dados biofísicos e econômicos.

As principais causas detectadas que redundam em desgaste, sobrecarga e danos ambientais, que ocorrem na microbacia são apresentadas na Tabela 4.28, sendo a seguir descritas por sua ordem de relevância.

4.1.2.3.1 - Derivados da saída de matérias primas da microbacia

A remoção de minério de carvão nas camadas geológicas subterrâneas da Formação Palermo e Formação Rio Bonito, nas cotas 150m a 200m, influenciam o aquífero da microbacia localizado na camada de arenito, situado na base do estrato da Formação Rio Bonito e pode contribuir para a elevação dos níveis de ferro total na água que surge nos mananciais nas encostas Oeste da microbacia. O Ferro componente do minério de Pirita e que se encontra associado aos depósitos de carvão da Formação Palermo e Rio Bonito, Figura 4.11 é solubilizado pela água após o revolvimento das camadas naturais e exposição à água.

O volume da extração e transporte de minério de argila para a indústria cerâmica e areia para construção civil ocorrem ainda de maneira incipiente na microbacia, mas podem assumir proporções severamente detrimenais à paisagem, como observado em outras áreas dos municípios vizinhos, demandando medidas precaucionárias por parte das autoridades municipais.

4.1.2.3.2 - Derivados da entrada de matérias primas na microbacia

Como entrada de matérias primas que causam sobrecarga ambiental, os adubos químicos usados na agricultura ainda representam uma fonte de poluição difusa de pequena expressão. As culturas anuais que empregam adubos nitrogenados com maior intensidade (milho, arroz, batata), ocupam apenas 11,07% da superfície da microbacia, Tabela 4.15.

TABELA 4.28 - Causas de desgaste, sobrecarga e de danos ambientais na Microbacia do Rio Cocal

Causas de desgaste e danos ambientais	Relevância		
	A	M	B
1 - Derivados da obtenção de matérias primas energia e água			
1.1 - Saídas de matérias primas e bens naturais			
1.1.1 - Materiais bióticos			
1.1.1.1 - Madeira			*
1.1.2 - Materiais abióticos			
1.1.2.1 - Minério de carvão	*		
1.1.2.2 - Argila			*
1.1.2.3 - Areia			*
1.2 - Entradas de Matérias primas para agricultura			
1.2.1 - Adubos químicos			*
1.2.2 - Agrotóxicos			*
1.3 - Uso da água			
1.3.1 - Consumo na mineração			*
1.3.2 - Consumo no confinamento de suínos e aves	*		
1.3.3 - Consumo na irrigação arroz		*	
1.3.4 - Consumo para abastecimento urbano	*		
1.3.5 - Consumo para abastecimento doméstico rural			*
2 - Derivados do uso do espaço e da superfície			
2.1 - Mineração de carvão a céu aberto		*	
2.2 - Mineração de argila a céu aberto		*	
2.3 - Mineração de areia			*
2.4 - Atividade agrícola			
2.4.1 - Erosão do solo causada por culturas anuais	*		
2.4.2 - Erosão do solo causada pela fruticultura			*
2.4.3 - Erosão do solo causada por reflorestamento			*
2.5 - Derivados da malha viária			
2.5.1 - Estradas municipais	*		
2.5.2 - Estradas e caminhos internos	*		
2.6 - Derivados de construções e obras de engenharia			
2.6.1 - Expansão urbana	*		
2.6.2 - Unidades residenciais rurais			*
3 - Derivados de emissões de efluentes , águas servidas, lixo, gases e resíduos			
3.1 - Efluentes da mineração de carvão	*		
3.2 - Efluentes da criação de suínos em confinamento	*		
3.3 - Esgotos de unidades residenciais rurais		*	
3.4 - Gases originados pela queima de biomassa na agricultura			*
3.5 - Emissão de resíduos da atividade de mineração		*	
3.6 - Emissão de lixo			*
3.7 - Esgoto na área de expansão urbana	*		

* Relevância : A = Alta , M = Média , B = Baixa

O uso intensivo de herbicidas (Glifosat, Roundup), fungicidas (Oxicloreto de Cobre, Benlate) e inseticidas (Malation e Lebaicid) são adotados apenas no cultivo de citrus a Sul da Microbacia (2,3% da área total da microbacia), mas que se encontra sobre o aquífero da microbacia, acima da cota 180m, Tabela 4.15, Figura 4.17. O seu uso continuado, pode potencialmente, a médio prazo, contaminar a água da rede de drenagem do Rio Cocal. Medidas que minimizem o seu uso e cuidados especiais na estocagem, manuseio de embalagens e da água utilizada para limpeza de equipamentos de pulverização devem ser orientadas e controladas pelas autoridades municipais.

4.1.2.3.3 - Derivados do uso da água

Com relação ao consumo da água gerada na microbacia, na área rural o consumo é baixo em relação à disponibilidade, Tabela 4.11. A maior uso ocorre no afluente denominado Rio Perso, através do seu emprego na irrigação de lavoura de arroz, durante os meses de Setembro a Março (2 litros/s/ha), a qual ocupa uma área de 15 ha, Figura 4.13. Esta área representa apenas 4,89% da área de culturas anuais da microbacia (306,67 ha) e apenas 0,54% da área da microbacia, Tabela 4.27.

O período de irrigação corresponde ainda ao período anual de maior precipitação pluviométrica, Figura 4.3, em que não há déficit de vazão no Rio Perso que corta a lavoura de arroz. Por outro lado a maior parte da água desviada para a área da lavoura é retornada para a rede de drenagem do Rio Perso, após circular nos quadros irrigados.

O consumo para o abastecimento urbano e industrial da cidade de Cocal do Sul, situada a Leste e a jusante da microbacia é a principal fonte de desgaste da água superficial gerada pela rede de drenagem da microbacia. A estação de tratamento de água do SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Águas e Esgoto), localizada na margem do Rio Cocal, na periferia urbana a Oeste da cidade, efetua a captação de 5,2 litros/segundo e atende uma rede de 37.808 metros de canalização a usuários (SEPLAN 1990).

Conforme abordado no item 4.1.16, a disponibilidade de água gerada na microbacia em relação ao número de habitantes encontra-se abaixo do nível de alerta (1.700m³/hab/ano), levando à necessidade de se considerarem medidas ligadas ao controle do desperdício no consumo residencial e industrial e implantação de um sistema

de armazenagem à montante, dentro da microbacia. Utilizando-se da base de dados gerada, foi efetuado um estudo para dimensionamento e locação de um reservatório, com 10ha de superfície coberta e capacidade de armazenagem de 425.250 m³, previsto para atender nos próximos 20 anos uma demanda de 3 meses de consumo da cidade, estimando-se um crescimento populacional de 2,5% aa (Renuncio 1995).

4.1.2.3.4 - Derivados do uso do espaço e da terra

Entre as fontes relevantes de danos ambientais causados ao espaço territorial, a extração de carvão mineral efetuada no passado a céu aberto (atualmente desativada na microbacia), destruiu a camada de solo superficial e inverteu o perfil expondo o horizonte C, depositando na superfície subsolo misturado a rochas, rejeitos carbonosos e piritosos, que consomem o espaço superficial em 12,79 ha (0,46% da área da microbacia), localizados em três pontos distintos da área, Figura 4.17.

Além de causar o impedimento de usos alternativos para outros fins, o afloramento dos rejeitos piritosos foi utilizado no revestimento de estradas e caminhos, contribuindo para contaminar a água pluvial de escoamento, com níveis elevados de Ferro solubilizado, com fortes reflexos sobre a água da rede de drenagem, Tabela 4.12.

A extração de argila utilizada para a indústria cerâmica, efetuada a céu aberto e observada na gleba 83, Figura 4.11 e Figura 4.16, embora seja ainda o único caso na microbacia, resulta em uma alteração dramática da superfície, conforme pode ser observado em maior escala em outras áreas do município e da microrregião. No processo de extração atualmente adotado (sem preocupação com usos posteriores alternativos) na microbacia, uma superfície de aproximadamente 2 ha foi consumida de forma irreversível pela escavação que resultou em uma cratera com cerca de 10 m de profundidade. Após a remoção e deposição lateral das camadas superiores do perfil em montes ao acaso, na periferia das escavação e remoção da camada de argila de interesse cerâmico, a escavação resulta abandonada, sendo lavada pelas águas pluviais que erosionam a terra periférica e transportam sedimentos para a rede de drenagem próxima, e parte acumula-se na depressão da área escavada.

O modo de extração praticado, resulta em um forte impacto sobre a paisagem local e o consumo potencial de superfície desta atividade precisa ser analisado com cuidado pela grande repercussão e dificuldades que impõe a usos alternativos das áreas alteradas. Açudes, piscicultura e lazer são usos alternativos que devem ser implantados após extração da argila, conforme também é praticado em países desenvolvidos (Federal Ministry For The Environment 1992b).

Como a formação geológica abaixo da cota de 80 m, que contém as reservas de argila representa 43,8% da área da microbacia, a tendência será a ampliação da atividade de extração e precisa ser submetida a uma proposta de desenvolvimento de seu uso de uma forma ambientalmente amigável.

4.1.2.3.5 - Derivados de atividades da agricultura

A proteção do solo e medidas de controle da erosão não são praticadas pelos produtores na área da microbacia. A erosão da camada de solo arável, encontrada nas áreas de culturas anuais de milho, feijão, batata e mandioca, mostra-se mais acentuada sobre o solo Série Cocal (Cambisol Distrófico), Figura 4.12.

O solo Cocal, foi desenvolvido a partir de Arenitos e é fortemente suscetível à erosão, tanto em terreno ondulado como fortemente ondulado. As principais áreas de culturas anuais localizadas em solo Cocal, onde observam-se sinais acentuados de erosão localizam-se a Norte e Noroeste da microbacia, Figura 4.7, Figura 4.12, Figura 4.17, nas glebas 27, 31, 32, 37, 38, 46, 47, 48, 56, 65, 75, 77, Figura 4.16.

Os danos ambientais podem ser considerados de alta relevância, porque o horizonte A é raso (0cm a 26cm espessura) e porque o horizonte B (26cm a 76cm) além de pouco profundo oferece condições de fertilidade precária para suportar culturas anuais, devido a um elevado conteúdo de Alumínio trocável (2,2 a 4,4 mE/100g solo), reduzidos teores de Ca+Mg (2,4 a 2,2 mE/100g solo) e baixos teores de matéria orgânica (0,2%), Tabela 4.8.

Esta condição é agravada pelo fato de que nas áreas cultivadas não são adotadas práticas de conservação do solo. Devido à declividade presente estas áreas não prestam-se à culturas anuais que mantém o solo descoberto por longos períodos de exposição às chuvas de verão e deveriam ser ocupadas com cultivos perenes.

As culturas anuais localizadas sobre solos da Série Sanga da Areia, em terreno ondulado e fortemente ondulado, são suscetíveis à erosão, embora sejam degradados com menor velocidade, devido à sua profundidade ($> 100\text{cm}$), serem derivados de basalto e apresentarem elevado conteúdo de argila, Tabela 4.10. As principais áreas de cultivos anuais localizadas sobre solo Sanga da Areia encontram-se à Norte e Noroeste da microbacia, Figura 4.12, Figura 4.17, nas glebas 6, 9, 12, 15, 16, Figura 4.16. São detectáveis sinais de erosão laminar nestas glebas e não são empregadas medidas de conservação do solo.

Na área ocupada com fruticultura (citrus), glebas 14 e 21, Figura 4.16, localizadas sobre solo da Série Lauro Muller, podem ser observados sinais de erosão laminar e carreamento de sedimentos dos caminhos internos e áreas de cultivo para a rede de drenagem que apresenta forte turvação durante o período de verão, Tabela 4.12.

4.1.2.3.6 - Derivados da malha viária

A locação de estradas municipais e caminhos internos existente na microbacia, Figura 4.14, não levam em consideração preocupações com o controle da erosão (FAO 1989 a, Carver 1988). Embora a densidade da malha viária de estradas municipais (9,0 m/ha) e de estradas secundárias e caminhos internos (13,1 m/ha) não seja alta, Tabela 4.13, a sua locação não segue preceitos para a minimização da erosão e pode ser atribuída à mesma, a responsabilidade de uma produção de 500m³ de sedimentos por hectare/ano, Figura 4.15.

4.1.2.3.7 - Derivados de obras e construções

A expansão urbana é o principal fator de consumo do espaço da microbacia, avançando sobre uma área aproximada de 25 ha (9% da área total). Esta ocupação do solo por estradas, loteamentos e unidades residenciais, vem processando-se a Leste da microbacia, localizando-se inclusive em cotas baixas do terreno ($< 60\text{m}$), sujeitas a prejuízos por inundações. Tem-se expandido também sobre áreas de solo Cerâmica e

Vila Nova, que por sua aptidão físico, química e de topografia, deveriam ser alocadas preferentemente ao uso agrícola., podendo a expansão urbana ser canalizada para áreas de solos mais pobres como da Série Cocal (Macnish 1990, Macnish 1992).

4.1.2.3.8 - Derivados da emissão de efluentes da mineração subterrânea de carvão

A solubilização do Ferro da Pirita, derivado da atividade de mineração subterrânea, influencia a potabilidade da água do aquífero localizado na base da Formação Rio Bonito e conseqüentemente os mananciais que originam-se a Oeste da microbacia, onde os níveis de ferro total na água da rede de drenagem também situam-se bem acima dos níveis padrão (0,3 mg/l), conforme dados levantados para os locais de amostragem 1, 2 e 4, Figura 4.13, Tabela 4.12.

4.1.2.3.9 - Derivados da emissão de efluentes da criação de animais em confinamento e esgotos residenciais da área rural

A principal causa de degradação da água da rede de drenagem na microbacia está ligada à emissão de efluentes ligados à criação de animais em confinamento. Os dados de análise bacteriológica da água efetuados em 8 pontos principais de amostragem, junto aos afluentes do Rio Cocal, Figura 4.13, indicam que ao longo de todos os cursos de água, em todas as épocas do ano, ocorre uma severa contaminação da água por coliformes totais e coliformes fecais, Tabela 4.12.

Estábulos e galpões de suínos, aves e bovinos, rotineiramente localizados nas proximidades da rede de drenagem são os principais fatores responsáveis pela emissão de efluentes e escoamento de águas pluviais ricas em matéria orgânica, que são canalizados para valas ou drenos que conduzem os efluentes à rede de drenagem.

De forma agravante, apenas 42% das unidades residenciais rurais utilizam fossa, 34% adotam fossa mais sumidouro e em 20% das residências a emissão de esgotos é canalizada diretamente para valas, córregos ou banhados, contaminando a água da rede de drenagem (CASPNut 1993).

4.1.2.3.10 - Derivados de águas servidas da irrigação de arroz

O sistema de produção de arroz irrigado adotado na área de 15 ha, suprido pelas águas do Rio Perso, Figura 4.13, glebas 81, 82, 90, Figura 4.16, ocasiona níveis elevados de turbidez nas águas que retornam à rede de drenagem. Isto ocorre após a circulação da água nos quadros de arroz, por ocasião da fase de preparo do solo e primeiro banho na Primavera (local 6 = 40 uT, local 7 = 22 uT), e durante a irrigação no Verão (local 6 = 140 uT e local 7 = 140 uT), embora de um modo geral, a água dos demais pontos de amostragem da rede de drenagem apresente níveis elevados de turbidez, Tabela 4.12, em função de um maior nível de chuvas nestas épocas, Figura 4.3 e fortemente influenciado pela erosão do solo ligados à culturas anuais situadas a jusante, bem como derivada da malha viária.

Não foram verificados níveis de Nitritos e Nitratos na água de retorno da lavoura de arroz, acima dos níveis aceitos como padrão de potabilidade, que poderiam ser ocasionados pelo uso de adubos nitrogenados. Isto também não foi verificado com relação à presença de pesticidas, Tabela 4.12.

4.1.2.3.11 - Derivados da emissão de ruídos da atividade de mineração

No local B, Figura 4.13, gleba 14, Figura 4.16, junto a área desativada de mineração, existe a penetração de túneis, junto aos quais estão instalados dois sistemas de ventilação de grande porte, que emitem continuamente um nível elevado de ruído, causando desconforto sonoro num raio aproximado de até 1 km, afetando as glebas vizinhas 8, 10, 11, 13, 20, 21, Figura 4.16.

4.1.2.3.12 - Derivados da emissão de esgotos domésticos e produção de lixo na área de expansão urbana

A área urbana da cidade de Cocal do Sul apresenta 49% das residências servidas por serviços de esgoto, 18% utilizam fossa mais sumidouro, 10% lançam esgotos em valetas e 5% canalizam águas servidas para córrego ou banhado (CASPnut 1993). Por outro lado na destinação de resíduos sólidos, na zona urbana 95% das unidades

residenciais são atendidas por coleta municipal, sendo que nas unidades restantes o lixo é enterrado, lançado em terrenos baldios ou queimado. Na zona rural, 17% das residências é atendido por coleta, 10% enterram o lixo, 16% adotam a prática de lançamento em terreno baldio e 57% das residências queimam ou lançam o lixo nas capoeiras ou banhado CASPnut 1993).

Este modo de tratamento das emissões de efluentes domésticos e resíduos sólidos apresenta graves conseqüências sobre a rede de drenagem que percorre a periferia e a zona urbana e vem comprometendo o uso posterior da água tanto a montante como a jusante da cidade de Cocal do Sul.

4.2 - Estruturação de um Sistema Municipal de informações Econômico Ambientais, setorizado por microbacias hidrográficas (SIMIEA)

De acordo com o Programa de Ação Agenda 21, entre as fundamentações para orientação da pesquisa e desenvolvimento científico no campo ambiental é considerado como medida prioritária o levantamento de dados ambientalmente relevantes e o desenvolvimento do respectivo banco de dados, nos campos dos recursos naturais e da área social. Considera também fundamental o desenvolvimento de novas técnicas de análise, modelagem e prognose, que incorporem a influência da atividade humana (Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1992).

No campo dos Sistemas de Informação Ambientais, considera que é necessário desenvolver um sistema compreensível de administração de dados, que esteja em conexão com fontes que geram e monitoram dados ambientais. Tal estrutura de administração deve coordenar a coleta, monitoramento eficiente, garantir a qualidade, organizar o manejo e assegurar a disponibilidade e acesso aos dados ambientais.

De um modo geral é necessária a integração dos conhecimentos das ciências naturais, economia e ciências sociais para um avanço na compreensão de quais interações da atividade econômica e social, causam sobrecarga ambiental e suas conseqüências sobre as atividades de produção. É de grande significado a ligação entre antecedentes de caráter global e sua associação com medidas de caráter local e regional (Federal Environmental Ministry 1995 b). Neste sentido, uma tarefa importante da pesquisa é

desenvolver sistemas de informações de uso facilitado, para integração de dados ambientais e sócio econômicos a nível local e o SIMIEA representa uma tentativa de desenvolver o conhecimento nesta direção (Seiffert, Lanzer & Loch 1996).

4.2.1 - Modelo conceitual do SIMIEA

A estruturação do SIMIEA teve em mente um diagrama de fluxo de dados simplificado, no qual as setas indicam movimentos dos pacotes de informação de um ponto para outro do sistema e podem ser utilizados para modelar novas estruturas de informação de interesse do processo de tomada de decisão (Yourdon 1990), Figura 4.23.



FIGURA 4.23 - Diagrama de fluxo de dados do SIMIEA

Embora houvesse uma concepção preliminar ao início do trabalho de pesquisa para o modelo conceitual genérico da estrutura do sistema de informações, este foi consolidando-se com a evolução da elaboração dos níveis de informação descritivos e com as possibilidades de integração e modelagem que mostraram-se oportunas, Figura 4.24.

O SIMIEA está organizado de forma à incorporar características primárias do ambiente oriundas da esfera física e da esfera social. Este modo de organização surge da proposição de que a atuação humana sobre o ambiente da microbacia, está calcada em princípios, que incorporam regras físicas da base dos recursos, suas interrelações biológicas e químicas e sua interação com regras sociais, econômicas e institucionais (Black 1991, McNish 1990).

Dentro desta conceituação podem ser elaborados alguns princípios que norteiam a estruturação e análise dentro da proposta do SIMIEA:

i) - A incerteza da posição e extensão dos recursos biofísicos espaciais em uma microbacia hidrográfica, depende de condições específicas locais, são únicas para cada microbacia e as possibilidades de generalizações são bastante limitadas.

ii) - A microbacia não é um sistema fechado, recebe portanto entradas e gera saídas em sua esfera tanto física como social. Não é possível estabelecer portanto uma equação de balanço do sistema.

iii) - Dada a complexidade dos fatores envolvidos, para uso que o sistema de informação deverá proporcionar, precisam ser levados em consideração na estruturação de seus componentes, níveis de precisão, acurácia e generalização apropriados.

iv) - Os modelos descritivos e preditivos na forma de mapas são simplificações do mundo real, que não permitem a representação de todos os processos e características, partem de pressupostos e usam tecnologias, que cobrem apenas parcialmente o conteúdo complexo do sistema ambiental.

v) - O desenvolvimento do uso econômico sustentável dos recursos ambientais, em microbacias hidrográficas e em seu conjunto do território do município, precisa estar baseado no aprofundamento da compreensão das relações complexas entre clima, solo, vegetação, suas modificações pelas forças morfogeológicas e alterações introduzidas pelo ser humano.

O modelo conceptual orientou o processo de aquisição de dados , que foram organizados dentro das especificidades da microbacia do Rio Cocal, e embora o município contenha em seu todo ou em parte um número de quatro microbacias, Figura 4.6, as restrições de custos, tempo e objetivos da pesquisa, determinaram apenas o aprofundamento do estudo sobre a área do Rio Cocal, como espaço de validação das teorias e teste das hipóteses do projeto de pesquisa.

4.2.2 - Sistema de informação em meio gráfico e computacional

O mapa base e os mapas temáticos gerados por restituição fotogramétrica e plotados em meio gráfico, Figuras 4.7, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.16 e 4.17, formaram uma base de dados do sistema de informações que pode ser operada em meio gráfico para integração de dados e geração de cenários alternativos sobre planos de uso dos recursos existentes. São também de importância fundamental para usuários ligados à implementação das ações derivadas dos planos de desenvolvimento. Mapas em meio gráfico apoiados por relatórios são a forma mais acessível ao grande público para obtenção de informações sobre o registro e efetuar a análise sobre os recursos naturais e construídos dentro do contexto de uma economia progressiva (Martinelli 1991, Joly 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

Dentro destas considerações, o SIMIEA atende plenamente a perspectiva de estruturar as informações sobre o território e torná-las acessíveis a um grupo amplo de usuários.

A estruturação dos dados em meio computacional na forma de um Sistema Geográfico de Informações através do GIS/SPANS, representou um trabalho laborioso, dependente de um aprendizado lento e consumiu um período de 5 meses de trabalho. Isto em parte pode ser atribuído ao baixo nível de treinamento do pesquisador na área computacional do “software” GIS/SPANS e as próprias dificuldades do programa GIS/SPANS para digitalização e ajuste de dados de entrada no modo vector, o que está de acordo com as recomendações da empresa que fornece o equipamento e com a experiência relatada por outros pesquisadores (Renuncio 1995, Intera Tydac 1992, Intera Tydac 1991).

Embora o SIG represente uma ferramenta valiosa para a estruturação, armazenagem, processamento de dados ambientais, a adoção desta tecnologia ao nível de usuários não especializados (como a maioria dos municípios da região) está limitada pela indisponibilidade de recursos humanos capacitados na operação dos SIGs e custos elevados de “hardware” e “software” atualmente disponíveis no mercado (Renuncio 1995).

4.2.3 - Operação do SIMIEA

O SIMIEA foi estruturado por um processo que iniciou-se pela descrição do sistema ambiental por intermédio da construção de modelos determinísticos, investigativos e descritivos (mapas e texto). Depois manipulou os modelos para descobrir o melhor modo de operar as informações e pela integração de dados procurou criar cenários alternativos futuros para o manejo dos recursos ambientais (Maxprotil 1993, Erlich 1982, Shamblyn & Stevens 1979). Na sua elaboração foram utilizados modelos matemáticos construídos através de processos que estiveram baseados em Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, SIG, que levaram à obtenção de modelos físicos e matemáticos do terreno (mapas) em escala apropriada.

O processamento de dados partiu do pressuposto, que a descrição do sistema real através de modelos torna possível a análise ambiental, bem como a tentativa de desenvolver alternativas de cenários futuros (mapas de previsão) sem a necessidade de intervenção no sistema real. Assumiu-se que os modelos gerados por dados geográficos são modelos de representação da realidade (Intera Tydac 1991) e considerou-se também que os modelos gerados, incorporam as variáveis mais importantes para a análise do sistema ambiental a nível de microeconomia ambiental (microbacia e unidades de produção individual).

4.2.3.1 - Integração e modelagem de dados

A integração dos dados descritos possibilitou a busca de soluções ótimizadas e elaboração de modelos normativos para problemas ambientais verificados pela análise de variáveis isoladas e em conjunto, surgidos da descrição do sistema real. A solução de modelos físicos e matemáticos foram obtidas recorrendo-se à técnicas gráficas e computacionais do SIG (Intera Tydac 1992, Yourdon 1991, Dale & Mclaughlin 1990, Jeschor & Bleiel 1989).

A tecnologia empregada para estruturação e o modo de organização dos níveis de informação, representados pelos modelos ambientais biofísicos descritivos, Figura 4.24,

na forma de mapas temáticos na escala 1:20.000, além de oferecer uma ferramenta prática para quantificação da base dos recursos ambientais, dentro de um limite de precisão aceitável para os objetivos propostos, proporcionou facilidades para o processo de análise de dados e geração de informações.

Os níveis de informação considerados fundamentais ao sistema, formados pelos mapas topográfico, declividade, geológico, solos, recursos hídricos, malha viária, subdivisão territorial, uso atual da terra e os mapas temáticos que podem ser gerados para glebas individuais (para cada uma das 114 glebas existentes), representam um banco de dados georeferenciado e possibilitam a obtenção de medições e estatísticas em um nível de detalhe desejável e atingem plenamente os objetivos de constituírem-se em um Sistema de Informações da Terra (Dale & Mclaughlin 1990) e de um Sistema de Informações Georeferenciado (GTZ 1994, Assad & Sano 1993, Bähr & Vögtle 1991).

Os mapas foram produzidos em meio gráfico para poderem ser usados na aplicação de programas de desenvolvimento que serão implementados a campo e foram produzidos na forma digital no sistema de informações geográficas SIG/SPANS, visando assegurar que as facilidades de reprodução de mapas, de integração, modelagem e atualização de dados possam ser aplicadas ao SIMIEA.

Com estes procedimentos, os atributos da microbacia e de cada gleba individualmente puderam ser armazenados e dados relevantes puderam ser cruzados e extraídos em pouco espaço de tempo. O fato de que é possível suprir dados sobre as glebas individuais aproxima o sistema do SIMIEA a um sistema de informação cadastral, para o qual apenas falta efetuar o levantamento que complemente os atributos físicos associado a cada gleba, com os atributos gerados pela atividade humana tais como divisas administrativas, construções, valor da terra, dados jurídicos ligados a posse da terra (Loch 1993, Loch 1990, Blachut 1979).

4.2.4 - Geração de modelos econômico ambientais preditivos

A elaboração de modelos preditivos destina-se a desenhar cenários futuros possíveis para ocupação do espaço e introdução de melhoras na forma de uso da terra e da água. Busca trabalhar avaliações e prognoses sobre desenvolvimentos futuros na esfera local, sendo um dos principais objetivos da ciência ambiental. Tais resultados de

pesquisa ambiental, podem resultar em mecanismos institucionais que suportem a formulação de políticas concretas de desenvolvimento econômico e ambiental. Existe consenso (Agenda 21) de que os problemas ambientais encontrarão na pesquisa e desenvolvimento do conhecimento científico, sua maior possibilidade de resposta e orientação para um desenvolvimento humano futuro ambientalmente compatível (Federal Environment Ministry 1995, Bundesministerium Für Umwelt Naturschutz Und Reaktorsicherheit 1992).

A integração de dados dos modelos ambientais biofísicos e de estatísticas econômico ambientais representou particularmente um campo de grande interesse da pesquisa, no processo de análise e cruzamento de dados e desenvolvimento de prognoses e propostas futuras de manejo dos recursos econômico ambientais da microbacia.

4.2.4.1 - Mapa de aptidão de uso da terra

Mapas de aptidão são estudos específicos concebidos para um determinado fim. Fornecem dados específicos de um problema a ser resolvido ou da ação ou zoneamento de atividades em determinada região. A escala depende do objetivo, podendo ser a nível regional (1:25.000 , 1:10.000) ou a nível de obra (1:5.000). Partindo-se de um inventário, pode ser efetuado um zoneamento que mostra e dimensiona a posição de territórios propícios, neutros ou desaconselháveis para implantação de determinadas atividades, sejam industrial, comercial, agrícola ou obra (Carver 1988).

Com relação à aptidão de uso agrícola, segundo Shields (1990) a seleção de áreas agrícolas mais favoráveis esteve inicialmente baseada no julgamento pessoal de cada fazendeiro. Com a evolução da investigação científica sobre produtividade agrícola, surgiram novos métodos e padrões de avaliação.

Estes métodos permitem que autoridades, comunidades, indústrias e fazendeiros realizem planos que buscam alcançar o uso agrícola ótimo dos recursos da terra, ao mesmo tempo que assegura o seu mais baixo desgaste. O objetivo da avaliação é estimar o uso da terra mais vantajoso para uma área em particular, considerando-se que o uso mais apropriado é aquele que:

- i) - Propicia o retorno mais lucrativo para a sociedade.

- ii) - Possibilita a participação de um maior número possível de usuários.
- iii) - Exige “inputs” técnicos pouco dispendiosos e complexos.
- iv) - Utiliza a terra dentro de sua capacidade, resultando em menor degradação de suas propriedades.
- v) - Não exclui a terra de uso para outros empreendimentos se a demanda econômica mudar.

No levantamento para a classificação das terras, o mapeamento de solos e a declividade desempenharam um papel fundamental. Cultivos intensivos baseados em pequenas áreas de produção como no caso da microbacia, exigem levantamentos detalhados e maior quantidade de dados de campo. Necessitam a adoção um critério de identificação de todas as qualidades da terra referidas como uma restrição, que podem afetar a produtividade, redundar em efeitos sobre a degradação do solo e da água e que deve ser aplicado a todas as glebas da área.

Existem diversos sistemas de classificação da capacidade de uso da terra (Lepsch et al 1983, Ramalho et al 1978) e a maioria são modificações do sistema de classificação de Klingebiel & Montgomery (1961) e do sistema de classificação da FAO (1976).

No presente projeto de pesquisa, foi adotado o método de Classificação da Aptidão de Uso Agrícola das Terras do Estado de Santa Catarina (Uberti et al 1991), que está adaptado às condições geográficas do Estado, onde mais de 60% da área utilizada na agricultura situa-se em relevo ondulado a forte ondulado, em solos rasos, pedregosos e cuja economia rural está baseada na pequena propriedade familiar.

O método propõe cinco classes de aptidão de uso, envolvendo a avaliação do potencial, tanto para uso com culturas anuais, como para usos menos intensivos, Tabela 4.29 e os parâmetros utilizados para a definição das classes de aptidão são apresentados na Tabela 4.30.

A geração do mapa de aptidão de uso da terra, Figura 4.25, foi obtido pela integração de dados da carta topográfica planialtimétrica, Figura 4.7, mapa de declividade, Figura 4.8 e mapa de solos, Figura 4.12, e adotando-se os critérios de classificação de Uberti et al (1991).

Incorporou-se adicionalmente o critério de alocação de uma faixa de 25 metros de distância para cada lado das margens dos córregos e ravinas da rede de drenagem, definida como Classe 5 (preservação permanente) para ser mantida com vegetação

TABELA 4.29 - Classificação das terras segundo sua aptidão agrícola

Classes	C a r a c t e r i z a ç ã o
CLASSE 1	- Aptidão boa para culturas anuais, baixo ou nenhum risco de erosão quando são aplicadas práticas simples de controle da erosão.
CLASSE 2	- Aptidão regular para culturas anuais com riscos moderados de erosão. Quando utilizadas com culturas anuais exigem aplicação de práticas intensivas de conservação do solo.
CLASSE 3	- Aptidão com restrições para culturas anuais. Aptidão boa para pastagens e reflorestamento. Aptidão regular para fruticultura. Quando utilizados para culturas anuais exigem medidas complexas de conservação do solo. Usadas para pastagens e reflorestamento exigem medidas simples de conservação.
CLASSE 4	- Aptidão com restrições para fruticultura. Aptidão regular para pastagens e reflorestamento. Riscos severos de degradação por erosão.
CLASSE 5	- Preservação permanente. Terras impróprias para uso agrícola. Devem ser mantidas para proteção de mananciais da flora e da fauna.

Fonte : Uberti et al 1991

Obs : As culturas anuais referem-se a cultivos recomendados pelo Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina (EMPASC 1978)

natural arbórea permanente, como medida de preservação da zona ribeirinha e proteção da água. Os critérios observados para realizar o mapeamento da aptidão de uso agrícola das terras da área da microbacia, Figura 4.25, são apresentados na Tabela 4.31.

TABELA 4.30 - Parâmetros utilizados para definição de classes de aptidão de uso agrícola da terra

Parâmetros que limitam o uso	Caracterização resumida		
	Relevo	Declividade	Observações
1 - Declividade	- Plano - Suave ondulado - Ondulado - Forte Ondulado - Montanhoso - Escarpado	- 0% a 3 % - 3% a 8 % - 8% a 20 % - 20% a 45 % - 45% a 75 % - > 75 %	- Comparação da distância linear (m) entre dois pontos na carta/terreno, com a diferença de altura (m) - Fator preponderante na classificação
2 - Profundidade	- Raso - Pouco profundo - Profundo - Muito profundo	- < 50 cm - 50 a 100 cm - 100 a 200 cm - > 200 cm	- Perfil no qual não há impedimentos para o desenvolvimento de raízes, (horizonte A e B)
3 - Pedregosidade	- Não pedregoso - Moderad. pedregoso - Pedregoso - Muito pedregoso - Extremamente pedregoso	- ausência - 0.1% a 3 % - 3% a 15 % - 15% a 50 % - 50% a 90 %	- Percentual do volume ocupado por calhaus (2cm a 10 cm ϕ) e matacões (20cm a 100cm ϕ)
4 - Suscetibilidade à erosão	- Nula - Ligeira - Moderada - Forte - Muito forte	- terras em relevo plano - relevo suave ondulado - relevo ondulado - relevo forte ondulado - relevo montanhoso a escarpado	- com boa permeabilidade, exige práticas simples conservação - exige práticas simples controle da erosão - exige práticas intensivas de controle da erosão - prevenção da erosão é onerosa - cobertura vegetal permanente
5. Fertilidade Necessidade de calcário	- Muito baixa - Baixa - Média - Alta - Muito Alta	- 0,0 a 2 t calc/ha - 2,1 A 4 t calc/ha - 4,1 a 6 t calc/ha - 6,1 a 12 t calc/ha - > 12,0 t calc/ha	- necessidade de calagem como indicativo de fertilidade - quantidade necessária para atingir pH 5.5 (método SMP)
6. Drenagem	- Excessivamente drenado - Bem drenado - Imperfeitamente drenado - Mal drenado		- remoção da água do perfil rapidamente - remoção da água com facilidade - solo saturado por período significativo - solo saturado na maior parte do ano

Fonte : adaptado de Uberti et al 1991

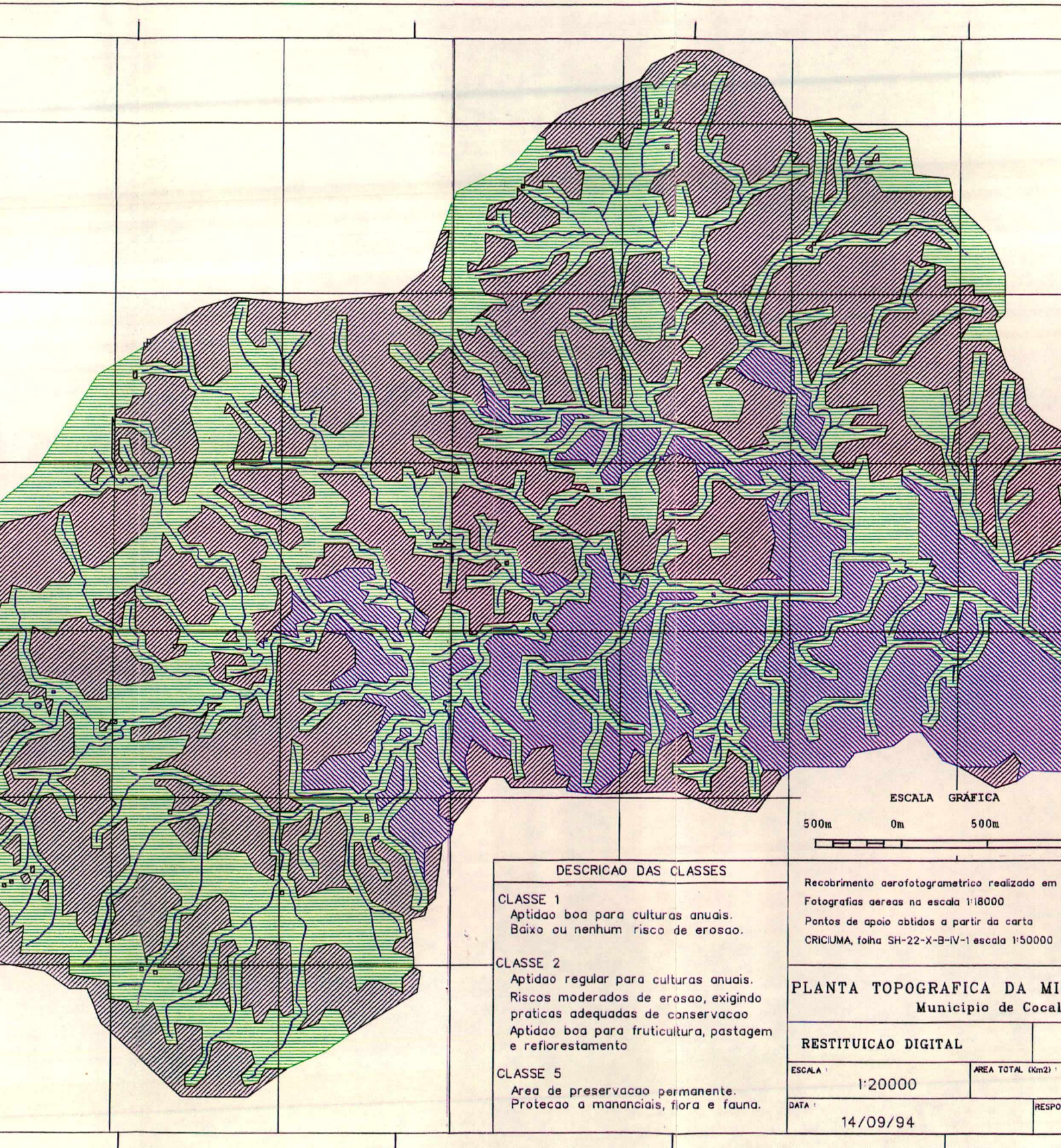


FIGURA 4.25 - Mapa de Aptidao de Uso da Terra da Microbacia do Rio Cocal, Municipio de Cocal do Sul/SC

TABELA 4.31 - Critérios observados e classificação obtida para aptidão de uso agrícola das terras da microbacia do Rio Cocal

S O L O	S É R I E	Altitude Ocorrência m	Declividade Predominante %	Profundidade cm	Drenagem	CLASSE	Área ha	%
Cambisoló Álico Podzólico	Vila Nova	< 60	Plano (0-3%), S.Ond. (3-8%)	80 -100	gley	1		
	Cerâmica	60/90	S.Ond.(3-8%), Ond. (8-20%)	>100	bem drenado	1	473.81	17.12
Cambisoló Distrófico Laterítico A, Distrófico Terra Roxa Estruturada	Cocal	80/100	S.Ond.(3-8%), Ond. (8-20%)	60/100	bem drenado	2		
	L. Muller	140/200	S.Ond.(3-8%), Ond. (8-20%)	> 100	bem drenado	2	1.066,81	39.63
	S. Areia	250/300	Ondulado (8-20%)	>100	bem drenado	2		
Cambisoló Distrófico Terra Roxa Estruturada Zona ribeirinha Total	Cocal	100/180	Ond.(8-20%), F.Ond (20-45%)	<50	bem drenado	5		
	S. areia	>300	F.Ond.(20-45%) Mont/Escarp	50/100	bem drenado	5	1.196,75	43.25
	25m/ margem	qualquer	qualquer			5		
							2.767,37	100,0

O mapa de aptidão de uso agrícola, Figura 4.25 é um mapa de previsão e representa um cenário desejável a ser alcançado em um futuro próximo. Poderá orientar a política de recuperação da área, porque irá controlar o processo de erosão ligado ao cultivo da terra, levar à recuperação, diversificação e especialização da produção em termos de ganhos de escala, recuperação da qualidade da água gerada pela microbacia e recuperação da fauna e da flora.

O planejamento da paisagem associado à aptidão de uso da terra irá selecionar e colocar em prática aqueles usos que melhor atendem as necessidades e demandas locais e regionais, enquanto preservam a base dos recursos naturais para o futuro. Engloba todos os tipos de uso do espaço rural, como agricultura, pastagem, florestamento, preservação, lazer e turismo, mineração e expansão urbana (FAO 1993, Ratcliffe 1992).

O zoneamento obtido pelo mapa de aptidão de uso da terra, indica que é possível implementar um novo modelo de economia ambientalmente sustentável na microbacia, calcado na fruticultura, reflorestamento e pastagem, que podem ser desenvolvidos em terras de Classe 2, que dispõe de uma área de 1.096,0 ha (39,63% da área total) e baseada em atividades de lazer e descanso, planejados sobre a área de Classe 5 de preservação permanente com 1.196,0 ha (43,25% da área total), que apresenta inclusive espaço crítico para armazenagem e produção de água potável, da qual depende a cidade de Cocal do Sul para seu abastecimento atual e futuro. Ganhos de escala em torno da exploração florestal, fruticultura e pecuária leiteira poderão ser obtidos pelo redimensionamento das atividades econômicas de produção e organização dos produtores que possuem propriedades em solos de Classe 2. A produção de culturas anuais irá concentrar-se em solos de Classe 1, nos quais predomina os solos da série Vila Nova (380,8 ha) e Cerâmica (709,0 ha) onde a produtividade pode ser elevada, em virtude de contar com topografia e recursos de água para irrigação. Estes cultivos deverão adaptar-se à demandas do mercado regional, no qual por exemplo, hortaliças supridas à cidade de Criciúma, na época da pesquisa, eram oriundas de São Paulo, numa flagrante distorção dos mecanismos de mercado. Havendo organização dos produtores em relação ao mercado e através de ganhos de escala e agregação de valor, na área irrigável da microbacia poderá ser obtida produção de hortaliças que poderá ser competitiva e contribuir para atender o mercado de Criciúma.

Quando são analisados em conjunto o mapa de aptidão de uso da terra, Figura 4.25 com o mapa de uso atual da terra, Figura 4.17 é possível verificar a existência de um grande número de áreas de culturas anuais em terras de Classe 2 (regular para culturas anuais e riscos moderados de erosão) e nas quais inexiste qualquer adoção de medidas de controle da erosão, conforme observado no levantamento de campo (glebas 15, 12, 21, 22, 53, 65, entre outras, Figura 4.16). Isto também é verificado para culturas anuais em desenvolvimento em áreas de Classe 5 (de preservação permanente) ligadas a áreas onde a declividade acentuada (45% ou maior), onde o solo está sujeito a uma condição de severa erosão. (glebas 16, 32, 48, 55), Figura 4.16.

O mapeamento da aptidão de uso da terra é ainda um importante subsídio para o planejamento da reordenação do uso do espaço territorial e saneamento da paisagem rural. O replanejamento da estrutura agrária mostra-se crescentemente necessário para adaptar a estrutura agrária a um contexto econômico ambiental contemporâneo.

4.2.4.2 - Mapa de gestão dos recursos hídricos

A gestão dos recursos hídricos é definida como sendo um conjunto de medidas de ordem jurídica, administrativa e técnica, associadas eventualmente com medidas estruturais, orientadas para o disciplinamento e racionalização do uso dos recursos hídricos.

Para a gestão dos recursos hídricos é imprescindível a presença do Estado, uma vez que o setor de recursos hídricos possui características típicas de escassez de mercado. A interdependência dos usos da água numa bacia hidrográfica, caracteriza a necessidade de adoção de regras a serem respeitadas por todos os usuários para a manutenção e preservação da base do recurso, configurando um caso típico de necessidade de regulamentação que é atribuído ao Poder Público (Silva 1994, Federal Ministry For the Environment 1994, CONAMA 1992, Machado 1992).

Compete privativamente à União legislar sobre águas e como os Estados dispõe de águas entre seus bens, estes tem o poder e o dever de administrá-las, editando normas administrativas na espécie de lei formal de competência residual e suplementar, dependendo da existência ou não de normas federais. Aos Municípios, que dispõe de

competência comum relativamente às ações de preservação do meio ambiente e do combate à poluição em qualquer de suas formas é permitido suplementar a legislação federal e estadual no que couber . A nível federal encontra-se em discussão no Congresso Nacional a instituição de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de uso da água (Pompeu 1996, Silva 1994).

A nível estadual, foi criada a Lei Nº 9.748 de 30/11/94, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e representa o instrumento que orienta a utilização racional da água, e sua compatibilização com a preservação do meio ambiente.

Entre outros objetivos, busca garantir que a água, elemento natural primordial a todas as formas de vida possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território de Santa Catarina.

A legislação ambiental do Estado, Lei Nº 5.793 e Decreto Nº 14.250 de Junho de 1981, dispõe sobre a classificação e utilização dos corpos de água e sobre padrões de qualidade de água, adotando os mesmos critérios da Resolução do CONAMA Nº 20 e da Portaria Nº36/GM do Ministério da Saúde, referente a padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Existe portanto um arcabouço legal suficiente para que seja implementada a gestão de recursos hídricos, de vital importância ambiental em nosso contexto. A força da implantação legal e da gestão dos recursos hídricos, depende fundamentalmente de estar fundamentada em sólidos conhecimentos técnicos, oriundos de levantamentos de campo e estatísticas temporais sobre os parâmetros que definem o estado da disponibilidade e da qualidade da água.

Partindo-se dos dados de mapeamento e análise dos corpos de água da microbacia, Figura 4.13 e integrando dados da carta topográfica, Figura 4.7, mapa geológico, Figura 4.11, solos, Figura 4.12, e uso atual da terra, Figura 4.17, foi possível propor três temas que compõe prioridades de gestão dos recursos hídricos na microbacia, Figura 4.26, representado por:

i) - Locação de uma barragem para armazenagem de água para regularizar o abastecimento da cidade de Cocal do Sul.

ii) - Delimitação para zoneamento da área de perigo de inundações que situa-se dentro do polígono de expansão urbana sobre a área da microbacia.

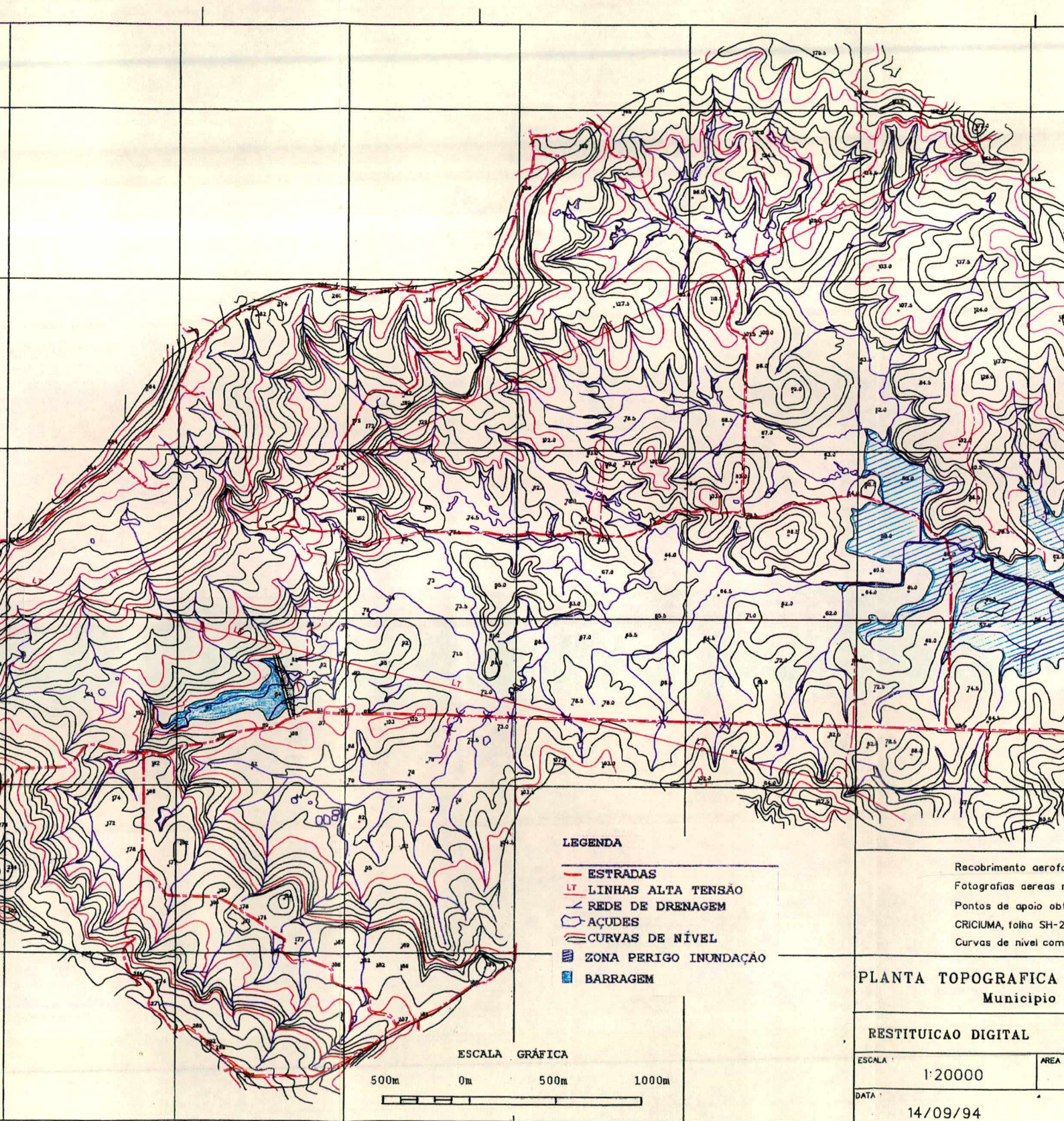


FIGURA 4.26 - Mapa de Gestão dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul/SC

iii) - Delimitação e mapeamento de uma zona ribeirinha para preservação da periferia dos cursos de água em toda a rede de drenagem, Figura 4.27.

Um fator importante no planejamento do uso dos recursos naturais é a seleção e locação de locais com potencial para a implementação de obras de engenharia ligadas a armazenagem de água. São avaliadas a conformação da bacia de captação, tamanho da barragem, condições do vertedouro, proximidades com relação ao ponto de utilização, características da bacia a montante, geologia e características do solo local. Inicialmente deve ser conhecido o volume de água necessário para atender os diferentes propósitos de consumo dos usuários, calculando-se o tamanho apropriado da bacia de captação à montante da estrutura de contenção. A localização em relação ao local a ser abastecido e o local em relação à bacia de captação, são importantes fatores de custo (Carver 1988).

Utilizando-se de dados do SIMIEA, foi possível efetuar o dimensionamento de um reservatório com capacidade de armazenagem de 275.000m³, locado na microbacia, a Oeste, nas cota 80/90m, com uma taipa com 10 m de altura e lâmina de água de 10 ha, dimensionada para atender a demanda de abastecimento da cidade de Cocal do Sul, nas próximas duas décadas (Renuncio 1995), Figura 4.26.

O mapeamento e informações sobre ocorrências de catástrofes e zonas de perigo de deslizamentos e inundações vem crescendo de importância em função da ocupação desordenada do espaço territorial. Seu estudo é particularmente importante para a reordenação do uso do espaço territorial e adequação da localização da população em relação às condições da natureza, de preferência em áreas menos sujeitas a perigos.

Uma base de informações geográficas adequada pode colocar o risco dentro de um âmbito administrável e de minimização de danos. Isto é particularmente válido para áreas populacionais localizadas em zonas montanhosas e situadas nas proximidades da rede de drenagem. Tais informações apresentam grande valor e configuram um campo especial de planejamento ambiental regional e local (Österreichischen Raumordnung Konferenz, 1986).

Tomando-se os dados da base cartográfica, Figura 4.7, e os dados de precipitação atmosférica, Figura 4.3 e Figura 4.4, foi possível delinear a zona de perigo de inundações locada abaixo da cota 60m e situada na área de influência da expansão

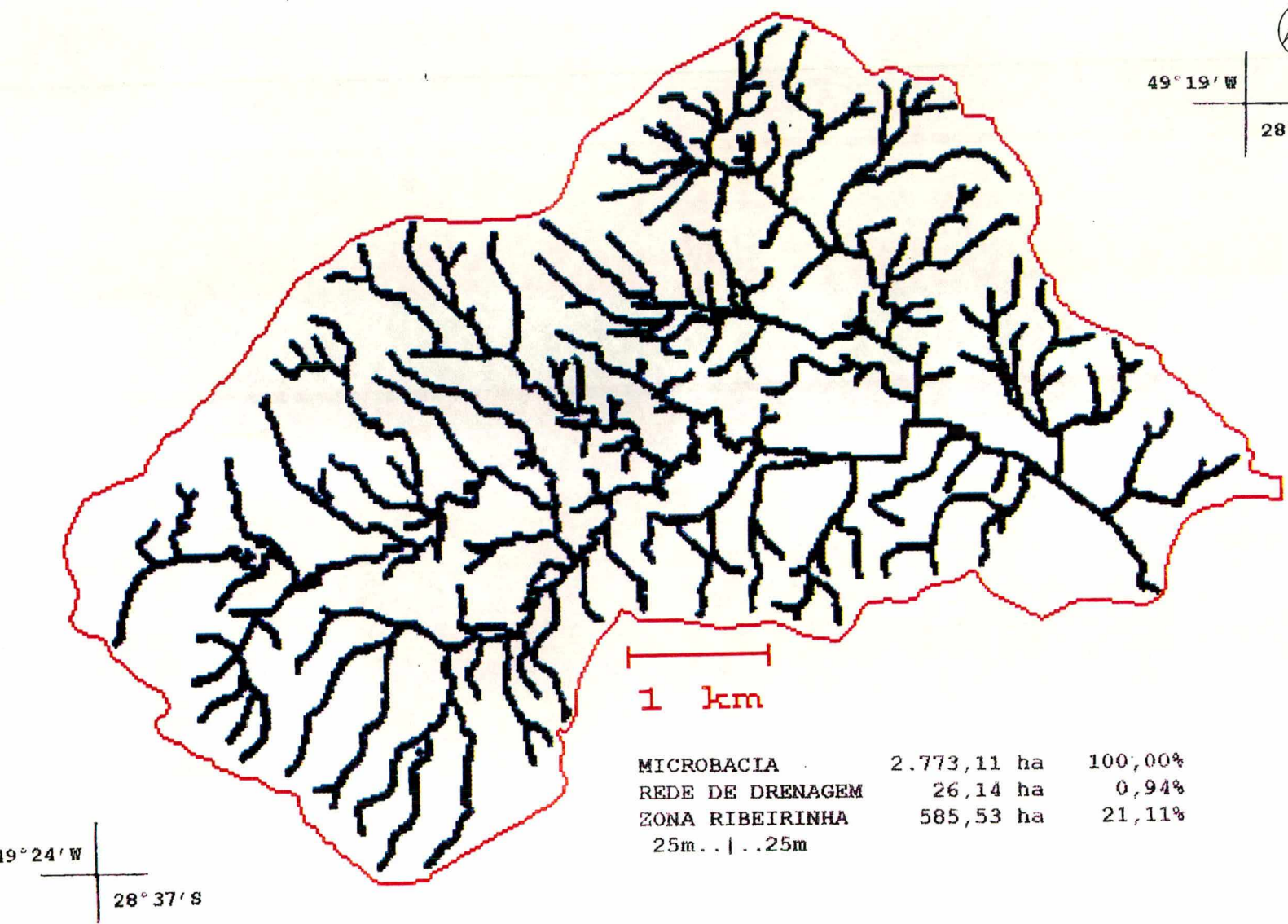


FIGURA 4.27 Mapa da Área de Cobertura Vegetal Natural Permanente de Proteção da Zona Ribeirinha da Rede de Drenagem

urbana sobre a microbacia, Figura 4.14. Os dados fornecem subsídios importantes para o planejamento da localização de áreas residenciais e loteamentos.

A zona ribeirinha é a área imediatamente ligada a zona aquática e influenciada pelos cursos de água e banhados da rede de drenagem. Estas áreas são de grande importância ecológica, são fisicamente instáveis e caracterizam-se por processo de erosão/deposição, dependendo do tipo de solo e velocidade da correnteza do curso de água. Enchentes incrementam a erosão, mas também formam novas margens e hábitat úmidos. Córregos maiores são menos influenciados, porque o seu maior volume de água é pouco afetado pelo sol e transporta com mais vigor sedimentos e restos da vegetação. O efeito cumulativo do desmatamento próximo às cabeceiras dos diversos pequenos córregos na microbacia, podem causar a elevação da temperatura da água, o aumento da quantidade de sedimentos e que redundam em efeitos deletérios sobre a fauna aquática existente.

Os banhados absorvem a energia da correnteza de enxurradas e com isto reduzem a erosão. Suprem também uma variada gama de profundidades, que a sua vez suprem diferentes estratos com temperaturas diferentes e hábitat para peixes e vida aquática. Pedacos de troncos e galhos imersos ajudam a estabilizar canais, suprem proteção, retém sedimentos e forma nichos protegidos para a desova e para cardumes de peixes. Quando estes canais laterais à correnteza principal são drenados ou cobertos por sedimentos ocorrem conseqüências sérias para a ictiofauna e seu habitat.

A zonas ribeirinha contém uma grande concentração de arbustos, árvores e vegetação, que na maioria das vezes apresenta uma maior diversidade de espécies vegetais, insetos e animais do que as áreas adjacentes. Propiciando sítios de reprodução para insetos, aves e mamíferos, estas áreas suportam uma grande e variada população de seres vivos e são áreas valiosas de preservação da biodiversidade, desempenhando um papel decisivo na prevenção da erosão, sedimentação, conservação da quantidade e qualidade da água, quando mantidas em seu estado natural.

As motivações mencionada levam a propor a inclusão no mapa de gestão dos recursos hídricos, de um espaço de 25 m para o lado de cada margem, ao longo dos cursos de água, considerada como faixa de preservação permanente da zona ribeirinha. Esta medida associada ao zoneamento das atividades de produção do mapa

de aptidão de uso da terra, Figura 4.25, contribuirão decisivamente para a recuperação da qualidade da água na microbacia.

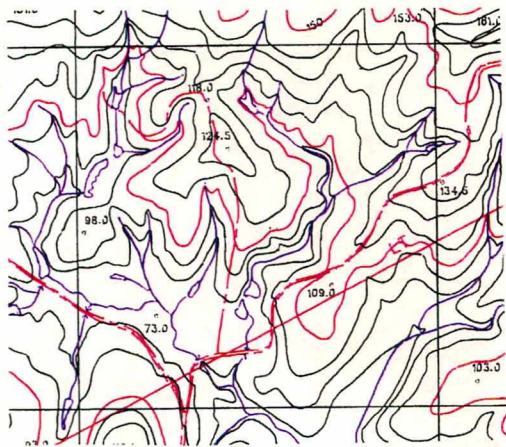
4.2.4.3 - Mapa de conflito de uso da terra

Conflitos de uso da terra são identificados pela comparação entre o uso atual e a aptidão de uso da terra. Para análise dos conflitos de uso da terra, adotou-se para exemplificação a quadrícula UTM 661 kmE a 662 kmE e 6838 kmN a 6839 kmN, com uma superfície de 1 km² (1.000m x 1.000m). A escolha esteve relacionada à ocorrência na área de um processo erosivo acentuado sobre glebas situadas sobre solo Cocal, localizadas acima da cota 90m em terreno ondulado a forte ondulado.

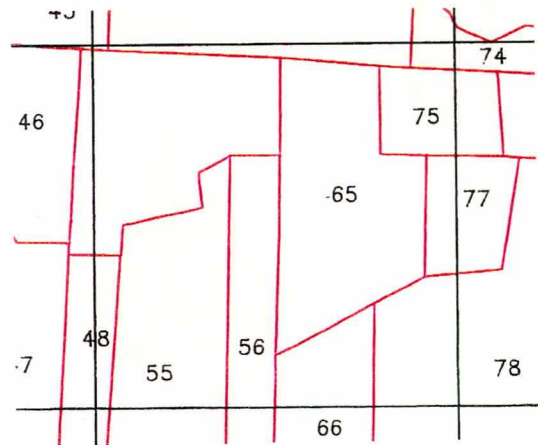
Para o processo de análise foram utilizados os níveis de informação de palnialtimetria, solos, rede de drenagem, subdivisão espacial da glebas, uso atual da terra e aptidão de uso da terra, Figura 4.28. O mapa de conflito de uso gerado, Figura 4.29, indica a ocorrência de culturas anuais sobre as glebas 48, 55, 56, 65, 75, 77, localizadas sobre solo Cocal, em área de Classe de aptidão de uso 2, conduzidas sem práticas de controle da erosão, conforme observado no trabalho de campo, bem como a localização de áreas de culturas anuais sobre áreas que deveriam estar alocadas para preservação permanente (Classe 5), nas glebas 48, 55, 56. A forma e a posição das glebas sobre o terreno, não favorece o uso dos recursos naturais, seja pela sua locação inapropriada sobre os recursos de solo e água, topografia ou pelo tamanho da parcela, Figura 4.29.

O solo Cocal, por suas características físicas e químicas e quando localizado em terreno declivoso, não é recomendável para uso com culturas anuais sem medidas severas de controle da erosão. É mais apropriado para uso com fruticultura, pastagem ou reflorestamento, que oferecem uma cobertura permanente do solo, a infiltração, e reduzindo o escoamento da água da chuva, causador do processo erosivo (FAO 1994, GTZ 1991, Black 1991, Carey 1990, FAO 1989 a).

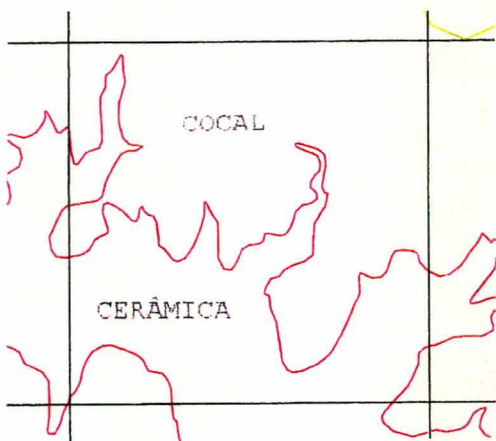
Nas glebas avaliadas, Tabela 4.32, em torno de 25% da área em média (3,0ha) são mobilizados freqüentemente para culturas anuais, aproximadamente metade da área é mantida com mata nativa (10,96ha) e cerca de 20% são utilizados com pastagem (4,2 ha). A área reflorestada média é de pouco significado (0,66 ha).



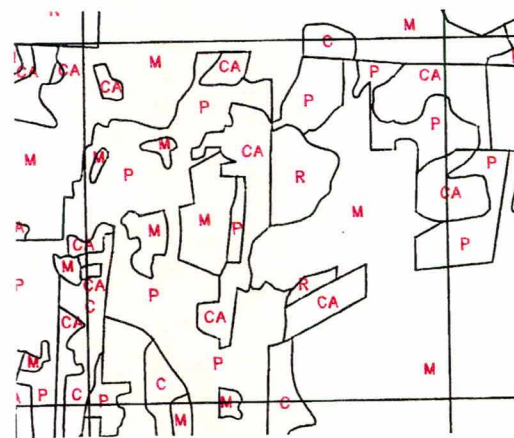
1 - Planialtimetria



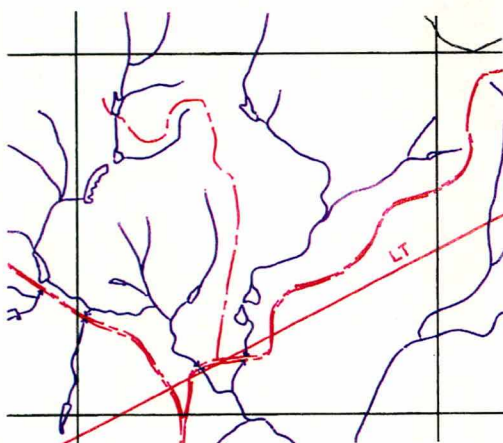
4 - Glebas



2 - Solos



5 - Uso Atual da Terra



3 - Rede de Drenagem



6 - Aptidão de Uso da Terra

FIGURA 4.28 - Níveis de Informação utilizados para Integração e Modelagem de Dados na Quadricula 661/662kmE, 6838/6839kmN

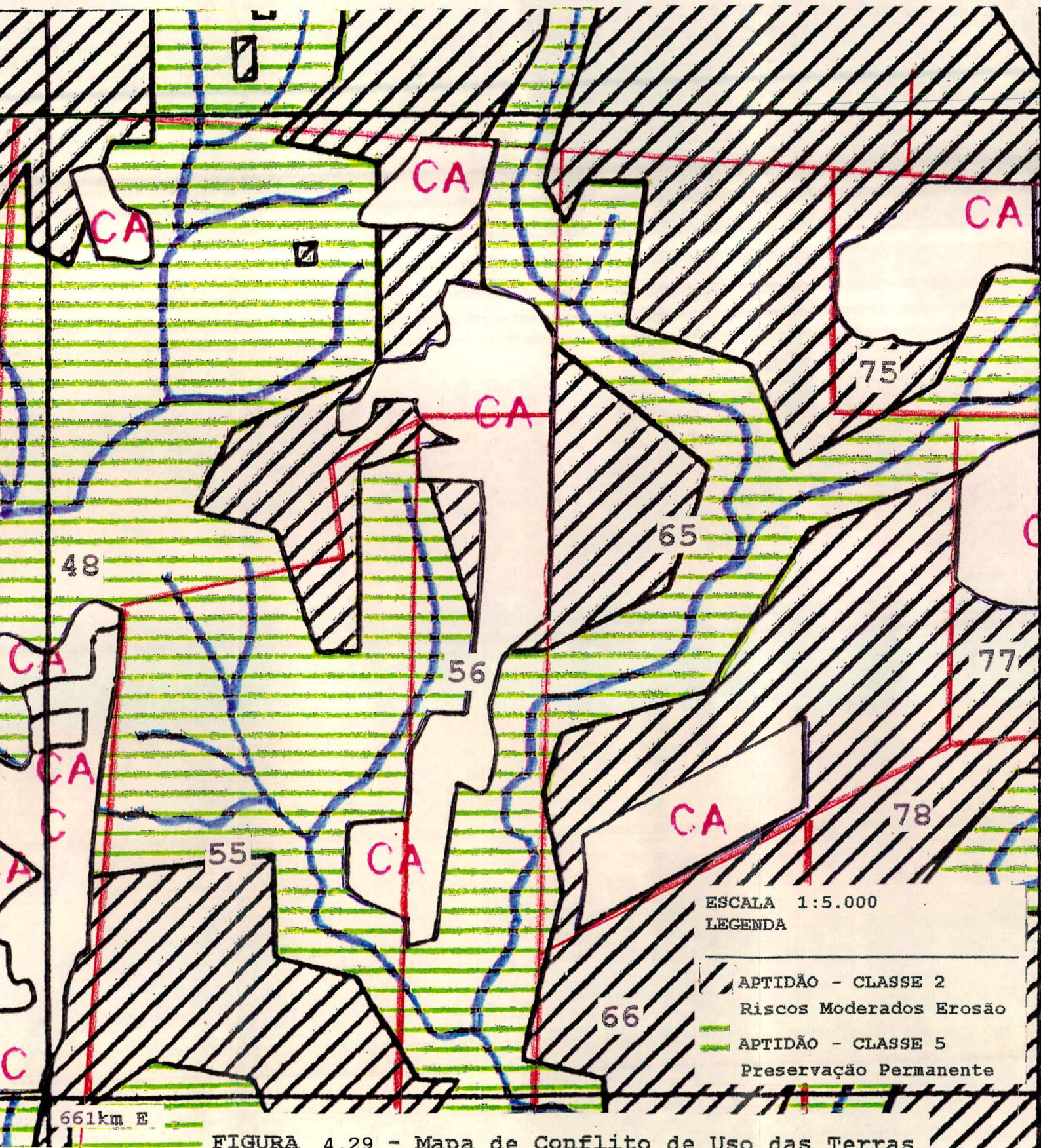


FIGURA 4.29 - Mapa de Conflito de Uso das Terras
 Quadricula 661/662kmE, 6838/6839kmN

TABELA 4.32 - Dados de solo, uso atual da terra e aptidão de uso da terra das glebas da Quadricula 661/682 kmE, 6838/6839 KmN

Gleba Nº	Área (ha)	Solo			Uso atual da terra em (ha)						Aptidão de uso			
		Cocal ha	%	Cerâmica ha	Cultura Anual	Capoeira	Mata Nativa	Pasto	Reflores- tamento	Classe 2 ha	%	Classe 5 ha	%	
48	10.72	3.41	31.85	7.30	68.15	3.02	3.89	2.98	0.82	0.0	3.63	33.87	7.09	66.13
55	30.59	17.24	56.36	13.35	43.64	8.30	2.77	7.48	12.06	0.0	12.66	41.38	17.93	58.62
56	17.74	6.53	44.28	8.21	55.72	3.01	5.70	1.90	6.91	0.22	5.57	37.83	9.16	62.17
65	24.89	20.57	82.64	4.32	17.36	2.16	0.00	14.96	3.57	4.20	17.03	68.40	7.86	31.60
66	17.41	3.72	21.34	13.70	78.66	2.89	0.82	11.80	0.0	0.91	12.66	72.70	4.49	25.81
75	8.04	8.04	100.0	0.0	0.0	2.19	2.30	0.22	3.33	0.0	5.57	69.35	2.46	30.65
77	7.35	6.91	94.12	0.43	5.88	1.50	1.52	0.22	4.11	0.0	5.92	80.59	1.43	19.41
78	52.46	25.58	48.76	23.25	6.92	0.0	1.34	48.18	2.94	0.0	30.21	57.58	20.18	38.47
Média	21.15	11.5	59.9	8.82	34.54	3.0	2.29	10.96	4.2	0.66	11.65	57.71	8.82	41.60

4.2.4.4 - Plano de Conservação do solo e controle da erosão

O solo não representa um recurso renovável a curto prazo e está disponível para uso em culturas anuais, apenas em quantidades limitadas na maior parte das microbacias de nossa região. A erosão geológica é um processo natural, responsável pelo aplainamento da crosta terrestre e a formação de solos, mas a interferência da atividade humana sobre o ambiente acelerou o processo erosivo, particularmente pelas mudanças induzidas sobre a cobertura vegetal e condições do solo.

Nas condições da área estudada o transporte de partículas de solo pela água da chuva é a principal causa de erosão. A erosão do solo é um dos maiores problemas que afetam a agricultura local e qualquer sistema de agricultura sustentável, obrigatoriamente terá que incluir práticas de manejo que minimizem a erosão.

A camada superficial do solo é a parte mais importante do perfil para o crescimento das plantas e seres vivos e suas propriedades físicas e químicas são responsáveis pela manutenção da fertilidade e pelo crescimento normal de vegetais. A perda do solo superficial e a exposição das camadas inferiores do perfil menos produtivas, irá trazer de forma crescente uma perda no desenvolvimento vegetativo e da condição sanitária, com severas conseqüências para o crescimento das plantas cultivadas na área da microbacia. Os subsolos em geral são inférteis, muitas vezes tem uma estrutura pobre e são usualmente mais facilmente erodidos que as camadas superficiais. A busca da manutenção da fertilidade em solos nos quais as camadas férteis foram removidas pela erosão, irá induzir os agricultores a incrementar o uso de fertilizantes e pesticidas, cujo excedente é transportado pela água, trazendo sobrecarga e poluição dos lençóis subterrâneos e da água superficial na rede de drenagem (Plate 1992, Carey 1990).

A severidade da erosão causada pela água depende da erosividade da chuva, da erodibilidade do solo, da topografia e do nível da biomassa vegetal que está sobre a superfície do solo. A erosividade da chuva, que resulta da combinação dos efeitos da quantidade de precipitação e da energia cinética da água de escoamento derivada da declividade do terreno, varia ao longo do ano. Na região da microbacia, o período de chuvas mais abundantes ocorre entre Dezembro a Março com uma maior concentração em Janeiro e Fevereiro, podendo alcançar precipitações médias mensais acima de

190mm, Figura 4.3. Qualquer programa de controle de erosão precisa suprir adequada cobertura do solo durante este período de maior risco, o qual coincide com o período de cultivo de milho, feijão e mandioca, cujas áreas são mantidas tradicionalmente capinadas e sujeitas a severa erosão nos estágios iniciais de desenvolvimento.

O tipo de solo e sua susceptibilidade influenciam a velocidade com se processa a erosão. As suas propriedades físicas influenciam a capacidade de infiltração e o modo como o solo pode ser desagregado e transportado. Na microbacia o solo da Série Cocal ocupa cerca de 35,19% da área total, Tabela 4.4 e ocorre em uma posição altimétrica entre 60m a 90 m, em sua maioria em condições de relevo ondulado a forte ondulado, Tabela 4.3. Na quadrícula utilizada para análise detalhada, Figura 4.28, chega a ocupar em média uma superfície de 59,9% da área total das glebas e está localizada na parte mais elevada do terreno, junto ao divisor de águas, Figura 4.12, Tabela 4.32. Por suas características físicas e químicas, profundidade do perfil, e da declividade onde ocorre é fortemente susceptível à erosão.

Utilizar uma parcela de terra de acordo com sua aptidão de uso será sempre melhor que tentar adequar suas condições e superar problemas que irão surgir pela sua alocação para propósitos inapropriados. Uma das dificuldades primárias em nossas condições é que existe pouca disponibilidade de terras adequadas à agricultura intensiva. Com isto as glebas de cultivo são também alocadas em encostas declivosas, o que tem resultado em considerável degradação das terras pela erosão. Manejo do solo e práticas de controle da erosão aplicadas a solos férteis apresentam em geral uma relação custo benefício favorável, porque elevam a produtividade. No entanto, sua adoção em solos inférteis é mais difícil, porque as perspectivas de obtenção de retorno e vantagens econômicas a curto prazo são baixas (Carey 1990, FAO 1989 a, FAO 1986, Lanzer & Mattuella 1988, Gittinger 1978).

A implementação de programas de controle da erosão na área estudada, dependem da disponibilidade de informação e do conhecimento das tecnologias de manejo do solo aplicáveis às condições da área rural. Entre as informações fundamentais para elaborar um plano de controle da erosão, a carta topográfica, mapa de declividade, mapa de solos, mapa da rede de drenagem, mapa do uso atual da terra e mapa da aptidão de uso das terras em escala apropriada desempenham um papel essencial, Figura 4.28.

A principal orientação para um plano de conservação do solo e controle da erosão, que poderia ser sugerido para a área da Quadricula 661kmE/662kmE e 6838kmN/6839kmN tomada para exemplificação, deriva do nível de informação da aptidão do uso da terra, Figura 4.28 e do mapa de conflito de uso das terras, Figura 4.29, onde é definido um zoneamento de aptidão Classe 2 para a área do solo Cocal. O seu melhor uso, dada sua alta susceptibilidade à erosão está representado pela utilização com fruticultura, pastagem e reflorestamento, que podem assegurar, quando adequadamente conduzidos, uma cobertura vegetal permanente ao solo.

O uso do solo desta área para culturas anuais, necessitaria da implantação de terraços que conduzam o excesso de água de precipitação para zonas vegetadas e escoadouros naturais da rede de drenagem. Segundo Wildner (1991) os terraços de drenagem de base média (6m de largura, 2 m de canal mais 4 m de camalhão) podem ser indicados para declives de 8% a 20% em regiões de precipitações elevadas. Sua locação em solos de textura média e em encosta de 8% de declividade por exemplo, necessitaria a demarcação a intervalos de 15,30m de distância horizontal a um desnível vertical de 1,22m. É fácil verificar que isto representaria nas condições de declividade existentes (8% a 20% e 20% a 40%) um investimento considerável por unidade de área e que os cultivos anuais praticados na região (milho e feijão) não oferecem retornos que possam justificar a sua adoção.

4.2.4.5 - Plano de reordenação da subdivisão do espaço territorial, segundo critério geomorfológico e de aptidão de uso da terra

O melhoramento da estrutura agrária tem por base a proposição de uma mudança no uso a ser atribuído ao espaço rural e que irá adaptá-lo a uma nova política, baseada em conceitos de economia ambiental (Wicke 1993) e de desenvolvimento econômico ambiental sustentável (Turner 1993).

O replanejamento da estrutura agrária busca através da racionalização da produção e do uso dos recursos naturais, manter uma atividade rural competitiva e sustentável. A reordenação do espaço rural torna-se cada vez mais necessária para poder incorporar possibilidades não apenas de cultivos, mas ligadas a infra-estrutura, lazer, recreação, indústria, mineração, manutenção de reservas e produção de água e

preservação da diversidade biológica (Bundesministerium Für Ernährung Landwirtschaft Und Forsten 1994). O saneamento da estrutura do espaço rural pode ser alcançado pela reaglutinação de parcelas, superposição de caminhos agrícolas, ordenação do uso da água e recuperação do solo. Nas condições locais analisadas uma excessiva subdivisão de parte do espaço das propriedades rurais tem-se mostrado inadequada e conduzido a formas de exploração da terra ineficientes e predatórias, Figura 4.29.

A reestruturação do espaço pode restaurar a economia rural por viabilizar formas de economia mais eficazes e reduzir custos, elevar a produtividade e produção e possibilitar a ampliação dos postos de trabalho e dos ganhos econômicos das famílias rurais. Uma unidade de espaço territorial econômica e ambientalmente viável, apresenta duas características fundamentais:

i) - Detém um espaço suficiente para comportar uma ou mais atividades produtivas que apresentem uma relação custo benefício favorável ao produtor.

ii) - Está assentada sobre uma base de recursos naturais que apresentam uma qualidade ambiental suficiente para suportar a vida indefinidamente.

Com base nestes princípios foi elaborada uma proposta de reordenação da subdivisão do espaço territorial dentro de um critério geomorfológico e de aptidão de uso das terras, no qual as divisas administrativas entre parcelas são locadas orientadas basicamente pelos divisores de águas, Figura 4.30, Figura 4.31 e que é aplicado ao espaço da Quadrícula 661kmE/662kmE e 6838kmN/6839kmN, tomada como exemplo.

Ambos critérios conduzem a um resultado semelhante, na medida que preocupam-se em assegurar que cada parcela rural seja contemplada com um ecossistema ambiental completo em termos de recursos de topografia, solos e água. A sua dimensão pode ser variável em função dos recursos ambientais, mas deve assegurar que cada parcela disponha de uma quantidade de área suficiente para comportar uma atividade econômica e ambiental sustentáveis.

Isto significa por exemplo, que em 20 ha de solos aptos para culturas anuais, uma unidade de agricultura familiar que seja capaz de operar 5 ha de cultivos anuais, pode num ciclo de 3 anos de cultivo e 6 anos de pousio para cada fração de 5 ha, manejar uma gleba de 20 ha sem conduzir o solo a sobreuso.

Em áreas onde o componente de preservação de mananciais assume relevância, o tamanho da parcela será de ordem à assegurar a manutenção deste espaço como

atividade econômica de preservação remunerada ao produtor rural, que no caso exerce a atividade de assegurar produção de água potável, uma vez que a água é um bem econômico industrializado (tratado), entregue para consumo à jusante a preços de mercado, para a população dependente. Encostas declivosas, que comportam apenas atividades de florestamento, pastagens, preservação da flora e fauna ou lazer, compõem também unidades econômicas que deverão assumir uma área compatível com estes objetivos, mas cuja dimensão estará fortemente influenciada pelo contexto geomorfológico e aptidão local dos recursos.

No caso da análise efetuada para a quadrícula das Figuras 4.30 e 4.31, o espaço de 100ha submetido à subdivisão por divisores de água, comportou 6 parcelas que incorporam áreas das classes de aptidão existentes (2 e 5) de forma equilibrada em termos de disponibilidade de solos, água e topografia.

4.2.4.6 - Planejamento de glebas individuais

Planos de uso da base dos recursos de solo e da água, zoneamento de cultivos, previsão de safra, mapeamento da fertilidade, locação de caminhos e açudes, podem ser derivados para parcelas individuais existentes na microbacia a partir de banco de dados do SIMIEA.

Além de orientar o produtor sobre a condução de atividades de uso da terra de forma não detriminante aos recursos ambientais, as informações geradas são de grande importância para a tomada de decisão sobre as possibilidades econômicas de produção da gleba e sua compatibilização com demandas do mercado local e regional (Mcnish 1990, Mcnish 1992, Ratcliffe 1993). Utilizando-se as informações que podem ser geradas pelo SIMIEA, as regras básicas de desenvolvimento sustentável podem ser introduzidas em termos locais, a nível dos agentes econômicos de produção e consumo do meio rural (fazendas, propriedades rurais familiares, indústrias), nas quais políticas de intervenção locais referentes ao uso do espaço e poluição, podem desempenhar um papel decisivo na recuperação e preservação da base dos recursos ambientais (Doedens 1995, Federal Environment Ministry 1995 b, Turner 1993).

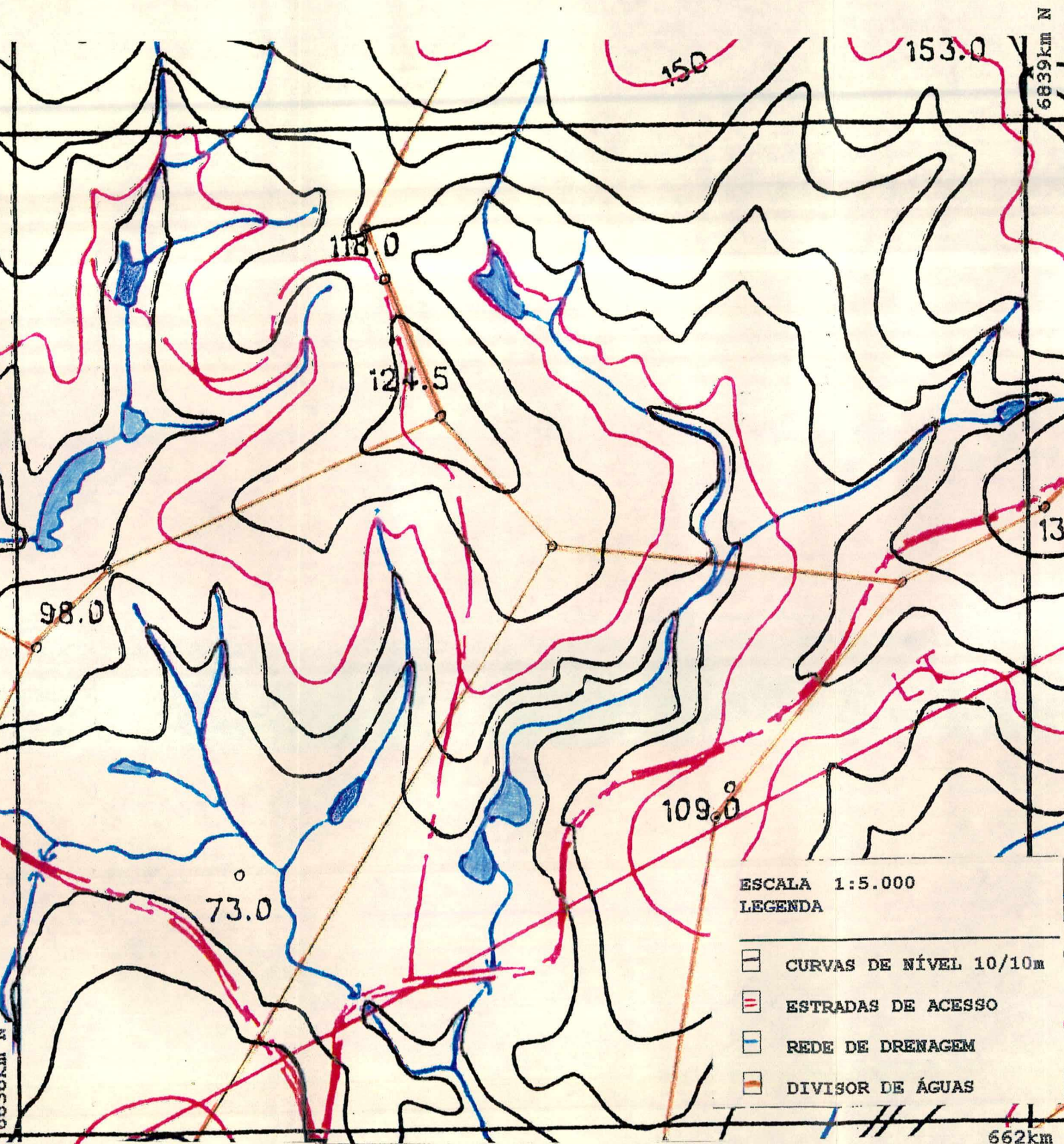


FIGURA 4.30 - Plano de Reordenação da Subdivisão do Espaço Territorial, segundo critério Geomorfológico, Quadricula 661/662kmE, 66838/6839kmN (1km²/100,0ha)

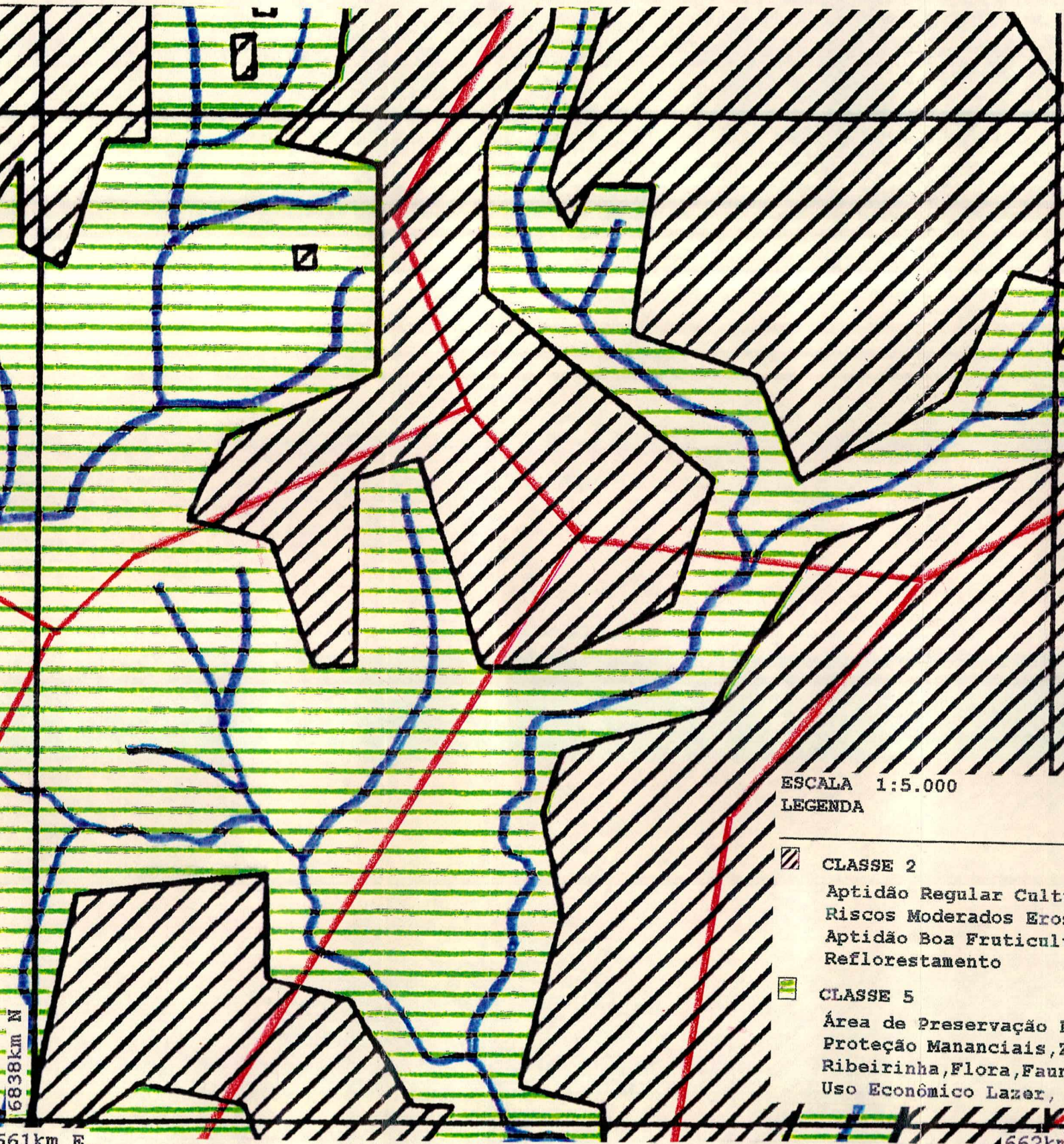


FIGURA 4.31 - Plano de Redimensionamento de Parcelas Rurais segundo critério de Aptidão de Uso das Terras, Quadricula 661/662kmE, 6838/6839kmN (1km²/100,0ha)

4.2.5 - Políticas de desenvolvimento local

Os planos municipais de desenvolvimento necessitam incorporar planejamento para a área urbana e rural. Além de orientar investimentos locais, precisam adequar os processos de desenvolvimento do município à políticas de nível nacional e regional. Por estas razões as autoridades locais são as principais responsáveis pelo desenvolvimento futuro de sua comunidade. Representam a principal fonte indutora de um comportamento orientado para a preservação ambiental, porque detém a responsabilidade local, direta e indireta de intervenção (Doedens 1995, Federal Environment Ministry 1995 b).

A definição de políticas de intervenção locais, sejam econômicas ou ambientais, precisam estar alicerçadas em dados precisos sobre o estado da economia e dos recursos ambientais. O conjunto de dados e informações organizado na forma do SIMIEA, pelo fato de detalhar as características do território do município em seu contexto geográfico, econômico e social, possibilita elaborar proposições objetivas de intervenção no sistema atual de uso da base dos recursos e atingir objetivos de minimização do desgaste ambiental e maximização dos resultados econômicos da atividade produtiva.

Como exemplo de medidas de intervenção econômico ambientais exercitadas sobre o modelo da microbacia do Rio Cocal, podem ser citadas as orientações para locação de um reservatório para abastecimento de água para abastecimento urbano, Figura 4.26, a reorientação da subdivisão do espaço territorial, para obtenção de parcelas rurais dimensionadas em função da base de recursos e de sustentabilidade econômica, Figura 4.30, Figura 4.31.

4.2.5.1 - Intervenções ambientais

A proteção dos recursos naturais a nível de comunidade passou a incorporar o debate dos programas de proteção ambiental, após a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento, Rio 1992 e sobre o Clima, Berlim 1995 (Doedens

1995, Federal Environmental Ministry 1995 b). Particularmente relevantes são medidas de proteção ambiental de responsabilidade das autoridades locais que alcancem agentes econômicos individuais, nas quais a lei oferece um suporte do controle das formas de perturbação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (Silva 1994).

Como decorrência da caracterização dos dados sobre desgaste ambiental e como medidas de proteção ambiental na área da microbacia derivadas da integração de dados do SIMIEA, podem ser mencionadas orientações para intervenções ligadas ao controle da poluição dos recursos hídricos, medidas de controle da expansão urbana sobre as áreas da zona de perigo de inundação, planos de manejo dos solos em função de sua aptidão de uso e controle da erosão. As informações geradas pelo SIMIEA oferecem orientações para um novo direcionamento do desenvolvimento do uso da base dos recursos, na medida que caracteriza transgressões ambientais e orienta a aplicação da legislação (Statistisches Bundesamt 1994).

4.2.5.2 - Intervenções econômicas

Planos de desenvolvimento municipal buscam integrar as vocações e especificidades locais ao contexto econômico regional e global.

A economia do Município de Cocal do Sul está assentada basicamente sobre a atividade industrial (47 indústrias) das quais a indústria cerâmica é o principal empregador. É um município densamente povoado (150,8 hab/km²), sendo que 78% da população reside na área urbana e 72% possuem um rendimento mensal entre um e quatro salários mínimos, Tabela 4.19, Tabela 4.20. O principal mercado do município, localiza-se cerca de 20km de distância na cidade de Criciúma (160.000 habitantes).

No contexto do município, a área da microbacia apresenta uma baixa densidade demográfica (20,9 hab/km²), sendo mantida em grande parte com mata nativa (45,61%), Tabela 4.15. Entre as atividades de uso da terra ligadas à agricultura, 20,85% da área está alocada para pastagens, embora a pecuária bovina de corte/leite seja inexpressiva na economia oficial do município, enquanto que existe um mercado urbano considerável para produtos lácteos, que são supridos por fontes de outras regiões. Culturas anuais (11,07% da área) embora indispensáveis ao auto consumo das famílias rurais,

apresentam pequena competitividade econômica no mercado regional. Por outro lado, o cultivo da banana encontra uma condição ambiental bastante favorável, mas ocupa apenas 3,88% da área, Tabela 4.27 e apresenta um nível de produtividade baixo, Tabela 4.26.

Na produção animal a microrregião destaca-se na produção de mel, Tabela 4.23, mas no município e na microbacia a atividade é incipiente, embora com uma reserva florestal expressiva.

O mercado local e da cidade de Criciúma é suprido com hortaliças oriundas de outros municípios e estados, conforme constatado durante a fase de levantamento, ao mesmo tempo que são praticados apenas incipientemente cultivos comerciais de hortaliças na microbacia.

A exploração florestal ligada ao eucalipto (construção civil, lenha e carvão) apresenta importância microrregional, Tabela 4.24 e na microbacia que apresenta uma vocação florestal evidente, em virtude de seu contexto de solos e topografia, o reflorestamento ocupa somente 7,34% da área total.

Os solos com melhor vocação agrícola e passíveis de conduzir cultivos irrigados, Solo Vila Nova (13,73% da área) e Cerâmica (25,60% da área), vem sendo ocupados para fins residenciais pela expansão urbana.

O processo natural e desavisado de expansão urbana sobre a área de perigo de inundações, localizada sobre o solo Vila Nova, nas proximidades do canal de drenagem do Rio Cocal, indica ser errôneo e demandar custos futuros dispensáveis de ações da defesa civil e prejuízos econômicos.

O subsolo da região ocupada pela Formação Rio do Sul, apresenta reservas expressivas de argila, Figura 4.11 e cuja exploração futura precisa ser direcionada, sob pena de inutilizar a superfície de vastas áreas para usos econômicos e ambientais alternativos.

A baixa densidade populacional da microbacia, a sua condição de reserva natural de armazenagem de água para abastecimento da cidade (figura 4.26), a preservação da natureza e da paisagem local, oferecem uma alternativa natural com vocação para atividades de lazer e recreação associadas a atividades econômicas de preservação. Estas podem também estar associadas à tradição, competência artesanal e gastronomia da população de origem italiana local, no direcionamento para uma atividade econômica de

turismo rural. A avaliação sumarizada do potencial econômico local, indica um campo diversificado de oportunidades de desenvolvimento e de intervenção do poder municipal na coordenação da economia do município e sua integração regional.

O modo de levantamento e integração de dados proposto pelo SIMIEA, traz à tona as alternativas de melhor uso dos recursos naturais e construídos para suporte do setor econômico. Caracteriza também dentro de uma orientação estatística, recursos subutilizados, sobreutilizados e modificações no estoque dos bens naturais que resultam da atividade econômica, o que está de acordo com os objetivos de uma estatística econômico ambiental (Statistisches Bundesamt 1994) e com o planejamento do desenvolvimento sustentável (Boutros-Gahli 1995, Federal Environment Ministry 1995b, Turner 1993, Strong 1990, Sachs 1986 a).

Como indicações econômicas para intervenção ambiental podem ser citados o dimensionamento de investimentos para maximização do uso dos recursos, como no caso da implantação de um reservatório e infra-estrutura para controle de inundações, Figura 4.28, para investimentos no aperfeiçoamento da malha viária e reordenação da estrutura agrária, que apresentam fortes repercussões sobre o estado atual da água, erosão do solo e assoreamento da rede de drenagem, Figura 4.1, Figura 4.31.

Um programa de desenvolvimento da produção na área rural analisando custos/benefícios a partir dos dados do SIMIEA, pode apontar benefícios como um valor incrementado de “output” como no caso da banana, pela substituição por variedades mais produtivas, ou uma redução de custos no tratamento de água pelo SAMAE, na medida que a rede de drenagem é despoluída à montante da captação.

Valores incrementados de produção na microbacia podem ser obtidos pelo aumento da produção física em diversos cultivos existentes, como ampliação da área de arroz irrigado, renovação de pomares antigos de pessegueiros por variedades modernas, incremento na correção e fertilização das áreas de cultivo dedicadas à batata inglesa, especialização do uso das pastagens com gado leiteiro, alocação de solos Vila Nova e Cerâmica para cultivos de hortaliças irrigados, ampliação do plantio de espécies florestais, entre outros.

O benefício de tais programas podem também ser medido por um incremento local na oferta de postos de trabalho, porque a simples ampliação do volume da produção viabiliza a incorporação de processos de agregação de valor, com relação à

seleção, preparo para o mercado e industrialização de produtos rurais, redundando em maior competitividade junto ao mercado regional.

Finalmente, entre outras alternativas, benefícios também podem ser obtidos pelo aperfeiçoamento do mercado, alterando-se o local e a época nos quais os produtos são comprados e vendidos. Além de intervenções que reorientam o valor temporal dos produtos (armazenagem) outras intervenções incluem a difusão de informações sobre o mercado regional e deslocamento de produtos do local de produção (onde os preços são baixos) para os locais onde os produtos estão sendo demandados (preços mais altos), Gittinger (1978).

4.2.6 - Avaliação dos resultados em relação às hipóteses e aos objetivos da pesquisa

O resultado obtido através da pesquisa ambiental efetuada, atende à preocupação de serem estruturados instrumentos, que auxiliem no planejamento de um desenvolvimento econômico futuro, ambientalmente compatível e para orientar um melhor manejo dos recursos ambientais.

A integração dos conhecimentos das Ciências de Engenharia, Ciências Naturais e da Ciência Econômica efetuadas, possibilitaram uma melhor compreensão sobre como as interações da atividade antropogênica causam sobrecarga ambiental e determinam conseqüências sobre a atividade de produção. Os resultados do levantamento e sistematização de dados, evidenciam também, a perspectiva de que os problemas ambientais encontram no desenvolvimento da pesquisa e do conhecimento a sua principal oportunidade de solução.

Os modelos descritivos, estatísticas econômicas e modelos preditivos obtidos no trabalho de pesquisa, são apenas parte das possibilidades que um tal banco de dados e processo de integração e modelagem podem gerar, mas evidenciam o poder de resolução de problemas que o SIMIEA pode processar.

Em relação à primeira hipótese, o emprego dos métodos e tecnologia disponível em nossas condições, possibilitou confirmar de que é possível estruturar um sistema de informações econômico ambientais a nível municipal, SIMIEA, baseado em unidades espaciais naturais de microbacias hidrográficas, acessível e operacional em meio gráfico e

ou computacional. Isto está também de acordo com as proposições da Agenda 21, que considera que para a área de dados ambientais é necessário formular um sistema compreensível de administração de dados. Está também de acordo com a opinião de países avançados de que uma tarefa importante da pesquisa é desenvolver sistemas de informação de fácil uso, para integração de dados ambientais e sócio econômicos, que tenham como objetivo apoiar o processo de tomada de decisão sobre o uso dos recursos ambientais (Federal Environment Ministry 1995).

Com relação à segunda hipótese, a quantificação em grande escala (1:20.000) da base dos recursos ambientais e a introdução de princípios da Estatística Ambiental, confirmaram a possibilidade de viabilizar uma base racional de contabilização de tais bens, permitindo que se efetuem cálculos sobre os recursos naturais, objetivo central de demonstração proposta. O trabalho de pesquisa realizado indicou que a hipótese pode ser aceita e que é possível incorporar ao SIMIEA modelos econômico ambientais preditivos, que informem indícios da direção de um desenvolvimento econômico sustentável (Statistisches Bundesamt 1994, Turner 1993, Wicke 1993).

Com relação aos objetivos da pesquisa, os resultados indicam que foi possível desenvolver e testar experimentalmente um modelo de um sistema de informações econômico ambientais e operar processos de integração e modelagem de dados sobre a base dos recursos da microbacia, adotada como unidade experimental.

Os resultados possibilitam também efetuar recomendações sobre critérios de levantamento, nível de escala de levantamentos, tipos, modo de organização, para estruturação de um banco de dados econômico ambientais para ser operado a nível local.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - Conclusões

5.1.1 - Quanto ao modelo conceitual do Sistema Municipal de Informações Econômico Ambientais, SIMIEA

i) - O modelo conceitual do SIMIEA, organizado por unidades espaciais de microbacias hidrográficas e estruturado por modelos ambientais biofísicos descritivos, estatísticas econômico ambientais e modelos econômicos ambientais preditivos, atende a requisitos de um banco de dados georeferenciado, capaz de suprir informações detalhadas para o processo de desenvolvimento econômico e ambiental municipal.

ii) - O levantamento a nível de microbacia hidrográfica e a estruturação dos dados ambientais através de níveis de informação sobre clima, planialtimetria, relevo, geologia, solos, recursos hídricos, malha viária, subdivisão territorial e uso atual da terra, constituem uma entrada de dados mínima para a estruturação de um sistema de informações de recursos ambientais biofísicos, que tenha como objetivo o planejamento do uso sustentável da base dos recursos ambientais.

iii) - O levantamento de dados sobre o processo econômico de produção e consumo, sobre as modificações no estoque de bens naturais e construídos e seu desgaste, a sua organização na forma de um banco de dados de estatísticas econômico ambientais e sua integração com dados biofísicos ambientais, viabiliza a formulação de modelos econômico ambientais preditivos, de relevância para o processo de tomada de decisão sobre o uso da base dos recursos ambientais locais.

iv) - Os modelos econômico ambientais preditivos gerados pelo SIMIEA, oferecem subsídios objetivos para formulações de políticas que compatibilizem o desenvolvimento econômico com o desenvolvimento ambiental, pela melhora que podem trazer na eficiência de uso dos recursos dentro de uma orientação futura de minimização do desgaste e da degradação ambiental.

5.1.2 - Quanto à contribuição ao processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas

v) - O SIMIEA contribui para o processo de otimização do uso dos recursos ambientais em microbacias hidrográficas, na medida que propõe um método para descrição do sistema ambiental em uma forma georeferenciada de grande escala (1:20.000), em relação aos seus principais componentes biofísicos naturais e construídos, quantifica as atividades econômicas sobre esta base de recursos, caracteriza estatisticamente modificações no estoque de bens ambientais resultantes da atividade econômica, oferece indicações para intervenções econômicas, ambientais e para políticas de desenvolvimento local.

5.1.3 - Quanto ao critério de abordagem a nível de microbacia e município

vi) - A abordagem para caracterização de modelos ambientais a nível de microbacias hidrográficas é eficaz para propósitos de gestão ambiental, porque a microbacia constitui uma unidade natural do espaço territorial, que possui recursos e possibilidade de desenvolvimento econômico específicas e porque a gestão econômico ambiental deve priorizar a intervenção em subsistemas ambientais pequenos (município, microbacia, fazenda) uma vez que estes, quando submetidos à atividade humana, alteram-se de acordo com uma velocidade maior do que os sistemas maiores que os contém.

5.1.4 - Quanto à avaliação e planejamento do uso de recursos em parcelas

vii) - Pelo nível de escala adotado, o SIMIEA possibilita obter informações sobre a parcela, necessárias para um grande conjunto de atividades e usuários como proprietários, avalistas, autoridades, planejadores, sobre o estado físico e econômico dos recursos associados a cada parcela, podendo evoluir para um Cadastro Técnico Multifinalitário, pela incorporação de dados abstratos como propriedade, divisas administrativas, valor da terra, constituindo-se neste aspecto na principal base de dados para o desenvolvimento municipal.

5.1.5 - Quanto ao levantamento de Estatísticas Econômicas e Ambientais locais

viii) - O levantamento sistemático de dados de estatísticas econômicas e ambientais sobre quais recursos naturais, através da atividade de produção e consumo são desgastados, depreciados ou perturbados, possibilita caracterizar estatisticamente o estado ambiental atual e modificações no estoque de bens naturais, sendo indispensável para orientar processos de intervenção que conduzam ao uso sustentável da base dos recursos ambientais.

5.1.6 - Quanto à economia ambiental

ix) - O banco de dados e a geração de informações que podem ser obtidas pelo SIMIEA, favorecem a definição e implementação de políticas de intervenção econômicas e o desenvolvimento de uma economia ambiental sustentável, porque suas informações podem estar alicerçadas em dados precisos e atualizados sobre o estado da economia e dos recursos ambientais e suas interações nas microbacias, que constituem o território municipal.

5.1.7 - Quanto à pesquisa ambiental

x) - A abordagem efetuada pelo modelo conceitual do SIMIEA quanto a integração de dados econômicos e ambientais a nível de propriedade, microbacia e município, representa um campo fértil de pesquisa, podendo desdobrar-se em uma nova área de conhecimento, ligado a um novo modelo de análise econômica e ambiental e da economia ambiental, que pode ser definido como Microeconomia Ambiental.

5.1.8 - Quanto à Políticas de Desenvolvimento Municipal e Integração Regional

xi) - O processo coordenado de levantamento e registro de dados, sobre o potencial dos recursos, modo de produção, economia local, regional e a análise das oportunidades de integração regional evidenciadas pelo SIMIEA, oferece orientações objetivas para a definição de Políticas Municipais de Desenvolvimento Municipal.

5.2 - Recomendações

5.2.1 - Quanto aos recursos tecnológicos disponíveis para análise econômica e ambiental do território municipal

i) - A principal limitação existente para a estruturação de modelos de desenvolvimento econômico ambiental a nível de municípios, baseado em sistemas de informações dos recursos ambientais é a indisponibilidade de cartas topográficas oficiais atualizadas, em escalas apropriadas ao planejamento rural e urbano (1:25.000 ou maior). As cartas topográficas oficiais disponíveis em Santa Catarina na escala 1:50.000 e 1:100.000, são derivadas de aerolevanteamento efetuado em 1966 e não estão mais adequadas para representar o estado da base dos recursos naturais e construídos, que alterou-se profundamente nos últimos 30 anos.

É prática corrente em países desenvolvidos e de vital importância, que o Estado responsabilize-se em suprir infra-estrutura básica para o planejamento do desenvolvimento. Um dos componentes críticos desta infra-estrutura está representado por cartas topográficas produzidas ou atualizadas por fotografias aéreas oriundas de aerolevanteamentos recentes. Estes representam a melhor tecnologia atualmente disponível para obtenção precisa e acurada de registros, para análise do conhecimento dos recursos naturais e construídos, dentro do contexto de uma economia progressiva.

Mapas de grande escala são a única base segura para estes registros e deve ser recomendado, que seja efetuada dentro da brevidade possível, a atualização e aperfeiçoamento da base cartográfica do território, para viabilizar o planejamento do desenvolvimento de uma economia ambiental sustentável, conforme comprometimento manifestado pelas autoridades de nosso país na Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, Rio 1992.

5.2.2 - Quanto à difusão do SIMIEA

ii) - O SIMIEA, por ser um sistema de informações econômico ambientais aplicado a um contexto administrativo de grande escala, por atender à necessidade de estruturar uma base de dados efetiva ao processo de planejamento do desenvolvimento

sustentável e monitoramento sistemático do uso da base dos recursos locais, pode ser recomendado para difusão entre as autoridades municipais.

O SIMIEA pode ser estruturado e operado tanto em uma base gráfica/manual como em meio computacional. A tecnologia representa apenas um dos componentes do sistema, que pode trazer um grande ganho no aperfeiçoamento da capacidade de manejo, uso prudente e preservação de recursos ambientais escassos. Fundamentalmente o que é essencial é instituir uma equipe técnica que elabore um banco de dados, maneje o sistema de informações e desenvolver mecanismos locais, administrativos e legais, que orientem o uso dos recursos localizados no território municipal.

Países em desenvolvimento são aqueles que mais urgentemente necessitam sistemas de informação, que orientem a tomada de decisão, para prevenir o desperdício de seus recursos ambientais escassos. Dentro desta concepção é recomendável, que dentro de uma condição de escassez de recursos financeiros municipais, o SIMIEA seja estruturado inicialmente para operação em meio manual/gráfico, evoluindo progressivamente para um modelo computacional baseado em SIG. Deverá ser estruturado preferentemente a partir de um aerolevante atualizado, em escala de fotografias 1:18.000 ou maior e que seja associado a um levantamento para mapeamento cadastral urbano e quando possível, em consórcio com outros municípios, porque nestas condições apresenta um relação custo benefício que viabiliza a sua implantação.

5.2.3 - Quanto à reordenação do uso do espaço territorial e controle da degradação do solo

iii) - A forma atual de subdivisão do espaço territorial, o dimensionamento de parcelas rurais e sua locação em relação à base dos recursos naturais, não favorece a estruturação de unidades de produção econômica e ambientalmente sustentáveis. Medidas de longo prazo, para reordenação do uso do espaço, saneamento do território rural, aglutinação de parcelas, superposição de caminhos rurais e controle da erosão do solo, que favoreçam as atividades econômicas sobre a base dos recursos naturais segundo sua aptidão de uso, devem ser a principal orientação para uma Política de Reforma Agrária, que necessariamente está contida num modelo de desenvolvimento econômico e ambiental sustentável.

5.2.4 - Quanto ao monitoramento de recursos hídricos

iv) - O levantamento dos corpos de água e o monitoramento do estado dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas são atividades fundamentais para normatizar e compatibilizar os diferentes interesses de uso e preservação da disponibilidade e qualidade da água a nível local. Cabe às autoridades municipais a principal responsabilidade na aplicação de medidas de saneamento ambiental, controle do uso abusivo, emissão de efluentes e resíduos que comprometam a qualidade de águas superficiais e subterrâneas. Recomenda-se ao poder público municipal, que face à crescente escassez dos estoques de água potável e o estágio avançado de poluição das águas superficiais, que urgentemente estruturarem-se institucional e legalmente para efetuar a gestão dos recursos hídricos municipais e exerçam o seu poder direto e indireto de intervenção.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAAYI,E, Untersuchung der Einsatzmöglichkeit von Satellitenaufnahmen für die Topographische Kartenherstellung in Entwicklungsländern, Hannover, 1993, Docket-Ingenieur Dissertation, Universität Hannover, 121p
- ALTHOFF,D,A, Dados municipais e estaduais sobre agricultura, Urussanga, EEU/EPAGRI, 1991, 30p
- ASSAD,E,D, & SANO,E,E, Sistema de Informações Geográficas : aplicações na agricultura, Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1993, 274p
- BADEN WÜRTTEMBERG MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG
LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT, 25 Jahre Flurbereinigung in Baden
Württemberg, Stuttgart, 1979, 98p
- BÄHR,H,P, & VÖGTLE,T, Digitale bildverarbeitung : Anwendung in
Photogrammetrie, Kartographie Und Fernerkundung , Karlsruhe, Wichmann,
1991, 328p
- BARLOWE,R, Land Resource Economics, the economics of real property
Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1972, 616p
- BARRETT,E,C, & CURTIS,L,F, Introduction to environmental Remote Sensing,
London, Chapman & Hall, 3rd.Ed, 1992, 425p
- BARWINSKI,K, Multipurpose cadastral systems in the Federal Republic of Germany,
management and uses, In: Seminário Internacional sobre Cadastro Rústico e
Urbano Multifuncional, Lisboa, 20-25 Novembro 1989, Anais, Instituto Geográfico
e Cadastral de Lisboa, p15-20
- BEEKMAN,G,B, Qualidade e conservação da água , Brasilia, Instituto Interamericano
de Cooperação para Agricultura, 1996, 26p
- BISCHOF,W, Abwassertechnik, Stuttgart, Teubner, 1993, 629p
- BLACHUT,J,T, Cadastre, various functions characteristics, techniques and planning
of land records system , Wancouver, Canada National Council, 1974, 157p
- BLACHUT,J,T, CHRZANOSKI,A, & SAASTAMOJNEN,J,H, Urban surveying and
mapping , New York, Springer Verlag, 1979, 372p
- BLACK,C,A, Methods of soil analysis , Madison, American Society of Agronomy,
1965, ASA.Agronomy.9
- BLACK,P,E, Watershed hydrology , Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1991, 408p

- BOUTROS GHALLIB, An agenda for development, New York, United Nations Publications, 1995, 132p
- BRAGA,H,J, Previsão agrícola : uma nova abordagem, uso do scanner aerotransportável e redes neurais , Tese Doutorado, UFSC, Centro Tecnológico, Programa de Pós - Graduação em Engenharia da Produção, Florianópolis, 1995, 197p
- BRASIL, Ministério Extraordinário para Assuntos Fundiários, Coletânea : Legislação Agrária, Legislação de Registros Públicos, Jurisprudência, Brasília, 1983, 784p
- BRASIL, Constituição : República Federativa do Brasil , Brasília, Câmara dos Deputados, 1988, 292p
- BRASIL, Provida/SC, Brasília, Ministério da Ação Social, Secretaria Nacional de Saneamento, 1991, 160p
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, Bericht Der Bundesregierung Über Die Konferenz Der Vereinten Nationen Für Umwelt Und Entwicklung, Juni 1992, Rio de Janeiro Bonn, 1992, 76p
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, Neuartige waldschäden, Bonn, 1991, 32p
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, Agrarstructurelle Vorplanung, Münster, Landwirtschaft Verlag 1994, 256p
- CANSIER,D, & RICHTER,W, Erweiterung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung um Indikatoren für eine nachhaltige Umweltnutzung , Frankfurt, Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht, Juni 1995,p231-60
- CAREY,B,W, Soil conservation - An Essential component of sustainable agriculture, In: Proceedings of The First International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1990, Queensland Dept. of Primary Industries
- CARVER,A,J, Fotografia aérea para planejadores do uso da terra , Brasília, MA/ SNAP/SRN/CCSA, 1988, 77p
- CASPNut, Centro de Assessoria em Saúde Pública e Nutrição, Censo Sócio-Econômico de Cocal do Sul, Relatório Final, Içara, 1993, 51p
- CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resoluções do Conama, Brasília, IBAMA, 1992, 245p
- DALE,P,F, & MCLAUGHLIN,J,D, Land information management, an introduction with special reference to cadastral problems in third world countries , Oxford,

- Oxford University Press, 1990, 259p
- DEUTSCHLAND, Enquete Kommission Schutz de Erdatmosphäre, Schutz der Grunen Erde , Economica Verlag, Bonn, 1994, 702p
- DOEDENS,H, Technical options for local authority waste management, In: Federal Environment Ministry, Environment Policy - Local authority climate protection in the Federal Republic of Germany, Bonn, 1995
- EMPASC, EMP.CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Zoneamento Agroclimático do Estado de Santa Catarina, Porto Alegre, Pallotti,1978, 150p
- ERLICH,P,J, Pesquisa operacional , curso introdutório , São Paulo, Atlas 1982, 279p
- FAO, A framework for land evaluation , Rome, FAO 1976, Soils Bulletin 32,263p
- FAO, Micronutrients and the nutrient status of soils , Rome, FAO, 1982, Soils Bulletin 48, 444p
- FAO, Management of upland watersheds : participation of the mountain communities Rome, FAO, 1986, Consultation Guide 8, 199p
- FAO, Watershed management field manual, road design and construction in sensitive watersheds, Rome, 1989 a,FAO Consultastion Guide 13/5, 196p
- FAO, Manual de campo para el manejo de cuencas hidrográficas, medidas y praticas para el tratamiento de pendientes, Rome, 1989 b, Guia FAO Conservacion 13/3, 171p
- FAO, Agro-ecological land resources assesment for agricultural development planning, a case study of Kenya , Rome, FAO, 1991, 136p
- FAO, Guidelines for land-use panning , Rome, FAO, 1993, Development Series1, 96p
- FAO, Water harvesting for improved agricultural production , Rome, FAO, 1994,424p
- FARLEY,R, Sustainable agriculture in Australia, a farm sector view, In: Proceedings of The First International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1990, Queensland Dept. Of Primary Industries, p19-1
- FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, Environmental protection in Germany - National report of the Federal Republic of Germany for the United Nations Conference on Environment and Development , June 1992 in Brazil, Bonn, Economica Verlag, 1992 a, 233p

- FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, Environmental protection in Germany, Bonn, Economica Verlag, 1992 b, 232p
- FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, Environmental policy, german strategy for sustainable development, Bonn, 1994, 41p
- FEDERAL ENVIRONMENT MINISTRY, Environment policy - Climate protection in Germany, Bonn 1995 a, 141p
- FEDERAL ENVIRONMENT MINISTRY, Environment policy - Local Authority climate protection in the Federal Republic of Germany, Bonn, 1995 b, 175p
- FERREIRA, A, B, H, Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, Rio de Janeiro Nova Fronteira, 2ª.Ed, 1986, 1838p
- FIEBIG, K, H, & KALLEN, C, Community-level Climate Protection, Global Challenges to Local Politics, In: Federal Environment Ministry, Environment Policy, Climate Protection in Germany, 1995 a, pg 9-14
- GITTINGER, J, P, Economic analysis of agricultural projects, Baltimore, John Hopkins University Press, 1978, 221p
- GOODLAND, R, DALY, H, E, & EL SERAPY, S, Environmentally Sustainable Economic Development, Washington, World Bank, 1991, 85p
- GTZ, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT GmbH, Controle da erosão no Paraná, Brasil : Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo, Eschborn, GTZ, 1991, 268p
- GTZ, Dorfentwicklungsplan Gimble, Mönchengladbach, 1993, 145p
- GTZ, Geographische Informationssysteme, Eschborn, GTZ, 1994, 99p
- HAHN, H, Wassertechnologie, Berlin, Springer Verlag, 1987, 304p
- HARTMANN, L, Biologische Abwasserreinigung, Berlin, Springer Verlag, 1992, 258p
- HAUFF, M von & SCHMIDT, U, Ökonomie und Ökologie, Stuttgart, Schäffer-Poeschel Verlag, 1992, 325p
- HELAVA, U, V, Prospects in digital Photogrammetry, In: American Society For Photogrammetry and Remote Sensing and the American Congress on Surveying and Mapping, ASPERS/ACSM/ART 1992, Washington, August 1992, Vol 2, Photogrammetry and Surveying, p 19-24.
- HELSEL, D, R & HIRSCH, R, M, Statistical methods in water resources, Amsterdam, Elsevier, 1995, Studies in Environmental Science 49, 529p

- HUEBNER,M, Regionalisierung von unten : der Komunalverband/Niedersachsen/ Bremen, Bonn, Raumforschung Und Raumordnung, Heft 3, Mai-Juni 1995, Bundesforschungsanstalt Für Landeskunde Und Raumordnung, p 216-224
- HUNTZINGER,L,T, & ELLIS,M, Central Nebraska River Basins, Bethesda Water Resources Bulletin, Vol 29, Nº 4, August 1993, p 533-574
- ICEPA, INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, Projeto de Recuperação, conservação e Manejo dos Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas, Florianópolis, ICEPA, 5 Vol,1988
- ICEPA, Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina , Florianópolis, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, 1994, 143p
- INPE, INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS, Curso de treinamento : Introdução às técnicas de Sensoriamento Remoto e aplicações, São José dos Campos INPE, 1980, 246p
- INTERA TYDAC, Spans - Spatial Analysis System - Learning Systems, Vol 3, Ottawa, 1991, Intera Tydac Technologies Inc 156p
- INTERA TYDAC, Introduction to data structures using Spans OS/2 Spans Version 5 , Ottawa, Intera Tydac 1992, 140 p
- JESCHOR,A, & BLEIEL, H,K, Orientierung mit Karte und Luftbild , Köln, Walhalla U.Praetoria Verlag, 1989, 395p
- JOLY,F, A cartografia, Campinas, Papirus, 1990, 136p
- KLINGEBEIL,A,A, & MONTGOMERY,P,H, Land capability classification, Washington, US Department Agriculture, Agriculture Handbook 210, 366p
- KORTE,G, The GIS book , Santa Fé/USA, OnWord Press, 1992,@nd Ed, 166p
- KRUMM,R, & WELLISCH,D, On the Efficiency of Environmental Instruments in Spatial Economy , Environmental and Resource Economics, 6 : 87-98 1995, Kluwer Academic Publishers, Netherlands
- LANZER,E,A, & MATTUELLA,J,L, A economia da conservação de um recurso natural : O solo agrícola no Sul do Brasil, Rio de Janeiro, 1988, Programa Nacional de Pesquisa Econômica, IPEA, 109p (Série Fac Spímile Nº31
- LEPSCH,I,I, BELLINAZZI Jr,R, BERTOLINI,D & ESPINDOLA,C,R, Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação das terras no sistema de capacidade de uso, 4ª. Aproximação, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, 175p

- LIBERATO,N, Cartografia cadastral , In: Seminário Internacional sobre Cadastro Rústico e Urbano Multifuncional, Lisboa, 20-25 Novembro 1989, Anais. Instituto Geografico e Cadastral de Lisboa, pg 15-20
- LOCH,C & LAPOLLI,E,F, Elementos básicos de fotogrametria e sua utilização prática, Florianópolis, Editora UFSC, 1989, 87p
- LOCH,C, Monitoramento global integrado de propriedades rurais a nível municipal utilizando técnicas de sensoriamento remoto , Florianópolis,UFSC, 1990
- LOCH,C, Cadastro Técnico Rural Multifinalitário, como base à organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural , Florianópolis, UFSC, 1993, Tese Professor Titular, 128p
- MACHADO,P,A,L, Direito Ambiental Brasileiro, São Paulo, Malheiros, 4ª.Ed,1992 606 p
- MADRUGA,P,R, A, Sistema integrado de mapeamento para o manejo de bacias hidrográficas , Curitiba, UFPR, 1992, Tese Doutorado, 225p
- MACNISH,S,E, Integrated Land Use Management, a mechanism for achieving sustainable agriculture, In: Proceedings of The First International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1990, Queensland Dept. of Primary Industries
- MACNISH,S,E, Tropical Agriculture - Meeting the Challenge, In: Second International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1992, Proceedings, Queensland Dept. of Primary Industries
- MARCONI,M,A, Técnicas de Pesquisa, São Paulo, Atlas, 1982, 205p
- MARTINELLI,M, Curso de Cartografia Temática, São Paulo, Contexto, 1991,180p
- MAXPROTIL,R, Desenvolvimento de um sistema computacional para análise de risco em investimentos florestais, Porto Alegre, UFRGS, 1993, Tese Mestrado 116 p
- MILLIGAN,I,G, Water resources management, links with integrated land use, In: Proceedings of The First International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1990, Queensland Dept. of Primary Industries, p 9,1-15
- MINISTÉRIO DA SAÚDE, Normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano, Portaria N°36 de 19/01/1990, Diário Oficial 23/01/1990 Secção I, p 1651-54

MISHAN,E,J, Elements of Cost-Benefit Analysis, Norfolk, Lowe & Brydone Printers 1976, 151p

NICOL,R, Microeconomia, São Paulo, Atlas, 1985, 283p

ÖSTERREICHISCHEN RAUMORDNUNG KONFERENZ, Raumordnung und Naturgafahren, Wien, 1986, Österreichischer Bundes Verlag-Schulbuchzentrum, Wiener Neudorf, 1986, 101p

PARK,S,W, MOSTAGHIMI,R,A & McCLELLAN,P,W, BMP impacts on watershed runoff sediment and nutrient yields, Bethesda, Water Resources Bulletin, Vol 30, Nº 6, December 1994, p 1011-12

PLATE,E,J, Weierbach-Project, Prognosemodell für die Gewässerbelastung durch stofftransport aus einem kleinen ländlichen Einzugsgebiet, Karlsruhe, Institut Für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe, 1992, 531p

PONPEU,C,D, Aspectos Jurídicos e Institucionais dos Recursos Hídricos no Brasil, Brasilia, Asbraer, 1996, 12p

RAMALHO FILHO,A, PEREIRA, E,G, BEER,K,J, Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras, Brasilia, SUPLAN/MA/EMBRAPA-SNLCS, 1978, 70p

RATCLIFFE,J, Town and Country Planning, London, University College London Press, 2nd.Ed., 1992, 506p

RENUNCIO,L,E, Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a Sistemas de Informações Geográficas visando a implantação de um Reservatório para abastecimento de água no Município de Cocal do Sul/SC, Florianópolis, UFSC, 1995, Tese Mestrado, 203p

RIBAS,Jr,S, A nova Constituição de Santa Catarina, Florianópolis, Lunardelli, 1989 192p

ROSSETTI,J,P, Introdução à Economia, São Paulo, Atlas, 16ª. Ed., 1994, 810p

SACHS, I, Espaços, tempos, estratégias de desenvolvimento, São Paulo, Vértice 1986 a, 224p

SACHS,I, Ecodesenvolvimento, crescer sem destruir, São Paulo, Vértice, 1986 b,207p

SANTA CATARINA, Atlas de Santa Catarina, Rio de Janeiro, Gabinete do Planejamento, SubChefia de Estatística Geografia e Informática, 1986, 173p

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento, SubSecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos, Atlas Escolar de Santa Catarina, Rio de Janeiro, 1991 b, 135p

- SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, Manual de Uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água, Florianópolis, 1991a, 292p
- SCHARF, R, Regional Politik und Regional Entwicklungspotentiale, eine Kritische Analyse, Frankfurt am Main, Verlag Peter Lang, 1993, 282p
- SCHNEIDER, S, Angewandte Fernerkundung, Methoden und Beispiele, Hannover, Curtr Vincenz Verlag, 1984, 266p
- SEIDEL, E, & STREBEL, H, Betriebliche Umweltökonomie, Weisbaden, Betriebswirtschaftlicher Verlag, 1993, 500p
- SEIFFERT, N, F, Produção Biológica de Nitrogênio de Leguminosas Forrageiras cultivadas em Áreas de Cerrado, In : 12ª. Reunião Latino Americana sobre Rhizobium, Campinas, Outubro 1984, Anais, Instituto Agrônomo de Campinas, p270.
- SEIFFERT, N, F, Disponibilidade de Nitrogênio Total em Latossolos utilizados para formação de pastagens no Brasil Central, Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília, 25(10): 1501-12, outubro 1990
- SEIFFERT, N, F, & LOCH, C, Mapeamento Cadastral Rural como instrumento para otimização do uso da terra, In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 7-10 Agosto 1994, Anais p52-59
- SEIFFERT, N, F, Base documental dos recursos físico-espaciais da microbacia do Rio Cocal, Município de Cocal do Sul, Florianópolis, UFSC, 1994, 45p
- SEIFFERT, N, F, & LOCH, C, Metodologia para mapeamento detalhado de solos para planejamento do uso da terra em microbacias hidrográficas, In: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Salvador, Agosto 1995, Anais, Sociedade Brasileira de Cartografia, p 1091-98
- SEIFFERT, N, F, & BÄHR, H, P, Aspectos cartográficos na estruturação de um sistema municipal de informações da terra, Rio de Janeiro, Revista Brasileira de Cartografia 1996 (prelo)
- SEIFFERT, N, F, LANZER, E, A, & LOCH, C, A Microabordagem na Gestão Econômico Ambiental de Ecossistemas, In: 3ª Reunião Especial da SBPC - Ecossistemas Costeiros, do conhecimento à gestão, Florianópolis, 1-4 Maio 1996, Anais, SBPC, p 440
- SEILER, W, & HAHN, J, Climate Research - The state of Scientific Knowledge, In: Federal Environment Ministry, Environmental Policy, Local Authority Climate

- Protection in The Federal Republic Germany, Bonn, 1995, 175p
- SEPLAN, Secretaria de Estado e Coordenação Geral e Planejamento de Santa Catarina Programa Integrado de Desenvolvimento Sócio-Econômico/Urussanga, Florianópolis, SEPLAN, 1990, 32p
- SHAMBLIN,J,E, & STEVENS,G,T, Pesquisa Operacional, uma abordagem básica , São Paulo, 1979, Atlas, 426p
- SHELTON,R,L, Physical resource investigation for economic development, Washington General Secretariat Organization of American States, 1969, 439p
- SHIELDS,PG, Choosing an appropriate method of land evaluation, In: Proceedings of The First International Symposium on Integrated Land Use Management for Tropical Agriculture, Brisbane, September 1990, Queensland Dept. of Primary Industries
- SILVA,J,A, Direito ambiental constitucional, São Paulo, Malheiros, 1994, 242p
- SOCIETAS VERLAG, Perfil da Alemanha , Frankfurt, 1992, 417p
- SPOT IMAGES, Level “1 A P”, a new product for Photogrammetrie, Toulouse, Spot Image Technical Marketing & Development Department, 6p
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Umweltökonomische Gesamtrechnungen Basidaten und ausgewählte Ergebnisse, Wiesbaden 1994, 222p
- STRONG,M, Taking account of Eco-nomics, Geneva, World Link, The Magazin of World Economic Forum, July-August 1990, Nº 718, pg48
- SUDESUL, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO SUL, Levantamento Semi-Detalhado dos Solos das Regiões de Laguna e Sul do Estado de Santa Catarina , Florianópolis, 1973, Secretaria da Agricultura/Acordo UFSM/SUDESUL, 2 Volumes, 350p
- TEIXEIRA,V,H, Geologia - ECV 5139, Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia Civil, 1992 a, 160p
- TEIXEIRA,V,H, Geologia de Engenharia - ECV.1332, Florianópolis, UFSC, Departamento de Engenharia Civil, 1992 b, 128p
- TURNER,R,K, Sustainable Environmental Economics, and Management, London, Belhaven Press, 1993, 389p
- UBERTI,A,A,A, BACIC,I,LZ, PANICHI,J,A,V, LAUS NETO,J,A, MOSER,J,M, PUNDEK,K,M, & CARRIÃO,S,L. Metodologia para classificação da aptidão de uso de terras do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, EMPASC/ACARESC 1992, 2ª.Ed, EMPASC Documentos 119.

- WELFENS,M,J, & SCHIEMANN,N, Umweltökonomie und zukunftsfähige wirtschaft, eine anotierte bibliographie, Wuppertal Institut Für Klima, Umwelt, Energie, Heidelberg, Physica Verlag, 1994, 209p
- WICKE,I, Umweltökonomie, eine praxisorientierte einfüherung, München, Verlag Vahlen, 1993, 712p
- WILDNER,L,P, Terraceamento, In : Santa Catarina, Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, Manual de Uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água, Florianópolis, 1991, p 180-242
- WISSENSCHAFTSRAT, Stellungnahme zur Umwelforschung in Deutchland, Köln, Band I, 1994, 251p
- WONNACOTT,P, & WONNACOTT,P, CRUSIUS,Y,R, & CRUSIUS,A, Economia, São Paulo, McGraw Hill, 1082, 698p
- YOURDON,E, Análise estruturada moderna, Rio de Janeiro, Campus, 1992, 836p

7 - ANEXOS

7.1 - Anexo 1

Exemplo de dados climáticos obtidos da EPAGRI/ EEUrussanga

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA S.A - EPAGRI

DIVERSIDADE DE RECURSOS NATURAIS - GRN

ESTACAO AGROMETEOROLOGICA DE : URUSSANGA FONTE DE DADOS : INMET/EMPASC
 LATITUDE: 28.31' LONGITUDE: 49.19' ALTITUDE DA ESTACAO: 48.17 metros ALT. DA CUBA DO BAROMETRO: ----
 ANO DE ABERTURA DA ESTACAO : 1924

TEMPERATURA MEDIA MENSAL (°C)

ANOS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MEDIA
1924	21.40	23.00	23.50	22.90	20.50	15.30	14.40	14.50	16.40	17.70	19.70	21.80	19.26
1925	22.70	24.60	24.20	22.50	20.90	17.30	16.00	13.70	16.20	17.10	18.60	21.50	19.61
1926	23.30	22.10	23.70	19.90	15.70	15.80	13.70	16.40	15.30	18.00	20.00	22.00	18.82
1927	23.40	23.00	21.80	19.60	16.30	14.60	14.00	14.80	16.00	17.00	20.50	21.30	18.53
1928	22.60	22.70	21.30	20.90	16.30	13.80	13.50	14.40	17.10	18.20	20.30	22.40	18.63
1929	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1930	23.00	21.60	22.40	19.60	17.90	18.00	14.60	14.70	15.10	16.60	19.50	21.70	18.73
1931	24.00	22.60	21.40	19.20	14.20	13.30	14.00	14.90	14.00	17.50	18.90	21.70	17.97
1932	22.60	22.40	22.30	19.60	15.60	13.70	16.90	14.20	17.20	19.50	21.10	22.00	18.92
1933	22.50	22.20	21.30	19.20	17.30	13.40	12.50	15.80	16.80	18.50	20.10	21.70	18.44
1934	23.00	21.80	22.40	19.40	18.40	18.00	14.90	16.50	17.70	20.30	21.90	23.40	19.81
1935	24.70	25.40	24.60	19.70	18.30	17.50	16.10	16.00	18.00	18.90	21.80	24.20	20.43
1936	24.60	23.20	23.30	21.00	20.60	17.90	16.50	15.60	17.50	20.20	20.60	24.10	20.43
1937	22.40	24.40	23.80	19.10	16.40	15.80	14.80	16.70	17.10	17.80	20.30	22.20	19.23
1938	23.60	22.30	23.20	19.50	16.60	16.10	15.10	15.50	17.90	18.90	20.20	22.00	19.24
1939	24.00	23.00	22.60	18.80	17.90	15.70	13.30	17.50	17.20	20.90	20.20	20.80	19.32
1940	23.60	22.40	21.90	19.80	18.80	17.40	17.20	14.80	17.90	17.50	20.00	24.60	19.66
1941	23.50	22.70	20.00	22.40	17.70	13.80	14.20	16.90	14.20	17.70	20.00	21.70	18.73
1942	23.90	23.80	22.10	19.00	15.10	13.20	10.00	16.20	16.70	17.90	21.10	22.10	18.43
1943	22.30	23.40	23.60	18.10	17.90	16.40	14.90	12.60	16.70	18.90	20.70	21.50	18.92
1944	22.80	22.80	22.00	18.10	16.50	14.50	13.60	15.90	18.40	20.80	19.50	21.80	18.98
1945	23.00	23.70	22.10	19.70	15.00	19.20	14.70	17.00	16.30	19.80	20.30	21.50	19.36
1946	22.40	23.50	21.30	18.80	17.60	13.60	11.90	16.10	18.10	18.70	22.30	22.30	18.88
1947	23.40	23.40	21.20	19.50	16.70	15.40	12.20	13.20	15.90	16.70	19.90	20.90	18.20
1948	24.30	22.70	21.20	19.20	16.30	15.60	15.60	12.60	17.60	18.40	20.20	23.50	18.93
1949	23.00	22.80	23.10	17.80	15.80	16.10	14.40	14.70	16.10	17.60	20.60	22.00	18.68
1950	21.90	22.50	21.50	20.40	17.90	14.10	13.40	15.20	16.10	17.20	19.60	22.10	18.49
1951	22.60	22.00	20.40	16.50	15.60	14.70	12.70	14.70	16.90	16.90	20.30	20.40	17.81
1952	22.80	22.40	23.10	17.00	18.80	13.40	14.00	16.00	15.50	18.00	19.70	21.60	18.52
1953	24.30	22.20	23.30	19.10	17.80	15.10	10.90	15.40	17.50	17.90	19.00	21.30	18.65
1954	23.50	23.20	22.30	18.80	14.20	15.00	13.70	15.40	16.40	17.50	20.00	20.80	18.40
1955	21.90	24.10	21.50	18.50	14.50	12.50	10.90	13.80	16.50	16.60	20.10	21.80	17.73
1956	23.80	22.80	21.80	18.00	12.50	13.60	13.90	14.00	17.00	19.10	19.00	20.70	18.02
1957	23.90	21.60	21.70	18.80	18.00	14.20	14.00	14.00	15.20	19.10	21.00	23.10	18.72
1958	24.50	22.50	21.00	19.80	15.90	15.30	17.10	15.70	17.50	18.80	20.60	22.50	19.27
1959	23.30	24.40	22.40	21.60	16.20	13.30	15.90	15.20	17.60	20.50	21.40	22.40	19.52
1960	23.30	22.10	22.30	19.20	14.60	14.20	15.30	15.50	18.60	20.90	20.50	22.70	19.10
1961	23.80	23.50	21.50	19.30	16.60	15.30	15.60	17.70	17.90	21.10	22.40	23.30	19.83
1962	22.60	22.10	23.20	19.10	14.30	13.40	12.80	14.30	17.10	17.70	20.20	22.70	18.29
1963	24.00	23.60	23.30	19.90	17.10	13.90	15.60	15.50	18.50	18.90	21.10	22.30	19.48
1964	23.30	23.40	22.60	20.30	16.80	13.20	12.20	15.80	17.00	18.50	18.60	20.60	18.53
1965	23.30	26.50	21.00	20.10	16.50	16.80	14.40	16.20	17.40	19.60	21.30	23.10	19.68
1966	24.00	23.80	23.20	20.40	17.40	15.80	15.60	13.70	15.70	18.60	21.10	22.60	19.33
1967	23.80	23.40	22.70	21.40	20.60	15.60	16.70	18.60	18.90	22.40	21.70	23.90	20.81
1968	24.00	23.90	23.40	16.90	14.20	15.00	15.20	16.40	16.80	19.30	23.20	23.50	19.32
1969	23.40	24.50	23.20	21.60	17.70	15.50	14.60	14.50	17.30	17.30	20.80	22.30	19.39
1970	24.10	24.70	23.80	21.40	18.90	16.50	15.40	15.60	16.90	18.70	19.50	*	19.59

7.2 - Anexo 2

Exemplo de dados de análise de solos

EST. ESTADUAL DE PESQUISA AGROP. E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
 Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades - CPPP - CTA-OC.
 Caixa Postal, 791 - Fone (0497)-22-4877
 Cep: 89800 - Chapeco - SC
 Laboratório de Análises de Solo

NOME.....: NELSON SEIFFERT (UCLMS)
 RECEBIMENTO: 30/05/94

LOCALIDADE : MICROBACIAS
 EXPEDICAO: 30/ 6/94

MUNICIPIO: CDCAL DO SUL
 LAUDO: PESQUISA

RESULTADOS ANALITICOS DE SOLOS

NUMERO DE LABORATORIO	CODIGO REFERENCIA	AREA (ha)	pH-AGUA	IND-SMP	P (ppm)	K (ppm)	M.O. (%)	ALUMINIO TROCAVEL (me/dl)	Ca+Mg TROCAVEIS (me/dl)	ARGILA (%)
1048	1A	0.000	4.7	5.7	2.0	44	1.4	1.3	4.8	
1049	1B	0.000	4.4	4.6	1.0	45	0.5	4.3	1.8	
1050	2A	0.000	3.8	5.3	4.0	53	1.5	1.8	2.0	
1051	2B	0.000	3.8	5.6	2.0	40	0.8	1.8	1.2	
1052	3A1	0.000	4.4	5.4	1.0	36	2.1	1.3	3.4	
1053	3A2	0.000	4.3	4.8	1.0	60	1.7	3.4	1.8	
1054	3A3	0.000	4.4	5.3	2.0	54	0.7	2.1	2.0	
1055	3B	0.000	4.4	5.5	1.0	67	0.6	1.6	2.4	
1056	4A	0.000	3.8	5.3	2.0	35	1.6	1.8	1.6	
1057	4B	0.000	4.1	5.2	1.0	24	0.9	2.8	1.2	
1058	7A	0.000	4.6	5.0	2.0	111	1.9	3.4	3.4	
1059	7B	0.000	4.5	4.6	1.0	83	0.6	5.0	1.2	
1060	9A	0.000	4.0	4.5	18.0	72	2.5	4.0	4.6	
1061	9B	0.000	4.1	4.3	3.0	120	1.8	6.7	2.6	
1062	10	0.000	4.2	4.6	1.0	33	1.0	4.0	1.0	
1063	11A	0.000	4.6	5.7	3.0	13	0.9	1.4	1.8	
1064	11B	0.000	4.2	4.4	1.0	31	1.8	4.0	3.6	
1065	18	0.000	4.7	6.0	1.0	49	1.2	0.4	5.4	
1066	20	0.000	5.4	6.2	3.0	42	1.0	1.7	3.2	
1067	23	0.000	5.0	5.9	2.0	24	1.2	2.2	2.6	
1068	27	0.000	4.6	5.3	1.0	74	0.8	6.9	1.7	
1069	29A	0.000	4.6	5.0	2.0	33	1.5	3.0	1.0	
1070	29B	0.000	4.2	5.0	1.0	44	0.6	4.9	1.2	
1071	31	0.000	4.4	5.2	1.0	71	2.0	5.3	2.6	
1072	33A1	0.000	5.1	5.6	2.0	62	1.7	2.7	1.2	
1073	33A2	0.000	4.5	5.6	1.0	36	1.4	2.6	0.8	
1074	33A3	0.000	4.7	6.2	1.0	31	0.9	4.2	1.0	
1075	36A	0.000	4.5	5.5	1.0	38	2.1	0.6	5.2	
1076	36B1	0.000	5.4	6.2	1.0	25	1.9	0.0	7.0	
1077	36B2	0.000	5.0	5.9	1.0	22	0.8	0.7	3.4	
1078	37A	0.000	4.6	5.2	2.0	62	3.1	2.2	2.2	
1079	37B	0.000	4.6	4.9	1.0	20	0.6	2.8	2.0	

UMA BOA AMOSTRAGEM DO SOLO E INDISPENSÁVEL PARA UMA ANÁLISE REPRESENTATIVA DA ÁREA CONSIDERADA

UM ADEQUADO MANEJO DO SOLO REDUZ AS PERDAS POR EROSAO

CONVITE UM ENGENHEIRO AGRONOMO PARA CORRETA INTERPRETACAO E RECOMENDACAO DE ADUBACAO

IVAN TADEU BALDISSERA
 ENG. AGR. - MSc - CREA 21791
 Responsável Técnico

7.3 - Anexo 3

Exemplo de Laudo de Análise de Água obtido da CASAN



BOLETIM DE ANÁLISES DE ÁGUA

INTERESSADO	U F S C	OBS	BRUTA
MUNICÍPIO	COCAL DO SUL		COCAL DO SUL
TIPO DE ÁGUA	Bruta	TRATAMENTO	
LOCAL DA COLETA	Ponto-01 Época- 03		
DATA E HORA DA COLETA	22-01-95	DATA DE ENTR. NO LAB.	23-01-95
CHUVAS NAS ÚLTIMAS 24 hs.	Sim	TEMPERATURA DA ÁGUA (°C)	
ASPECTO	Amarelo-turvo	TEMPERATURA DO AR (°C)	
ODOR	Inobjetével	CORO RESIDUAL (mg/l)	
COLETA DO POR	Nelson Seiffert		

ANÁLISE FÍSICO - QUÍMICA Nº 131

pH	6.58	TURBIDEZ	65.0	J.T.U
ALCALINIDADE A FENOLFTALEINA	0.0 mg/l em CaCO ₃	COR	250.0	mg/l PtCo
ALCALINIDADE TOTAL	8.8 mg/l em CaCO ₃	COND. ESP. A 25°C		µS/cm
ALCALINIDADE HO ⁻	0.0 mg/l em CaCO ₃	RESÍDUO TOTAL		mg/l
ALCALINIDADE CO ₃ ⁻	0.0 mg/l em CaCO ₃	RESÍDUO MINERAL		mg/l
ALCALINIDADE HCO ₃ ⁻	8.8 mg/l em CaCO ₃	RESÍDUO VOLÁTIL		mg/l
GÁS CARBÔNICO LIVRE	4.22 mg/l em CO ₂	OXIGÊNIO CONSUMIDO EM H ⁺	4.8	mg/l em O ₂
DUREZA TOTAL	10.9 mg/l em CaCO ₃	OXIGÊNIO DISSOLVIDO	7.2	mg/l em O ₂
DUREZA CÁLCIO	4.6 mg/l em CaCO ₃	FERRO	2.5	mg/l em Fe
DUREZA MAGNÉSIO	6.3 mg/l em CaCO ₃	MANGANÊS		mg/l em Mn
NITROGÊNIO ALBUMINÓIDE	mg/l em N	CÁLCIO	1.84	mg/l em Ca
NITROGÊNIO AMONÍACAL	mg/l em N	MAGNÉSIO	1.51	mg/l em Mg
NITROGÊNIO NITRITO	0.0 mg/l em N	ALUMÍNIO RESIDUAL		mg/l em Al
NITROGÊNIO NITRATO	0.42 mg/l em N			
FOSFATO	mg/l em P			
CLORETO	mg/l em Cl ⁻			
FLUORETO	mg/l em F			
SULFATO	mg/l em SO ₄			
SÍLICA	mg/l em SiO ₂			

EXAME BACTERIOLÓGICO Nº 592

1 - CONTAGEM PADRÃO EM PLACAS - Nº DE COLONIAS/mi - AGAR PADRÃO	n. 35°C
2 - COLIMETRIA - ENSAIO	PRESUNTIVO E CONFIRMATIVO 24 - 48hs
3 - Nº MAIS PROVÁVEL (NMP) DE COLIFORMES TOTAIS, POR 100 ml:	50.000
4 - Nº MAIS PROVÁVEL (NMP) DE COLIFORMES FECAIS, POR 100 ml:	3.000
BACTÉRIAS IDENTIFICADAS:	

NOTA MÉTODOS DO "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" 13ª ED.

CONCLUSÃO

LOCAL E DATA	CARIMBO E ASS. RESP. LABORATÓRIO
Fpolis.31 de janeiro/95	Bloq. SUELY SILVA Mat. 6061
	afm

7.4 - Anexo 4

Exemplo de Laudo de Análise de água obtido da SANEPAR

ANÁLISE DE PESTICIDAS Nº		CROMATOGRAMA Nº			
780		780			
SISTEMA		DATA COLETA	HORÁRIO COLETA	COLETOR	
COCAL		18.10.94	?	NELSON	
DATA ENT. LAB.	HORÁRIO ENT. LAB.	CHUVAS ÚLTIMAS 48 HORAS			
19.10.94		<input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> FRACAS <input type="checkbox"/> MÉDIAS <input type="checkbox"/> FORTES			
TIPO DE ÁGUA	LOCAL DA COLETA				
<input checked="" type="checkbox"/> IN-NATURA	Nº 8				
<input type="checkbox"/> TRATADA					
ORGANO CLORADOS	UNIDADE (µg / l)		ORGANO FOSFORADOS	UNIDADE (ppb)	
	IN - NATURA	TRATADA		IN - NATURA	TRATADA
ALDRIN	ND		DY SISTON (DISULFOTON)		-
BHC	ND		ETHION		-
CLORDANO	ND		MALATION		-
DDD (TDE)	ND		METIL-PARATHION		-
DDE	ND		NALED		-
DDT	ND		PARATHION		-
DIELDRIN	ND		PHOSDRIN (MEVINPHOS)		-
ENDOSULFAN	ND		VAPONA (DICLORVOS)		-
ENDRIN	ND				
HCB	ND				
HEPTACLORO	ND				
LINDANO (BHC)	ND				
METOXICLORO	ND				
MIREX	ND				
TOXAFENO (CAMPHECLOR)	ND				
1) µg / l = MICROGRAMA POR LITRO OU PARTE POR BILHÃO		3) TRAÇOS = < QUE 0,001 µg / l.			
2) ND = NÃO DETECTADO.		4) — = PARÂMETRO NÃO EXAMINADO.			
OBSERVAÇÕES					
SANTA CATARINA					
DATA	ANALISTA RESPONSÁVEL		SUPERVISOR LABORATÓRIO		
14.11.94	Luciane R. de Carvalho CRO nº. 095005		Luiz Carlos Ruelo Químico-CRO nº. 09200452 Lab. de Cromatografia		

7.5 - Anexo 5

Exemplo de cruzamento de dados obtidos no GIS/SPANS

TABULACAO CRUZADA DOS MAPAS DE GLEBA E SOLOS

Linha : glebar -
Coluna : solosr - solosr

Janela : aa - rio cocal

Contingency Coefficient 0.8058
Tschuprow's T 0.2951
Cramer's V 0.6803

Area (km sq)

Total %

Row %

Col %

	VILA	CERA	COCAL	LAURO	SANGA	Total
1	0.0004	0.0013	0.0039	0.0002	0.2921	0.2980
	0.00	0.00	0.01	0.00	1.06	1.08
	0.15	0.44	1.31	0.07	98.04	
	0.01	0.02	0.04	0.01	8.39	
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0328	0.2102	0.2431
	0.00	0.00	0.00	0.12	0.76	0.88
	0.00	0.00	0.00	13.51	86.49	
	0.00	0.00	0.00	0.92	6.04	
3	0.0000	0.0000	0.0164	0.0601	0.3400	0.4165
	0.00	0.00	0.06	0.22	1.23	1.50
	0.00	0.00	3.94	14.42	81.63	
	0.00	0.00	0.17	1.69	9.76	
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0510	0.0866	0.1376
	0.00	0.00	0.00	0.18	0.31	0.50
	0.00	0.00	0.00	37.05	62.95	
	0.00	0.00	0.00	1.43	2.49	
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0985	0.0242	0.1227
	0.00	0.00	0.00	0.36	0.09	0.44
	0.00	0.00	0.00	80.28	19.72	
	0.00	0.00	0.00	2.77	0.69	
6	0.0000	0.0000	0.1534	0.1560	0.7467	1.0561
	0.00	0.00	0.55	0.56	2.70	3.82
	0.00	0.00	14.53	14.77	70.70	
	0.00	0.00	1.58	4.38	21.44	
7	0.0000	0.0000	0.2035	0.4961	0.1740	0.8737
	0.00	0.00	0.74	1.79	0.63	3.16
	0.00	0.00	23.30	56.78	19.92	
	0.00	0.00	2.09	13.94	5.00	
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.1072	0.1574	0.2646
	0.00	0.00	0.00	0.39	0.57	0.96
	0.00	0.00	0.00	40.51	59.49	
	0.00	0.00	0.00	3.01	4.52	
9	0.0000	0.0000	0.1504	0.0696	0.1651	0.3850
	0.00	0.00	0.54	0.25	0.60	1.39
	0.00	0.00	39.06	18.07	42.87	