



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC

***PROPOSTA DE CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA
APLICADA AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL***

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de DOUTOR em Engenharia Civil.

EUGENIA KARNAUKHOVA

**Florianópolis
maio, 2003**

KARNAUKHOVA, Eugenia. Proposta de cartografia geoecológica aplicada ao planejamento territorial. 2003, 514 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Defesa: 18/05/2003

1. - Análise Ambiental 2. - Cartografia geoecológica 3. - Gestão territorial

***PROPOSTA DE CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA
APLICADA AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL***

EUGENIA KARNAUKHOVA

Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, para a obtenção do Título de DOUTOR em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

**Florianópolis
maio, 2003**

FOLHA DE APROVAÇÃO


Tese defendida e aprovada em 18/03/2003,
pela comissão examinadora:



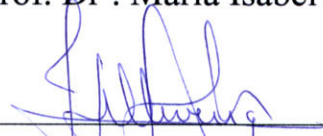
Prof. Dr. Carlos Loch - Orientador - Moderador



Prof. Antonio Eduardo Lanna Ph. D.



Prof. Dr^a. Maria Isabel C. de Freitas



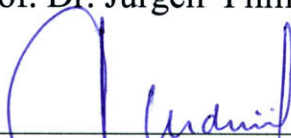
Prof. Dr. Francisco-Henrique de Oliveira



Prof. Dr^a. Ruth Emilia Nogueira Loch



Prof. Dr. Jurgen Philips



Prof. Dr. Jucilei Cordini

AGRADECIMENTOS

Ao Deus pelas graças concedidas...

A todos aqueles que amo pelo apoio e compreensão...

Ao **Prof. Dr. Carlos Loch** pela disposição e competência com que assumiu a orientação desta pesquisa e pelo todo apoio moral e material dispensado.

Ao **Programa da Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina** e ao **CAPES** pela oportunidade, bolsa de estudos, apoio logístico e material na execução deste trabalho.

A **Prof. Dra. Ruth E. N. Loch** pela amizade, apoio e contribuições valiosas.

A **Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina**, Diretoria Regional de Criciúma, na pessoa do **Eng.º Adhyles Bortot** pelo apoio na realização de trabalhos de campo e coleta de material.

Aos **Professores do PPGEC** pela instrução, oportunidade de aperfeiçoamento e dedicação.

Aos colegas e bolsistas do **Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do ECV/CTC/UFSC** pela atenção, incentivo e trabalhos de editoração.

A minha família e a todos que direta ou indiretamente fizeram este trabalho acontecer...

OS MEUS MAIS SINCEROS VOTOS DE GRATIDÃO...

SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xiv
<i>LISTA DE QUADROS</i>	xvi
<i>LISTA DE MAPAS</i>	xx
<i>LISTA DE APÊNDICES</i>	xxi
SIGLAS E ABREVIACÕES.....	xxii
GLOSSÁRIO.....	xxiii
RESUMO	xxx
ABSTRACT	xxxii
Capítulo 1 – INTRODUÇÃO	01
1.1 PROBLEMÁTICA	01
1.2 JUSTIFICATIVA	04
1.3 OBJETO E OBJETIVOS DA PESQUISA	07
1.4 ESTRUTURA E LIMITAÇÕES DO TRABALHO	09
Capítulo 2 – METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA	12
2.1 ESTRUTURA DE PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
2.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	18
Capítulo 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 PLANEJAMENTO TERRITORIAL E A DEMANDA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL	22
3.1.1 Planejamento territorial e análise ambiental aplicada	22
3.1.2 Informação geoambiental e cartografia aplicadas ao planejamento territorial	28
3.1.3 Avaliação de Impactos Ambientais como uma forma de planejamento territorial	34

3.2 IMPORTÂNCIA DO MÉTODO CARTOGRÁFICO DE INVESTIGAÇÃO NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL	40
3.2.1 Principais características dos modelos cartográficos e o método cartográfico de investigação	40
3.2.2 Método cartográfico de investigação e planejamento territorial	48
3.3 CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA COMO PARTE DO SISTEMA DA CARTOGRAFIA AMBIENTAL E SEU POTENCIAL CIENTIFICO	50
3.3.1 Sistematização conceitual da cartografia ambiental	50
3.3.2 Principais problemas conceituais da cartografia geoambiental	55
3.3.4 As particularidades da cartografia geoecológica	58
3.3.5 Tipologia dos mapas geoecológicos	60
3.3.6 Mapeamento geoecológico e fundamentação ambiental sistêmica dos projetos de desenvolvimento	63
3.4 FONTES DE DADOS E PRINCIPAIS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO GEOECOLÓGICO	66
3.4.1 Fontes de dados	66
3.4.1.1 Dados e informação	66
3.4.1.2 Objeto de investigação e a natureza da informação geoecológica	68
3.4.1.3 Principais propriedades da informação geoecológica	71
3.4.1.4 Tipos de dados e informação geoecológica	72
3.4.2 Etapas da pesquisa e aquisição de informações	74
3.4.3 Principais métodos de levantamento cartográfico geoecológico	76
3.4.3.1 Levantamentos de campo	76
3.4.3.2 Aplicações do <i>Global Positioning System</i> (GPS) em projetos de mapeamento geoecológico	78
3.4.3.3 Sensoriamento remoto como fonte de dados para análise e mapeamento geoecológico	83
3.4.3.3.1 <i>Sensoriamento remoto, características de dados e o potencial de seu uso nas investigações geoambientais</i>	83
3.4.3.3.2 <i>Aquisição de dados ambientais a partir de DSR</i>	88
3.5 DADOS DIGITAIS E A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO CARTOGRÁFICA NA PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA TEMÁTICA	93

3.5.1 Conceito de automação cartográfica	93
3.5.2 Métodos de automação do mapa	95
3.5.3 Alguns conceitos do mapeamento digital	97
3.6 PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DE REALIZAÇÃO DE PROJETOS CARTOGRÁFICOS GEOECOLÓGICOS	100
3.6.1 Critérios cartográficos para compilação e edição de uma série de mapas temáticos	101
3.6.2 Princípios específicos do mapeamento geológico complexo	103
3.6.3 Princípios gerais de concepção do mapeamento temático para planejamento	104
Capítulo 4 - FONTES NACIONAIS DE DADOS E INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS.....	109
4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS: AS ORGANIZAÇÕES E O TIPO DE INFORMAÇÕES PRODUZIDAS	109
4.2 FONTES NACIONAIS DE DADOS CARTOGRÁFICOS	115
4.3 DISPONIBILIDADE DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO MERCADO BRASILEIRO.....	117
Capítulo 5 – MAPEAMENTO TEMÁTICO DIGITAL – PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS	123
5.1 NORMATIZAÇÃO CARTOGRÁFICA INTERNACIONAL E MAPEAMENTO TEMÁTICO (breves considerações)	124
5.2 ESTRUTURA GERAL DO PROCESSO DE MAPEAMENTO TEMÁTICO DIGITAL	
5.2.1 Planejamento do projeto de mapeamento temático	127
5.2.2 Definição do projeto, desenvolvimento dos objetivos e do plano de trabalhos	129
5.2.3 Compilação de BD existentes sobre a área	131
5.2.4 Reconhecimento em campo	131
5.2.5 Desenvolvimento do projeto da legenda	132
5.3 MAPA – BASE: BASE MATEMÁTICA E GEOGRÁFICA DO PROJETO	134
5.3.1 Conceito	134
5.3.2 Base matemática e georreferenciamento	135

5.3.2.1 Sistema de coordenadas	135
5.3.2.2 Projeção	136
5.3.2.3 Datum	138
5.3.2.4 Escala	142
5.4 PRÉ-CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO	148
5.5 LEVANTAMENTOS DE CAMPO	148
5.5.1 Tipologia de levantamentos em campo	149
5.5.2 Definição do nível de intensidade espacial de levantamentos de campo	151
5.5.3 Plano de levantamentos de campo	154
5.6 SÍNTESE E ANÁLISE DE DADOS DO MAPEAMENTO	157
5.6.1 Atributos alfanuméricos	157
5.6.2 Atributos gráficos	158
5.6.3 Implementação da topologia	159
5.7 MAPEAMENTO FINAL E SAÍDAS CARTOGRÁFICAS	162
5.8 CONTROLE DE QUALIDADE	166
5.8.1 Os princípios básicos do sistema de controle da qualidade	167
5.8.2 Procedimentos de edição digital	167
5.8.3 Procedimentos finais de controle e avaliação da qualidade do mapa	171
5.8.3.1 Avaliação qualitativa	172
5.8.3.2 Avaliação quantitativa	173
5.8.3.3 Análise do <i>disign</i> do mapa	184
5.9 INTERPRETAÇÃO FINAL E METADADOS	185

Capítulo 6 - EVOLUÇÃO DA CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA APLICADA E AS PARTICULARIDADES DA SUA ESTRUTURA TEMÁTICA-FUNCIONAL.....189

6.1 DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL APLICADO: TENDÊNCIAS GERAIS	190
6.2 CARTOGRAFIA APLICADA AO PLANEJAMENTO EM ALGUNS PAÍSES DA COMUNIDADE EUROPÉIA	198
6.3 CARTOGRAFIA TEMÁTICA APLICADA AO PLANEJAMENTO NA RÚSSIA ...	204
6.4 LEVANTAMENTOS CARTOGRÁFICOS AMBIENTAIS NO CANADÁ E	

ESTADOS UNIDOS	208
6.5 PROGRAMAS DE MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL NO BRASIL	213
6.6 ESTRUTURA TEMÁTICA DA CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL	
APLICADA AO PLANEJAMENTO	220
6.6.1. Diversidade temática dos mapas geoambientais	220
6.6.1.1 Procedimentos adotados para avaliação da estrutura temática da cartografia geoambiental	221
6.6.1.2 Observações sobre as características gerais dos projetos analisados	227
6.6.1.3 Estrutura temática dos projetos	228
6.6.1.4 Principais indicadores mapeáveis e as tendências de concepção dos mapeamentos geoecológicos	232
6.6.2 Considerações finais: os principais problemas de emprego da cartografia geoecológica no âmbito de planejamento.....	239
Capítulo 7 - PROPOSTA DE CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA APLICADA AOS PROJETOS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL	241
7.1 OBJETO E OBJETIVOS DA PROPOSTA	242
7.2 CRITÉRIOS GERAIS ADOTADOS PARA ESTRUTURAÇÃO DA PROPOSTA	243
7.3 FORMULAÇÃO DA PROPOSTA	244
7.4 DEFINIÇÃO DA ÁREA PILOTO PARA ENSAIO CARTOGRÁFICO	251
7.5 GRUPO TEMÁTICO I – MODELOS CARTOGRÁFICOS GENÉRICOS	254
7.5.1. Modelo cartográfico “0”: base cartográfica do projeto de mapeamento geoecológico	
7.5.1.1 Introdução.....	254
7.5.1.2. Critérios de seleção do arquivo vetorial para concepção da base cartográfica	255
7.5.1.3 Validação da qualidade do arquivo vetorial do mapa-base	259
7.5.1.4 Edição do mapa- base e preparação do conteúdo da base geográfica do projeto	261
7.5.1.5 Registro de metadados	264
7.5.2 Modelo cartográfico 1: “Área de influência”	265
7.5.2.1. Introdução: problemática da definição da área de influência	265
7.5.2.2. Definição e critérios da delimitação da área de influência segundo a concepção	

da posição geográfica do objeto	266
7.5.2.3. Mapeamento das áreas de influência direta e indireta do empreendimento	271
7.5.2.3.1 Escalas de mapeamento e conteúdo de representações	271
7.5.2.3.2 Elaboração dos mapas da área de influência.....	273
7.5.2.4. Conclusões	275
7.6 GRUPO II – MODELOS CARTOGRÁFICOS BÁSICOS: INVENTÁRIO E	
AVALIAÇÕES GEOECOLÓGICAS	278
7.6.1 Introdução	278
7.6.2 Princípios gerais e algumas especificações metodológicas na concepção de	
mapas de inventário geoecológico	280
7.6.3. Modelo cartográfico 2: Estrutura Morfológica Natural da Paisagem	283
7.6.3.1 Introdução	283
7.6.3.2. Classificação e do mapeamento das unidades morfológicas da paisagem	285
7.6.3.2.1 Classificação bioclimática zonal e ecológica regional das unidades da	
paisagem	287
7.6.3.2.2 Unidades taxonômicas em nível local	288
7.6.3.2.3 Unidade elementar de mapeamento – fâcie	295
7.6.3.3. Convenções Cartográficas	297
7.6.3.3.1 Identificação das unidades bioclimáticas zonais e ecológicas regionais	297
7.6.3.3.2 Limites das unidades de mapeamento	298
7.6.3.3.3 Convenções cartográficas para identificação das unidades elementares de	
mapeamento – fâcies.....	299
7.6.3.3.3.1 Índice da fâcie	299
7.6.3.3.3.2 Fatores de transformação ou modificadores das fâcies	301
7.6.3.3.3.3 Unidades morfológicas com vegetação em desenvolvimento: indicadores de	
variação e de estágio de desenvolvimento estrutural da vegetação	308
7.6.3.3.3.4 Tipologia das comunidades florísticas e outros dados adicionais	311
7.6.3.3.4 Alternativas metodológicas para diferenciação de modificadores e	
dos estágios estruturais	312
7.6.3.3.5 Designação das fâcies	312
7.6.3.3.6 Designação e convenções das unidades compostas de mapeamento	312

7.6.3.3.7 <i>Outras opções para simbologia do mapa final</i>	314
7.6.3.4. Legenda do Mapa	315
7.6.3.5 Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo	315
7.6.3.5.1 <i>Planejamento</i>	315
7.6.3.5.2 <i>Pré-classificação das unidades de mapeamento</i>	318
7.6.3.5.3 <i>Levantamentos de campo</i>	321
7.6.3.6. Elaboração do mapa final e dados complementares	322
7.6.3.7. Controle da qualidade do mapa	324
7.6.3.8. Conclusões: dados mapeados e sua finalidade	325
7.6.4 Modelo cartográfico 3: <i>Estrutura Territorial Produtiva da Paisagem</i>	329
7.6.4.1 Introdução	329
7.6.4.2 Classificação e mapeamento das unidades da estrutura territorial produtiva da paisagem	331
7.6.4.2.1 <i>Conceito da Estrutura Territorial Produtiva</i>	331
7.6.4.2.2 <i>Unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva</i>	333
7.6.4.3 Convenções Cartográficas	336
7.6.4.3.1 <i>Identificação das unidades de mapeamento segundo tipologia dos usos e tecnologia de exploração</i>	336
7.6.4.3.2 <i>Convenções cartográficas para identificação das fontes de influência antrópica e da poluição ambiental</i>	337
7.6.4.3.3 <i>Limites das unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva da paisagem</i>	337
7.6.4.3.4 <i>Designação e convenções das unidades complexas de mapeamento</i>	340
7.6.4.4 Legenda do Mapa da Estrutura Territorial-Produtiva da Paisagem	342
7.6.4.5. Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo	343
7.6.4.5.1 <i>Planejamento</i>	343
7.6.4.5.2 <i>Pré-classificação das unidades de mapeamento</i>	345
7.6.4.5.3 <i>Levantamentos de campo</i>	347
7.6.4.6 Elaboração do mapa final e dados complementares	347
7.6.4.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa	350
7.6.4.8. Conclusões: dados mapeados e sua finalidade	350
7.6.5 Modelo Cartográfico 4: <i>Processos Antrópicos da Transformação Ambiental</i>	354

7.6.5.1	Introdução: mapeamento de processos de ação antrópica e tecnogênica	354
7.6.5.2	Conceituação do mapeamento de processos de ação antrópica e tecnogênica	355
7.6.5.3	Convenções Cartográficas do Mapa de Poluição dos Corpos de Água	359
7.6.5.3.1	<i>Unidades de mapeamento do mapa de poluição dos corpos de água</i>	359
7.6.5.3.2	<i>Limites das unidades de mapeamento e as feições lineares</i>	360
7.6.5.3.3	<i>Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição, elementos poluentes e anomalias geoquímicas</i>	361
7.6.5.4	Legenda do Mapa de Poluição dos Corpos de Água	364
7.6.5.5	Mapeamento da poluição dos corpos de água e trabalhos de levantamento em campo	
7.6.5.5.1	<i>Planejamento do mapeamento e levantamentos de campo</i>	364
7.6.5.5.2	<i>Geração das unidades de mapeamento</i>	366
7.6.5.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	367
7.6.5.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa	368
7.6.5.8	Conclusões: aplicabilidade do mapeamento dos processos antrópicos de transformação da paisagem	369
7.6.6.	Modelo Cartográfico 5: Fatores Ambientais da Formação da Paisagem	372
7.6.6.1	Introdução	372
7.6.6.2	Mapeamento do Fator Orográfico da Formação da Paisagem	373
7.6.6.3	Convenções Cartográficas para Mapeamento do Fator Orográfico da Formação da Paisagem	375
7.6.6.3.1	<i>Unidades de mapeamento</i>	375
7.6.6.3.2	<i>Limites poligonais e feições lineares</i>	375
7.6.6.3.3	<i>Convenções cartográficas para identificação dos fenômenos e processos geomorfológicos</i>	376
7.6.6.4	Legenda do Mapa do Fator Orográfico da Formação da Paisagem	376
7.6.6.5	Mapeamento da orografia e trabalhos de levantamento em campo	376
7.6.6.5.1	<i>Pré-classificação das unidades de mapeamento</i>	376
7.6.6.5.2	<i>Levantamentos de campo</i>	379

7.6.6.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	379
7.6.6.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa	380
7.6.6.8	Conclusões: aplicabilidade do mapa do fator orográfico de formação da paisagem	381
7.7	GRUPO III: MODELOS CARTOGRÁFICOS SINTÉTICOS	384
7.7.1	Modelo cartográfico 6: <i>Potencial Ecológico do Território</i>	386
7.7.1.1	Introdução	386
7.7.1.2	Classificação e mapeamento do potencial ecológico da paisagem	386
7.7.1.3	Convenções Cartográficas	391
7.7.1.3.1	<i>Classificação das unidas de mapeamento do potencial ecológico da paisagem</i>	
7.7.1.3.2	<i>Limites das unidades de mapeamento</i>	391
7.7.1.3.3	<i>Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos e objetos específicos de representação</i>	392
7.7.1.4	Legenda do Mapa	396
7.7.1.5	Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo	397
7.7.1.5.1	<i>Classificação das unidades de mapeamento do potencial ecológico</i>	397
7.7.1.5.2	<i>Levantamentos de campo</i>	398
7.7.1.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	399
7.7.1.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa	400
7.7.1.8	Conclusões: mapa do potencial ecológico do território e sua finalidade	401
7.7.2	Modelo cartográfico 7: <i>Intensidade de Transformação Antrópica da Paisagem</i>	404
7.7.2.1	Introdução	404
7.7.2.2	Conceito da intensidade de transformação antrópica	405
7.7.2.3	Convenções Cartográficas	407
7.7.2.3.1	<i>Classificação das unidas de mapeamento</i>	407
7.7.2.3.2	<i>Limites das unidades de mapeamento</i>	408
7.7.2.4	Legenda do Mapa	408
7.7.2.5	Cálculo do K_{ant} das unidades morfológicas da paisagem e classificação das unidades de mapeamento	409

7.7.2.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	411
7.7.2.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa	412
7.7.2.8	Conclusões: intensidade de transformação antrópica como critério de apoio à decisão.....	413
7.8	GRUPO IV: <i>MODELOS CARTOGRÁFICOS DE CENÁRIOS E PROGNÓSTICO</i> <i>AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO</i>	417
7.8.1	Modelo cartográfico 8: <i>Impactos Ambientais Prováveis do Objeto de Planejamento</i> ..	418
7.8.1.1	Introdução	418
7.8.1.2	Conceito do Impacto Ambiental	419
7.8.1.3	Convenções Cartográficas	420
7.8.1.3.1	<i>Classificação das unidades de mapeamento</i>	420
7.8.1.3.2	<i>Limites das unidades de mapeamento</i>	422
7.8.1.3.3	<i>Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos</i> <i>específicos e das fontes de poluição</i>	422
7.8.1.4	Legenda do Mapa	422
7.8.1.5	Classificação das unidades de mapeamento	423
7.8.1.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	424
7.8.1.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa	425
7.8.1.8	Conclusões: aplicabilidade do mapa de distribuição dos impactos ambientais.....	425
7.8.2	Modelo cartográfico 9: <i>Áreas Protegidas, Medidas Mitigadoras e de Compensação</i> <i>de Impactos do Empreendimento</i>	428
7.8.2.1	Introdução	428
7.8.2.2	Medidas mitigadoras, de compensação de impactos e as áreas protegidas	429
7.8.2.2.1	<i>Medidas de mitigação e de compensação</i>	429
7.8.2.2.2	<i>Áreas de proteção ambiental</i>	430
7.8.2.3	Convenções Cartográficas	431
7.8.2.3.1	<i>Convenções cartográficas para representação das medidas mitigadoras em</i> <i>áreas de mineração</i>	431
7.8.2.3.2	<i>Limites das unidades de mapeamento</i>	431
7.8.2.4	Legenda do Mapa	431
7.8.2.5	Mapeamento das medidas de mitigação	434

7.8.2.6	Elaboração do mapa final e dados complementares.....	435
7.8.2.7	Controle e avaliação da qualidade do mapa.....	436
7.8.2.8	Conclusões	436
7.8.3	Modelo cartográfico 10: <i>Previsão do Cenário Geoecológico</i>	438
7.8.3.1	Introdução: prognóstico ambiental e suas particularidades	438
7.8.3.2	Hipótese e princípios gerais de elaboração do prognóstico ambiental	439
7.8.3.3	Convenções Cartográficas	441
7.8.3.4	Legenda do Mapa	443
7.8.3.5	Reclassificação das unidades de mapeamento	444
7.8.3.6	Elaboração do mapa final e dados complementares	446
7.8.3.7	Controle da qualidade do mapa e avaliação da confiabilidade do prognóstico	447
7.8.3.8	Conclusões: importância do prognóstico ambiental	448
7.9	CONSIDERAÇÕES FINAIS: A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO E DO APERFEIÇOAMENTO DA CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA	450
Capítulo 8	- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	458
BIBLIOGRAFIA	463
APÊNDICES	473

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Estrutura funcional de procedimentos metodológicos para realização da pesquisa	12
FIGURA 2.	Mapeamento Geoecológico como uma área interdisciplinar	21
FIGURA 3.	Sistema de produção de informação geoambiental no âmbito do planejamento.....	29
FIGURA 4.	Lugar de EIA no sistema de Planejamento Territorial	34
FIGURA 5.	Integração entre o planejamento territorial e o sistema de Estudos de Impacto Ambiental	36
FIGURA 6	Conhecimento da realidade através do Método Cartográfico de Investigação	47
FIGURA 7.	Espaço cartográfico tridimensional	49
FIGURA 8.	Sistema funcional de mapeamento geoambiental	53
FIGURA 9.	Estrutura da informação geoambiental e geoecológica segundo objeto de estudo e nível de processamento.....	69
FIGURA 10.	Espectro eletromagnético e principais tipos de sensoriamento remoto	85
FIGURA 11.	Os segmentos da imagem LANDSAT TM representam distintas combinações de bandas espectrais	86
FIGURA 12.	Exemplo de um modelo gráfico de composição do geossistema	107
FIGURA 13.	Esquema geral do processo de mapeamento temático	128
FIGURA 14.	Modelo gráfico simplificado do geossistema da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita.	133
FIGURA 15.	Sistemas Geodésicos de Referencia	139
FIGURA 16	Demarcação dos trajetos de levantamentos de campo	156
FIGURA 17.	Área piloto	253
FIGURA 18.	Três níveis espaciais de diferenciação e integração taxonômica da estrutura morfológica natural da paisagem	286
FIGURA 19.	Composição de índice da unidade da paisagem regional	298
FIGURA 20.	Convenções para limites das unidades de mapeamento da estrutura morfológica natural da paisagem	298
FIGURA 21.	Composição do índice de identificação das unidades de mapeamento da estrutura morfológica da paisagem	299
FIGURA 22.	Convenções das unidades compostas de mapeamento	313
FIGURA 23.	Convenções para limites das unidades de mapeamento da estrutura territorial produtiva da paisagem.....	338
FIGURA 24.	Convenções das unidades compostas de mapeamento da estrutura territorial produtiva ..	341
FIGURA 25.	Convenções para unidades de mapeamento e feições lineares do mapa de poluição de corpos de água.....	360
FIGURA 26	Convenções cartográficas para representação dos componentes da poluição e suas concentrações nas proximidades das fontes e em pontos amostrais	361

FIGURA 27.	Convenções dos limites das unidades de mapeamento e feições lineares do mapa do fator orográfico da formação da paisagem	376
FIGURA 28.	Convenções das feições lineares do mapa do potencial ecológico da paisagem	392
FIGURA 29.	Convenções para unidades de mapeamento e feições lineares do mapa da intensidade de transformação antrópica da paisagem	408
FIGURA 30.	Numeração das Unidades da Paisagem para o Cálculo do Coeficiente da Transformação Antrópica	410
FIGURA 31.	Fragmento da Tabela de Cálculo do Coeficiente de Transformação Antrópica.....	411
FIGURA 32.	Convenções dos limites das unidades de mapeamento e feições lineares do mapa de impactos ambientais.....	422
FIGURA 33.	Convenções das feições lineares do mapa de medidas de mitigação impactos ambientais	431
FIGURA 34.	Estrutura temático-funcional da Proposta de cartografia geoecológica para planejamento territorial	455

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Demanda e produção de informação ambiental no âmbito de planeamento territorial.	31
QUADRO 2	As propriedades dos principais modelos gráficos e representações da realidade	44
QUADRO 3	Etapas da investigação geoambiental e coleta de dados	75
QUADRO 4	Resumo de principais métodos de observação por GPS	79
QUADRO 5	Aplicações de GPS na área geoambiental	82
QUADRO 6	Adequação entre a resolução do sensor e a aquisição de dados geoambientais	89
QUADRO 7	Potencial informativo de dados de sensoriamento remoto para os projetos de mapeamento geoambiental	90
QUADRO 8	As Propriedades Específicas dos Mapas Digitais	99
QUADRO 9.	A tipologia das principais organizações segundo tipo de informações produzidas	112
QUADRO 10	Fontes de dados cartográficos	116
QUADRO 11.	Disponibilidade dos principais sistemas de sensoriamento remoto para estudos geoambientais no Brasil (situação para junho de 2002)	121
QUADRO 12.	Principais normas internacionais de produção de dados espaciais e cartografia de perfil genérico	125
QUADRO 13.	Efeito das distorções em diferentes escalas devidas ao reajuste do SAD69	140
QUADRO 14.	Influência da escala cartográfica na qualidade de produtos cartográficos digitais	143
QUADRO 15.	Escalas tradicionalmente adotadas para mapeamentos no âmbito de planeamento territorial	146
QUADRO 16	Níveis de intensidade espacial de levantamentos de campo	153
QUADRO 17	Seleção de ILC segundo combinação dos fatores de escala de mapeamento e densidade de amostragem	153
QUADRO 18	Esquema típico de estratificação do arquivo digital de um mapa topográfico	160
QUADRO 19	Intervalo da malha das coordenadas segundo a escala	164
QUADRO 20	Erros topológicos típicos em arquivos vetoriais	169
QUADRO 21	Variações na topologia dos objetos de representação em função da sua geometria proporcionada pela resolução espacial do mapeamento	181
QUADRO 22	Projeto de metadados para formato *.dbf	188
QUADRO 23	Estrutura temática de Atlas temáticos para planeamento territorial até a década de anos 90	197
QUADRO 24	Evolução do mapeamento geoambiental aplicado em alguns países da Comunidade Européia	199
QUADRO 25	Procedimentos de análise em áreas de mapeamento ecológico	203
QUADRO 26	Evolução da cartografia temática aplicada na Rússia	204

QUADRO 27	Sistemas de mapeamento ambiental nos Estados Unidos de América	208
QUADRO 28	Evolução de sistemas de mapeamento ambiental no Canada	210
QUADRO 29	Evolução do mapeamento ambiental no Brasil	214
QUADRO 30	Tipologia e principais indicadores de mapas geoambientais para planejamento regional	223
QUADRO 31	Diversidade temática dos modelos cartográficos geoambientais	229
QUADRO 32	Sistema genérico de indicadores e informações geocológicas cartografadas	233
QUADRO 33	Principais tendências do mapeamento geocológico aplicado	237
QUADRO 34	Estrutura da proposta da cartografia geocológica aplicada ao planejamento territorial	245
QUADRO 35	Valores de precisão e exatidão cartográfica para três classes de mapeamento topográfico	257
QUADRO 36	Modelo de registro de dados de entrada para os projetos de mapeamento	264
QUADRO 37	Critérios para delimitação da área de influência do empreendimento segundo a concepção da posição físico-geográfica e econômico-geográfica	268
QUADRO 38	Correlação recomendável de escalas para mapeamento de área de influencia do empreendimento	271
QUADRO 39	Conteúdo de mapas da área de influência do empreendimento	272
QUADRO 40	Legenda do mapa da área de influencia do empreendimento	275
QUADRO 41	Indicadores da tipologia das unidades de mapeamento da estrutura morfológica e territorial-produtiva do geossistema	282
QUADRO 42	Classificação de unidades da estrutura morfológica da paisagem segundo grau de antropização	290
QUADRO 43	Critérios de diferenciação das unidades morfológicas da paisagem	291
QUADRO 44	Códigos das formações florísticas homogêneas ou predominantemente	300
QUADRO 45	Codificação das unidades de mapeamento com coberturas florísticas heterogêneas complexas	302
QUADRO 46	Códigos e definições para unidades antropizadas, sem vegetação ou com vegetação rala	305
QUADRO 47	Fatores modificadores ou de transformação da morfologia das unidades de mapeamento	307
QUADRO 48	Estágios de desenvolvimento estrutural da vegetação	308
QUADRO 49	Indicadores de variação do estágio estrutural de desenvolvimento	310
QUADRO 50	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da estrutura morfológica da paisagem	316
QUADRO 51	Fragmento da legenda de trabalho	319
QUADRO 52	Critérios para diferenciação de unidades de mapeamento naturais e antrópicas por fotointerpretação	320
QUADRO 53	Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados aos polígonos de mapeamento da estrutura morfológica da paisagem	326
QUADRO 54	Classes, Tipos e Sub-tipos de Uso do Solo	334
QUADRO 55	Sistema de sinais convencionais para representação da estrutura territorial produtiva da paisagem	338

QUADRO 56	Dados requeridos para compilação da legenda mapa da estrutura territorial produtiva da paisagem	342
QUADRO 57	Composição química dos efluentes em áreas industriais	346
QUADRO 58	Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados às unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva	351
QUADRO 59	Definição da escala da variação do pH	360
QUADRO 60	Referencia de escala alternativa de cores para representação dos poluentes	360
QUADRO 61	Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição, elementos poluentes e anomalias geoquímicas	361
QUADRO 62	Dados requeridos para compilação da legenda do Mapa de Processos antropotecnogênicos da transformação das condições ambientais	365
QUADRO 63	Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados aos pontos de coleta e amostragem geoquímica	370
QUADRO 64	Definição das classes de declividades	375
QUADRO 65	Convenções cartográficas para identificação dos fenômenos e processos geomorfológicos	377
QUADRO 66	Dados requeridos para compilação da legenda mapa do fator orográfico da formação da paisagem	378
QUADRO 67	Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados às unidades e objetos de mapeamento do fator orográfico da formação da paisagem	382
QUADRO 68	Critérios fitoecológicos de potencial ecológico alto (A), médio-alto (Ma), médio (M), reduzido (R)	389
QUADRO 69	Critérios zoológicos de potencial ecológico alto (A), médio-alto (Ma), médio (M), reduzido (R)	390
QUADRO 70	Critérios pedológicos de potencial ecológico alto (A), médio-alto (Ma), médio (M), reduzido (R)	391
QUADRO 71	Definição das classes de potencial ecológico da paisagem	393
QUADRO 72	Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos e objetos específicos de representação	394
QUADRO 73	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da intensidade de transformação antrópica da paisagem	397
QUADRO 74	Gradiente e peso da transformação antrópica da paisagem para os tipos de cobertura de solo identificados na Bacia Hidrográfica do rio Fiorita	406
QUADRO 75	Definição das classes de Intensidade de transformação antrópica	408
QUADRO 76	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da intensidade de transformação antrópica da paisagem	409
QUADRO 77	Impactos ambientais da mineração a céu aberto e sua intensidade	420
QUADRO 78	Tamanho de áreas de influência geocológica de distintas fontes de ação antrópica	421

QUADRO 79	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de impactos geocológicos do empreendimento	423
QUADRO 80	Convenções cartográficas para representação das medidas mitigadoras	432
QUADRO 81	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de mitigação de impactos geocológicos	434
QUADRO 82	Convenções cartográficas complementares para representação do Prognóstico da Intensidade de transformação Antrópica	442
QUADRO 83	Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de prognóstico geocológico do território	444

LISTA DE MAPAS

MAPA 1.	Área de influência geocológica do empreendimento – <i>Mina XXX</i> - Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:50000	277
MAPA 2.	Estrutura morfológica natural da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:50000	327
MAPA 3.	Estrutura morfológica natural da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:20000	328
MAPA 4.	Estrutura Territorial Produtiva da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita 1:50000	352
MAPA 5.	Estrutura Territorial Produtiva da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:20000	353
MAPA 6.	Contaminação dos corpos de água na da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:20000 folha amostral 001	371
MAPA 7.	Fator orográfico da formação da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:50000	383
MAPA 8.	Potencial ecológico da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita 1:50000	403
MAPA 9.	Intensidade de Transformação antrópica da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita 1:50 000	416
MAPA 10.	Impactos ambientais prováveis da Mina XXX, Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:5000	427
MAPA 11.	Medidas de mitigação dos impactos ambientais prováveis da mina XXX, Bacia Hidrográfica do rio Fiorita. 1:5 000	437
MAPA 12.	Prognóstico da intensidade de transformação antrópica da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita 1: 50 000	449

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1.	Fontes nacionais de dados e informação geoambiental	477
APÊNDICE 2.	Plano-padrão da caracterização geoambiental do território	482
APÊNDICE 3.	Ficha de registro de levantamento em campo	487
APÊNDICE 4.	Sensoriamento remoto como suporte de monitoramento ambiental e controle de condições ecológicas	490
APÊNDICE 5.	Exatidão e tolerância recomendáveis para projetos cartográficos temáticos de escala grande	495
APÊNDICE 6	Relação de projetos cartográficos aplicados ao planejamento avaliados para diferenciação da estrutura temática e análise da demanda de informação geoecológica	500
APÊNDICE 7.	Características gerais dos projetos de cartografia geoambiental digital	506
APÊNDICE 8.	Estrutura temática-funcional dos projetos de cartografia geoambiental aplicada	511

SIGLAS E ABREVIACÕES

AIA – *AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS*

ANA – *AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS*

BCDAM – *SISTEMA DE BASES COMPARTILHADAS DE DADOS SOBRE A AMAZÔNIA*

BD – *BANCO DE DADOS*

BDT – *BANCO DE DADOS TROPICAL*

CONAMA – *CONCELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE*

CNRH – *CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS*

CORINE – *COORDINATION OF INFORMATION ON THE ENVIRONMENT*

CTM – *CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO*

CPRM – *COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - MME*

DHN – *DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO*

DSG – *DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO*

DSR – *DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO*

DNPM – *DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL*

EIA/RIMA – *ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS/RELATÓRIO DE IMPACTOS AMBIENTAIS*

EMBRAPA – *EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA*

EU – *UNIÃO EUROPÉIA*

EMAP – *EPA ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT PROGRAM*

ETP – *ESTRUTURA TERRITORIAL-PRODUTIVA DA PAISAGEM*

FAO – *UN FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION*

FIA – *USA FOREST INVENTORY AND ANALYSIS PROGRAM*

FR – *FEDERAÇÃO RUSSA*

IBAMA – *INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE*

IBGE – *INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA*

ICA – *INSTITUTO CARTOGRÁFICO DA AERONÁUTICA*

ICZM – *INTEGRATED COASTAL ZONE MANAGEMENT*

INPE – *INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS*

IPEA – *INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA*

MCI – *MÉTODO CARTOGRÁFICO DE INVESTIGAÇÃO*

NOAA – *NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION*

NRI – *NATIONAL RESOURCES INVENTORY*

RGN – *REDE GEODÉSICA NACIONAL*

SINIMA – *SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE*

SPOT – *SATELLITE POUR L'OBSERVATION DE LA TERRE*

UNEP – *UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME*

GLOSSÁRIO¹

A

ANÁLISE (grego – *analysis* – decomposição) – representa a desintegração mental do objeto estudado em suas partes integrantes e constitui um método de obtenção de novos conhecimentos (FROLOV I.T., 1984). A análise sistêmica², especificamente, constitui um conjunto de métodos e meios que se aplicam na investigação de objetos complexos e supercomplexos, antes de tudo, métodos de formulação, adoção e fundamentação de decisão ao criar e controlar os sistemas sociais, econômicos e ambientais (*idem*).

ANÁLISE AMBIENTAL APLICADA (*environmental applied analysis*) – pode ser definida como um sistema complexo de métodos empregue para realização de estudos e aquisição da informação ambiental necessária para realização do planejamento (SHISHENKO, 1989). Os resultados da análise ambiental do geossistema aplicada ao planejamento resultam em instruções, prescrições, indicações normativas de uso de solo, conforme os princípios do planejamento territorial, e, por sua vez, determinam as exigências para com a informação geoambiental necessária para fundamentação de planos e projetos futuros.

ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) (*environmental protection area*) – área pertencente ao grupo das unidades de conservação de uso direto, sustentável e regida por dispositivos legais. Constitui-se de área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada por atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e bem-estar da população residente e do entorno e tem por objetivo, disciplinar o uso sustentável dos recursos naturais e promover, quando necessário, a recuperação dos ecossistemas degradados (IBGE, 1999).

AVALIAÇÃO COMPLEXA DO GEOSSISTEMA (*complex geosystem evaluation*) – representa uma categoria da análise ambiental aplicada e tem um significado específico, compreendendo realização sistêmica do conjunto de métodos, interligados em uma seqüência de procedimentos, em que cada etapa posterior baseia-se nos resultados científicos dos procedimentos anteriores (SHISHENKO, 1989). As vantagens da avaliação complexa consistem na sua interdisciplinaridade e no emprego de um sistema único de indicadores e parâmetros comensuráveis, independentemente da subjetividade das análises realizadas por diversos especialistas. Os seus procedimentos podem ser resumidos em uma seqüência interdependente de métodos e técnicas (SHISHENKO, 1989; FRANCE & BRIGGS, 1980): 1. avaliação das regularidades geoambientais da organização regional da paisagem (sistema como um todo); 2. classificação e taxonomia das estruturas morfológica e territorial-produtiva da paisagem; 3. definição das tipologia funcional do geossistema e sua avaliação; 4. análise geotécnica e de engenharia de áreas relevantes ao empreendimento (restrições

físicas do sistema); 5. análise de recursos ambientais disponíveis para desenvolvimento dos projetos e planos (elementos e variáveis essenciais/ restrições funcionais do sistema); 6. previsão de impactos ambientais negativos e positivos.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UM MAPA (*map quality evaluation*) – representa a conclusão sobre a qualidade, confiabilidade e a utilidade do produto cartográfico para fins determinados, realizada na base do seu estudo (análise). Inclui a avaliação de todos os elementos: adequação da escolha da projeção cartográfica, da escala do mapa, composição do mapa, dos métodos de representação cartográfica, qualidade do *design*, etc. A avaliação geral forma-se na base do estudo da complexidade do conteúdo do produto, do grau de ocupação com elementos gráficos, da precisão geométrica, da veracidade e atualidade, assim como na análise da perceptibilidade e da estética geral do produto (BERLIANT, 1998).

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (*environmental impact analysis/evaluation*) - instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e cujos resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada da decisão, e por eles considerados. Além disso, os procedimentos devem garantir adoção das medidas de proteção do meio ambiente, determinada no caso de decisão da implantação do projeto (LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981).

B

BASE GEOGRÁFICA DO PROJETO CARTOGRÁFICO – compreende os elementos do mapa-base, que devem ser obrigatoriamente presentes em todos os modelos cartográficos temáticos, independentemente da sua específica com objetivo de garantir a acuidade de interpretação de dados e da análise ambiental da diferenciação e interdistribuição espacial dos fenômenos e objetos mapeados. Essencialmente a base geográfica deve ser composta por: (1) hidrografia e seus principais topônimos, inclusive objetos marítimos e litorâneos; (2) sistema viário principal; (3) perímetros dos povoados e das áreas urbanas; (4) pontos altimétricos cotados mais importantes, os que marcam os pontos mais altos e mais baixos, assim como alguns dos pontos intermediários; para alguns mapas temáticos topônimos orográficos e curvas mestras; (4) objetos antrópicos de interesse ambiental (ex.: áreas mineradas...); (5) topônimos geográficos em geral relevantes para os temas específicos do projeto (como áreas de tratamento de resíduos, etc.). Exige atribuições gráficas distintas das do mapa-base para que não interfira na qualidade de perceptibilidade do modelo cartográfico temático.

¹ As definições que não contemplam as respectivas referências bibliográficas são da autoria própria.

² Surgiu nos anos 60 do século XX, como consequência do estudo de operações, sua base teórica e metodológica jaz no enfoque sistêmico e teoria geral dos sistemas.

C

CADASTRO GEOAMBIENTAL (*environmental cadastre*) – representa relação de dados sobre condições e recursos ambientais, assim como sobre seu uso e usuários, realizada como sistema informativo único baseado nos dados de monitoramento ambiental e controle de exploração dos recursos do território. Compreende a realização de investigações, recolha e aquisição, sistematização e processamento, padronização, armazenamento e geração contínua da informação geoambiental.

CARTOGRAFIA (*cartography*) – é uma área da ciência, da técnica e da produção, que abarca a criação, estudo e utilização dos mapas e outros produtos cartográficos (BERLIANT,1996). Como ciência tem várias interpretações, expressas em diversas concepções: de comunicação, de modelagem investigativa, de linguagem, geoinformativa e outras. Como ciência a cartografia divide-se em várias disciplinas: cartografia matemática e temática, semiótica cartográfica, desenho cartográfico, edição cartográfica, história da cartografia, etc.

CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL (*environmental cartography*) – representa uma parte da cartografia temática, que envolve mapeamento de variáveis e indicadores ambientais de desenvolvimento socioeconômico, da qualidade de vida humana e de condições ecológicas da flora e fauna na sua visão setorial e sistêmica ou integrada (definição do autor). Compreende o desenvolvimento da teoria e de métodos de representação gráfica dos objetos e fenômenos ambientais; constitui um complexo sistema de métodos de investigação e representação da distribuição espacial de variáveis e indicadores ambientais; compreende uma estrutura temática hierárquica, concebida segundo os princípios genético e sistêmico dos fenômenos representados, que tende à uma constante diversificação na medida da evolução da demanda informativa no âmbito da ciência e gestão territorial.

CARTOGRAFIA DIGITAL (*digital cartography*) – representa a parte da Cartografia, que abrange a teoria e os métodos de criação e uso prático dos mapas digitais, eletrônicos e computacionais e outros modelos cartográficos digitais espacial-temporários (BERLIANT,1996).

CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA (*geoecological cartography*) – faz parte do subsistema da cartografia geoambiental, definida como um método de investigação que compreende a coleta, armazenamento, análise e representação de dados de todo universo de variáveis geoambientais, incluindo os recursos naturais e antrópicos dos geossistemas e outros processos e fenômenos ecológicos a estes relacionados. É designada de geoambiental por dar maior ênfase às variáveis físicas e geoespaciais dos geossistemas.

COMARCA (*land sub-units, site association*) – associação de fâcies conjugadas segundo predominância dos processos de permuta de energia e substância condicionados por parâmetros do fator orográfico e hidrogeológico (veja **fâcie**); unidade taxonômica de diferenciação da **estrutura morfológica natural da paisagem**.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia vinculada ao poder Executivo Federal, que congrega as entidades do Sistema Cartográfico Nacional - SCN cuja principal função é coordenar a elaboração da Política Cartográfica Nacional (IBGE, 2002).

CONFIABILIDADE (*reliability*) – a qualidade de confiabilidade reflete o quanto corretamente o mapa e sua legenda apresentam as propriedades e características dos objetos de mapeamento. A confiabilidade do mapa é a principal qualidade estimada para mapeamento temático. Em termos práticos a confiabilidade é considerada com relação aos três tipos de informação representada: limites poligonais, simbologia dos objetos pontuais e os textos (TRIM, 1996).

D

DADOS (*lat. datum, pl. data – ingl. - date*) – (1) Fatos registrados, descrições do mundo real ou idéias, que estão suficientemente completos para serem formulados e registrados com precisão. (2) Informação em formato lógico apropriado para transformação e para processamento em meios de automação com possível auxílio do homem; os fatos, os conceitos e comandos, que estão em formato adequado para que possam ser processados manualmente ou automaticamente. *Os dados sobre objetos espaciais, os que estão subsidiados de indicações da sua localização (coordenadas) no espaço (geográfico ou astral) – atributos de posicionamento designam-se como espaciais* (BERLIANT,1996).

DADOS ALFANUMÉRICOS (*alphanumeric data*) – são descrições e as características das entidades gráficas. Geralmente são armazenados em formatos convencionais para este tipo de informação. As informações alfanuméricas e gráficas se encontram completamente integradas, sendo esta integração, junto com a capacidade de gestão de ambos os tipos de dados, o que caracteriza os Sistemas de Informação Geográfica. Os dados alfanuméricos compreendem os atributos alfanuméricos propriamente ditos e os Dados geograficamente referenciados. **Atributos alfanuméricos** proporcionam informação descritiva sobre as características das entidades gráficas. Relacionam-se com ditas entidades através de identificadores comum que se armazenam tanto em registro alfanumérico como em gráfico. Os **dados geograficamente referenciados** descrevem incidentes ou fenômenos que se produzem em uma localização específica. Em diferencia de atributos estes dados no descrevem uma entidade gráfica, mas proporcionam informação (número de indivíduos/espécies encontradas, magnitude de processos negativos, características do geossistema) associada à uma unidade geográfica. Este tipo de dados se armazena de forma separada e não se relaciona diretamente com unidades de mapeamento (TRIM, 1996)..

DADOS GRÁFICOS (*graphic data*) – são descrições digitais das unidades de mapeamento. Incluem as coordenadas, sinais e símbolos que definam os elementos cartográficos de um mapa. Os sistemas digitais utilizam estes dados para gerar um mapa ou representação gráfica (TRIM, 1996)..

DENSIDADE DE DADOS ou grau de detalhe da representação (*density of data*) – densidade de dados mede a quantidade de feições armazenada por área de representação cartográfica, portanto está diretamente relacionada com a resolução espacial e o tamanho mínimo do polígono representado. A maior densidade da representação significa maior quantidade de feições por área e o menor tamanho de polígonos representados. A densidade de dados no mapa analógico é definida e limitada pela escala e por tanto coincide

com a resolução. Os polígonos não podem ser representados se a sua área é inferior à resolução da linha que os delimita (TRIM, 1996)..

DESIGN DO MAPA (*map design*) – representa o conjunto de formas e métodos de representação gráfica utilizados no mapa, que definem as suas propriedades informativas, artísticas e estéticas (IBGE, 2002).

E

ELIPSÓIDE (*ellipsoid*) – (1) figura matemática muito próxima do geóide na forma e no tamanho, utilizada como superfície terrestre de referência nos cálculos dos levantamentos geodésicos. (2) sólido geométrico obtido pela rotação de uma elipse sobre um de seus eixos. No caso cartográfico, utiliza-se como geratriz o eixo de rotação terrestre. Estudos geodésicos apresentam valores levemente diferentes para os elementos do elipsóide, medidos nos vários pontos da Terra. Assim, cada região deve adotar como referência o elipsóide mais indicado. No Brasil adotou-se o elipsóide de Hayford, cujas dimensões foram consideradas as mais convenientes para a América do Sul. Atualmente, no entanto, utiliza-se com mais frequência o elipsóide da União Astronômica Internacional, homologado em 1967 pela Associação Internacional de Geodésia, que passou a se chamar elipsóide de referência 1967. O elipsóide de Hayford é utilizado pelo datum Córrego Alegre e o elipsóide de referência 1967, ou seja, o da União Astronômica Internacional, é utilizado pelo Datum SAD-69 (IBGE, 2002).

ESCALA (*scale*) – (1) Relação entre as dimensões dos elementos representados em um mapa, carta, fotografia ou imagem e as correspondentes dimensões no terreno; (2) **Escala Cartográfica**: relação matemática entre as dimensões dos elementos no desenho e no terreno; (3) **Escala Gráfica**: é a representação gráfica da escala numérica sob a forma de uma linha graduada, na qual a relação entre as distâncias reais e as representadas nos mapas, cartas ou outros documentos cartográficos é dada por um segmento de reta em que uma unidade medida na reta corresponde a uma determinada medida real; (4) **Escala Numérica**: é a escala de um documento cartográfico (Mapa, Carta ou Planta) expressa por uma fração ou proporção, a qual correlaciona a unidade de distância do documento à distância medida na mesma unidade no terreno. Ex: 1:100.000 - Lê-se 1 por 100.000. (IBGE, 2002b)

ESCALA DA VISUALIZAÇÃO (*visualization scale*) – é a escala na qual o mapa computacional aparece em toda sua plenitude gráfica, sem redução exagerada ou estourando a detalhe. A escala adequada de visualização é a escala em que o mapa foi criado (BCME, 1998)

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) (*environmental impact research*) – é um instrumento constitucional da Política Ambiental um dos elementos do processo de avaliação de impacto ambiental. Trata-se da execução, por equipe multidisciplinar, das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar, sistematicamente, as consequências da implantação de um projeto no meio ambiente, por métodos de AIA e técnicas de previsão dos impactos ambientais (LEI Nº6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981).

EXATIDÃO (*accuracy*) – a qualidade de exatidão reflete o quanto é exata a delimitação e classificação das unidades de mapeamento. Podem ser avaliadas no âmbito do mapeamento geocológico: exatidão posicional absoluta (altimétrica e planimétrica); exatidão posicional relativa ou geométrica; exatidão temática ou de interpretação; exatidão da digitalização e exatidão das medições GPS. **Exatidão temática** ou de interpretação: exatidão temática ou de interpretação também pode ser chamada de completude do mapeamento, que representa um processo de delineamento e

classificação dos objetos do mundo real como feições espaciais identificados com atributos de texto. A exatidão temática reflete quão próximo à realidade (completo) os dados são representados. Depende do caráter do território mapeado e dificuldade de distinguir as unidades adjacentes, que também dependerá da capacidade do interprete de diferenciar as tonalidades e texturas da imagem interpretada. **Exatidão posicional absoluta** (altimétrica e planimétrica): exatidão da representação com relação ao datum geodésico, especifica o quanto é exata a locação das feições no espaço de coordenadas (ou plano da projeção) com relação à sua posição verdadeira no terreno. A exatidão posicional (avaliada como planimétrica e/ou altimétrica) pode ser estabelecida como desvio (erro) máximo permitido entre as coordenadas das feições mapeadas e as coordenadas adquiridas através do rasteiro em pontos de checagem relativamente a RGN (de 1ª, 2ª ou 3ª ordem) (FGDC, 1998; RIC, 2000). O referido erro é especificado como porcentagem da probabilidade de erros: 90% de todos os pontos testados devem ter posicionamento conforme o PEC, ou até 3% de pontos checados podem ter erro superior ao PEC. **Exatidão posicional relativa** (interna) ou consistência lógica: Especifica o grau da veracidade da representação das formas poligonais no espaço de coordenadas com relação das suas formas no mundo real, assim como suas relações topológicas. A forma verdadeira dos polígonos pode ser estabelecida: através da restituição fotogramétrica; medições em campo; locação do perímetro ou de vértices internas com GPS. A exatidão/erro pode ser estabelecida como desvio máximo permitido entre o tamanho e forma do polígono mapeado e forma e tamanho do mesmo definido por um dos métodos anteriormente citados (RIC, 2000). Segundo padrões internacionais a área calculada de cada feição digital não deve se diferenciar mais que em 15% da área definida em campo ou do seu perímetro calculado com auxílio do GPS (MELPBC, 2000; FGDC, 1998; RIC, 1998). A quantidade de feições avaliadas depende da escala e objetivos do mapeamento. A exatidão posicional relativa é estimada como porcentagem de probabilidade de erro: 90% de todos os polígonos avaliados não devem exceder os 15% de desvio da forma e da área dos polígonos reais. **Exatidão da digitalização**: especifica a proximidade espacial entre as formas das feições e sua posição no espaço digital de coordenadas com relação à sua forma e localização no mapa analógico ou outra fonte de dados, excluindo erros de interpretação. Considera os erros comum associados com o processo de edição digital do mapa. A exatidão requerida das feições mapeadas depende da escala do levantamento e pode ser especificada em termos de desvios entre o original dos dados e a edição vetorial do mapa.

ESTRUTURA TERRITORIAL PRODUTIVA DA PAISAGEM (*economic territorial structure*) – é um complexo de formas de produção sobre um território, que formam um sistema de exploração de recursos do território ou/e usos de

solo (SHISHENKO,1988; MIRZAIIEV *et al.*, 1988). A paisagem, assim, é vista como um recurso, por meio do qual realizam-se os objetivos do uso do solo, que "consiste numa aplicação geograficamente localizada de interesse ou também das atividades a fim de satisfazer as necessidades a partir dos recursos naturais e de meios tecnológicos que, em conjunto, definem um sistema territorial. (...) O uso consiste na relação mais elementar que se estabelece entre a sociedade e o território "(PARDAL, 1988: 151). (veja também – o *mapeamento da estrutura territorial-produtiva*)

F

FÁCIE (*land facet, biotop, geotop, ecotop*) - é uma unidade geossistêmica mais elementar, menor e geograficamente indivisível. É a parte da superfície terrestre, cujos limites conservam uma situação similar, com mesma litologia, mesmo microclima, com condições similares de umedecimento e de cobertura pedológica e uma única fitocenose. O indicador principal das fâcies é a homogeneidade do tipo de condições ecológicas. Utilizam como sinônimos do termo fâcies, ainda que muito menos freqüentes na literatura internacional, os seguintes: *paisagem elementar, micropaisagem, epimorfa, geotopo, ecotopo, land facet*.

FOTOCARTA (*fotoimap*) – é uma carta, editada com base em uma imagem fotogramétrica numa determinada projeção cartográfica e divisão de folhas, que contem todo arranjo cartográfico (rede de coordenadas, curvas de nível e cotas, topônimos, assim como as informações temáticas adicionais). Para amplas regiões com variações significativas de relevo constroem-se *ortofotocartas*, onde as aerofotografias são transformadas de projeção central para ortogonal, em que as distorções do relevo e da curvatura da terra são eliminadas (BERLIANT, 1996).

FOTOGRAMETRIA (*photogrammetry*) – é a ciência que trata da obtenção de medições fidedignas de imagens fotográficas. - (mapeamento) é a ciência da elaboração de cartas topográficas que congrega diversos processos e métodos matemáticos e físicos a partir de fotografias ou imagens aéreas ou orbitais, utilizando-se instrumentos óticos-mecânicos sofisticados. (IBGE, 2002b)

G

GEOINFORMATICA (*GIS-technology, geoinformatic*) – constitui a parte integrante (por vários e unidos pontos de vista) da geomática, e representa a ciência, tecnologia e atividade produtiva de fundamentação científica, projeção, criação, exploração e utilização dos sistemas de informação geográfica (SIG); representa as atividades da realização das tecnologias geoinformativas ou GIS-tecnologias e suas aplicações com objetivos práticos ou geocientíficos (BERLIANT, 1996).

GEOMÁTICA (*geomatics*) – constitui: (1) – um sistema de tecnologias informativas, da multimídia e dos meios de telecomunicações empregue para transformação de dados, análise de geossistemas e para automação cartográfica; (2) – termo utilizado como sinônimo de geoinformações ou cartografia geoinformativa (ICC, 1999; BERLIANT, 1996).

GPS – GLOBAL POSITIONING SYSTEM – é um sistema (complexo tecnológico) de segunda geração de posicionamento sobre a superfície terrestre por satélite. O seu

desenvolvimento decorreu nos anos 70-90, culminando em 1994. Diferenciam três subsistemas: controle terrestre (*control-segment*) – rede de estações terrestres que fornecem aos satélites as coordenadas precisas (efemérides) e outras informações; constelação de satélites (*space-segment*) – composta por 24 satélites, guarnecidos de transmissores de frequência-tempo, que transmitem constantemente em frequências L1 e L2, sinais para medições de pseudo-distâncias através de métodos de código e de fase, observações de tempo e outros dados necessários para realização de posicionamento; equipamentos do usuário (*user-segment*) - equipamentos em posse dos usuários, incluindo as antenas, armazenadores e processadores de dados e observações de posicionamento.

I

IMPACTO AMBIENTAL (*environmental impact*) – mudança sensível, positiva ou negativa, nas condições de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema, do qual depende a sobrevivência humana. Essas mudanças podem resultar de ações acidentais ou planejadas, provocando alterações direta ou indiretamente (GOUDIE, 1985). Desse modo, são considerados os efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas nos componentes do meio físico e que se refletem por interação nas condições ambientais que envolvem a vida humana. No entanto, deve-se distinguir com clareza os impactos ou efeitos da ação humana nas condições dos geossistemas naturais originais e as mudanças ocasionadas em ambientes com as características antrópicas formadas. A expressão *impacto ambiental* deveria ser aplicada estritamente à essa segunda categoria de fenômenos, já que a primeira refere-se de fato aos *impactos antropogênicos* (CHRISTOFOLETTI, 1994). Os estudos dos impactos ambientais mostram a vulnerabilidade dos geossistemas socioeconômicos e refletem a dimensão dos riscos ambientais. Os impactos são caracterizados por **parâmetros espaciais** (extensão do fenômeno), **temporais** (durabilidade histórica) e **de intensidade** (poder de transformação), e podem ser descritos através das mudanças nos indicadores dos componentes naturais e socioeconômicos durante um período determinado de tempo e dentro de uma área específica.(veja também – *mapeamento de impactos ambientais*)

INFORMAÇÃO (*information*) – (1) Conjunto de noções sobre dados reais e das inter-relações entre os mesmos; são os fatos que representam o objeto de alguma operação: *transmissão, distribuição, transformação, armazenagem* ou diretamente da utilização; são os dados relevantes ao usuário. (2) Em técnica computacional: conteúdo que se atribui aos dados pela concordância que os abrange; dados destinados à automação, transformados em meios computacionais e expedidos para o usuário (Berliant, 1996).

INTEROPERACIONALIDADE (*interoperability*) – a qualidade do arquivo gráfico digital de perpetuar e ser transferido de um sistema computacional e programático para outro sem alteração e/ou perda de seus atributos. I. proverá a habilidade para executar análises, recuperações, e outras operações com dados de fontes diferentes em distintos hardware e sistemas de software. Aperfeiçoamento da I. compreende também a otimização das escalas de trabalho: geográficas, temporais, e temáticas; requer que dados existem

em um ambiente comum, que inclui definições, métodos de desempenho, garantia de qualidade, e metadados (TRIM, 1996).

L

LEVANTAMENTOS DE CAMPO (*field assistance*) – representam realização de trabalhos de coleta de dados e informações a respeito de objetos de investigação “*in situ*”. Consistem na execução de procedimentos metodológicos específicos e genéricos de descrição amostral objetiva ou geoambiental complexa, recolha de amostras e provas para processamento e análise laboratorial, aquisição de registros GPS, de instrumentos e sensores de análise do estado de componentes ambientais, registros fotográficos e de vídeo; e outros tipos de procedimentos especiais, caso seja justificada sua necessidade (definição do autor).

LINHAGEM DO MAPA (*map origin*) – são informações sobre dados da carta e é um aspecto de qualidade que diz respeito a história do mapeamento, ou seja, o executor, tipo de método utilizado na produção, tipo de dado, data da produção, material utilizado, entre outros (TRIM, 1996).

LOCALIDADE (*land units*) – é uma unidade taxonômica da paisagem com limites naturais claros, que a diferenciam da vizinhança. É formada por comarcas, associações de comarcas e fácies individuais que apresentam, uma morfologia típica sobre mesmo embasamento geológico de gênese comum com determinado complexo de mesoformas de relevo e condições mesoclimáticas; é uma unidade da paisagem mais estável as influências antrópicas (RIC, 1998; SHISHENKO, 1989; MIRZAEV, 1988; MATEO, 1984).

M

MAPA (*map*) – é uma representação gráfica, matematicamente definida, reduzida e generalizada da superfície da Terra ou de um outro corpo cósmico, que representa os objetos reais ou projetados através de um sistema dos sinais convencionais. Um mapa representa um modelo gráfico, que dispõe de informatibilidade, de conformidade espaço-temporal para com a realidade, de escala, assim como, de propriedade específica de visão panorâmica, perceptibilidade e comunicabilidade, o que o torna num dos meios mais importantes de investigação científica dos fenômenos espaciais (BERLIANT, 1996).

MAPA-BASE (*base-map, cartographic base*) – produto cartográfico digital, editado em um dos formatos operacionais do CAD ou CAM, gerado através da seleção objetiva de níveis de informação gráfica a partir do mapa topográfico ou geográfico geral de alta qualidade, imprescindivelmente provido de metadados completos. O mapa-base tem como principal função configurar a base de elementos gráficos plani-altimétricos, geográficos e específicos (geodésicos e cartográficos) suficientes e necessários para comportar as informações temáticas produzidas e para geração de produtos cartográficos derivados, previstos no projeto em questão.

MAPA COMPUTACIONAL (*computer map*) – um mapa sobre papel, poliéster, filme fotográfico ou outros materiais adquirido com auxílio dos meios de mapeamento

automatizado (digitalizadores, plotters, etc.) (BERLIANT, 1996).

MAPA DIGITAL (*digital map*) – é um modelo numérico (modelo composto por dígitos de coordenadas de objetos) de um mapa; na sua essência o MD significa exatamente o modelo numérico (*digital*) ou *dados cartográficos numéricos*; é criado através da digitalização das fontes cartográficas, via transformação fotogramétrica dos materiais de sensoriamento remoto, através do registro digital de dados de trabalhos de campo (GPS – registros) ou com outros métodos. A metodologia de criação de MD deve estar de acordo com normas e regras de mapeamento, precisão exigida, generalização e para com sistemas dos sinais convencionais reconhecidos. MD serve de base para edição dos mapas em papel, mapas computacionais e mapas eletrônicos; faz parte dos bancos de dados cartográficos; representa um dos elementos mais importantes de fornecimento informativo dos SIG e ao mesmo tempo pode ser o resultado de funcionamento destas (BERLIANT, 1996).

MAPA ELETRÔNICO (*eletronic map*) – representação cartográfica visualizada com auxílio do software e meios técnicos em uma dada projeção, formato e sistema de sinais convencionais no vídeo (tela) do computador com base nos dados de mapas digitais ou dos bancos de dados do SIG. Quando há necessidade pode ser transformado ou completado com novos dados (BERLIANT, 1996).

MAPEAMENTO TEMÁTICO GEOECOLÓGICO (*geoecological mapping*) – representa um processo de geração de informações geoecológicas sobre o objeto de estudo, ou então um processo de geração de conhecimentos a respeito de fenômenos e processos de sua formação e regularidades do seu funcionamento. Consiste na representação completa e compacta de geo- ou ecossistemas e todas as variáveis ambientais que influenciam o estado da biota, da vida e saúde da população (definição do autor). Veja também cartografia geoecológica.

MAPEAMENTO DA ESTRUTURA MORFOLÓGICA NATURAL DA PAISAGEM (*ecosystem mapping, landshaft cart*) – representa a diferenciação e estratificação da área de estudo em unidades de mapeamento de acordo com a combinação homogênea das feições ecológicas, variações climatológicas, fisiografia (morfologia e morfometria), geologia e geomorfologia, solos e vegetação; é uma diferenciação sintético-qualitativa das unidades da paisagem, homogêneas no contexto das suas propriedades morfológicas naturais; diferenciação taxonômica da paisagem (geossistema) que consiste na determinação de unidades espaciais internamente homogêneas, inter-relacionadas sistemicamente, que se encontram em constante evolução sobre influência dos fatores naturais e antrópicos. (SHAO & PARKER, 2001; RIC, 1998; CLELAND *et al.*, 1997; MIRSAEV *et al.*; 1988).

MAPEAMENTO DA ESTRUTURA TERRITORIAL-PRODUTIVA DA PAISAGEM (*economic territorial structure mapping*) – representa a diferenciação e estratificação da área de estudo em unidades de mapeamento de acordo com a diferenciação funcional do geossistema, combinação homogênea de usos do solo e fenômenos ecológicos, por estes produzidos. É uma diferenciação sintético-qualitativa das unidades da paisagem homogêneas no contexto das suas propriedades tecnológicas, produtivas e/ou suas funções sociais. O mapeamento da estrutura territorial-produtiva da paisagem consiste no mapeamento da

distribuição de meios e recursos de trabalho com objetivo de inventário de fontes e objetos de influência em suas formas territoriais concretas e no registro da intensidade destas influências (Mirsaei et al., 1988). O mapa da estrutura territorial produtiva da paisagem é o principal documento do inventário socioeconômico e funcional da paisagem e exige na sua elaboração atenção específica para com a exatidão da interpretação e coleta de informações.

MAPEAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (*environmental impact mapping*) – faz parte do grupo de técnicas de previsão de impactos; não substitui nenhuma outra das existentes, porém os complementa. O mapeamento de impactos é considerado como última etapa da avaliação, propriamente dita, necessária para previsão da distribuição espacial dos fenômenos, classificados como impactos negativos dentro da área de influência (possivelmente reajustada como consequência deste), para análise da sua interdistribuição e combinação para com os fenômenos geocológicos já existentes na área e consequente previsão dos impactos cumulativos. O mapeamento dos impactos tem um significado prático único, que nenhum de outros métodos pode proporcionar com toda plenitude: diferenciação espacial dos impactos sumários e definição das perspectivas locais das medidas mitigadoras necessárias.

MAPA DE PROCESSOS ANTROPO-TECNOGÊNICOS (*anthropic process map*) – é compreendido como modelo cartográfico de conteúdo conceitual variável, que visa a representação de objetos e fenômenos antrópicos e tecnogênicos de transformação das condições ambientais naturais, com fins de análise da sua distribuição espacial, delimitação analítica das suas áreas de influência e definição das áreas abrangidas por impactos cumulativos ou da formação das anomalias geocológicas.

MAPA DO FATOR OROGRÁFICO (*orographic factor map*) – deve representar assim um modelo cartográfico que reflete a interdistribuição dos parâmetros altimétricos e de declividade sobre um território, evidenciando também a eventual presença de processos e fenômenos geomorfológicos locais relevantes para implantação do empreendimento.

MAPEAMENTO DO POTENCIAL ECOLÓGICO (*mapping of ecological potential*) – consiste na diferenciação do território segundo sua capacidade de corresponder a um certo nível de qualidade das condições ambientais (estado ecológico) necessárias para vida e atividades humanas. Tem por objetivo identificar e diferenciar as áreas segundo seu estado e dinâmica ecológica, discriminando-as em função da necessidade de ações específicas para correção ou estabelecimento de programas de gestão e mitigação de impactos. Visa, essencialmente, análise de condições que influenciam a saúde e qualidade de vida do homem, assim como a preservação dos agrossistemas e de áreas de preservação permanente.

MEDIDAS MITIGADORAS (*mitigation action*) – são aquelas capazes de diminuir o impacto negativo, ou mesmo sua gravidade, não compensando os danos (QUEIROZ, 1992:5). As medidas mitigadoras compreendem assim um complexo de operações técnicas e tecnológicas, econômicas, sociais e políticas, que permitem suprir ou reduzir um impacto negativo. As medidas mitigadoras têm por objetivo prevenir ou minimizar o impacto ambiental negativo, eliminando ou neutralizando a sua fonte. Quando a mitigação de determinados impactos negativos é impossível de ponto de

vista técnico, econômico ou político devem ser adotadas as *medidas compensatórias* – as que compensam os danos causados de ponto de vista ambiental, social e econômico. O *mapeamento das ações mitigadoras* para cada variante do projeto, visa facilitar a reflexão sobre a sua eficiência espacial e ecológica. Obrigando, por um lado, o proponente justificar coerentemente a quantidade e qualidade das ações propostas e da sua localização. O mapa visa facilitar a tomada das decisões finais.

MÉTODO CARTOGRÁFICO DE INVESTIGAÇÃO (*cartographic method of research*) – é amplamente definido como "o método de investigação científica no qual o mapa representa um modelo do objeto de estudo e, ao mesmo tempo, constitui um vínculo intermediário entre o objeto e o investigador" (BERLIANT, 1996: 96).

METADADOS (*ingl. – metadata*) – são dados sobre os dados e especificações de mapeamento. Representam as informações combinadas sobre o conteúdo, qualidade, condição, e outras características de dados do mapeamento (FGDC, 2000).

MODELOS CARTOGRÁFICOS (*cartographic model*) – são modelos gráficos da realidade objetiva construídos como resultado do inventário e análise subjetiva desta com intuito de aquisição de novos conhecimentos a respeito de objetos e fenômenos que a respectiva realidade apresenta (BERLIANT, 1996; SALISCHEV, 1982). Qualquer mapa constitui um modelo cartográfico específico da realidade. Porém, o termo "modelo cartográfico" na sua essência pode ser mais abrangente: o modelo cartográfico de um determinado aspecto do geossistema pode ser constituído por vários mapas intercomplementares em termos de grau de detalhe (escala) de representação e/ou níveis de informação do mesmo tema (quando a representação de todos os aspectos mapeáveis do fenômeno na mesma folha é tecnicamente impossível).

NÍVEL DE INTENSIDADE ESPACIAL DE LEVANTAMENTOS DE CAMPO (ILC) (*intensity of field assistance*) – é a medida de densidade espacial de levantamentos e pode ser caracterizada como porcentagem de polígonos inspecionados em campo com relação ao total mapeados, ou como densidade de checagens em campo por área do projeto (número de amostras por unidade de área) (RIC, 1998; TRIM, 1996).

NORTE VERDADEIRO OU DE GAUSS – o vetor com direção tangente ao meridiano (geodésico) passante pelo ponto e apontado para o Pólo Norte (IBGE, 2002)

NORTE MAGNÉTICO – o vetor com direção tangente à linha de força do campo magnético passante pelo ponto e apontado para o Pólo Norte Magnético (devido à significativa variação da ordem de minutos de arco anualmente deste pólo ao longo dos anos, torna-se necessária a correção do valor constantes da carta/mapa para a data do posicionamento desejado) (IBGE, 2002)

NORTE DA QUADRÍCULA OU GEOGRÁFICO – o vetor com direção paralela ao eixo N (que coincide com o Meridiano Central do fuso) do Sistema de Projeção UTM no ponto considerado e apontado para o Norte (sentido positivo de N) (IBGE, 2002).

P

PAISAGEM ou geossistema regional (*landscape*) – representa um geossistema complexo, diferenciado como unidade de diferenciação taxonômica regional (veja mapeamento da estrutura morfológica natural) segundo as propriedades orográficas e hidro-geológicas do território com mesma gênese de formação zonal (por exemplo: partes homogêneas das morfoestruturas orográficas, bacias hidrográficas de distinto nível, etc...). Possui uma estrutura morfológica complexa, individual e hierárquica (RIC, 1998; SHISHENKO, 1989; MIRZAEV, 1988; MATEO, 1984).

PLANEJAMENTO TERRITORIAL (*territorial planning*) – representa um sistema de atividades no âmbito de suporte teórico-logístico, cientificamente fundamentado, do processo de desenvolvimento econômico e social. Este sistema compreende a projeção da produção e do desenvolvimento socioeconômico necessários para garantir a reprodução ou evolução de um determinado nível de qualidade de vida humana num determinado território por um determinado período do tempo (RUDENKO, 1984).

PLANTA (*plan*) – é um caso particular da representação cartográfica, concebida em escala grande (geralmente 1:500 – 1:2000) sem consideração da curvatura da terra (em projeção ortogonal), e que preserva a escala constante em qualquer ponto e em qualquer direção. Pelo conteúdo diferenciam as plantas topográficas, marítimas, urbanas e cadastrais, etc. (BERLIANT, 1996).

PROGNÓSTICO (*prognostic*) – representa uma previsão qualificada e fundamentada do desenvolvimento futuro do objeto do planejamento com indicação da probabilidade da sua realização (RIABUSHKIN & Dvorjak, 1983). O principal objetivo do prognóstico ambiental é a definição com uma certa probabilidade das transformações da situação ecológica a partir de uma hipótese de impactos prováveis com base na situação real definida (situação ecológica avaliada) (SHISHENKO, 1988).

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA (*cartographic projection*) – representa um método matemático escolhido para representação da superfície curva da Terra (ou de um elipsóide) sobre um plano. Existe um número muito grande de projeções cartográficas. A **escolha das projeções** depende essencialmente dos objetivos do projeto e predestinação do mapa, temática e a extensão da área representada, assim como da localização geográfica do território. (veja também UTM) (IBGE, 2002)

PRECISÃO (*precision*) – reflete o grau de exatidão com que as coordenadas dos pontos de controle e apoio horizontal e vertical são representados no espaço de coordenadas digitais, isto é compreende a quantidade de dígitos que podem ser definidos e armazenados para referidos valores (IBGE, 2002).

R

REDE ALTIMÉTRICA DE ALTA PRECISÃO (RAAP) - Um conjunto homogêneo de marcos geodésicos com altitudes de alta precisão em todo o território nacional do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). A partir dos marcos da RAAP, são medidas as altitudes de todo o Território Brasileiro para os mais variados objetivos. Considerando que as altitudes da RAAP têm uma precisão melhor que 5 mm, a superfície de

referência das altitudes deve igualmente ser definida com esse nível de precisão. Somente o contínuo monitoramento do nível do mar, através de estações maregráficas permanentes estabelecidas regularmente ao longo da costa, garante o cumprimento daquele objetivo. Atualmente, grande parte das altitudes da RAAP refere-se ao Datum de Imbituba, isto é, ao nível médio do mar no Porto de Imbituba (SC) entre 1949 e 1957. A pequena porção da RAAP existente no Amapá não pôde ser conectada ao Datum de Imbituba, levando à utilização do nível médio no Porto de Santana entre 1957 e 1958. Tanto o Datum de Imbituba como o de Santana mostram-se cada vez mais inadequados às necessidades da Geodésia atual, devido principalmente ao grande período decorrido desde sua definição e também, no caso de Imbituba, à localização desfavorável em relação à RAAP. A RMPG (Rede Maregráfica Permanente para Geodésia) foi concebida em 1997 pelo Departamento de Geodésia do IBGE com a finalidade de determinar e acompanhar a evolução dos data altimétricos do Sistema Geodésico Brasileiro. Três estações já se encontram em operação: Macaé (RJ), com observações desde 1994, Imbituba (SC), desde 1998 – ambas aprimoradas em 2001, através da instalação de novos equipamentos digitais – e Salvador (BA), instalada ao final de 2002 e contemplada com equipamento digital em outubro de 2004. (IBGE, 2002)

REDAÇÃO DE UM MAPA (*redaction of map*) – isto é a coordenação técnica e científica da criação de um produto cartográfico em todas as suas etapas desde planejamento até a edição (BERLIANT, 1996). Assim sendo é um processo contínuo de controle de execução e aperfeiçoamento do produto cartográfico. A redação de um arquivo digital, no sentido restrito da palavra, compreende a identificação e correção de erros na implementação da topologia e na estratificação do arquivo, e via regra, constitui o segundo passo na criação de um mapa digital, depois da entrada de dados gráficos.

RESOLUÇÃO ESPACIAL DO MAPEAMENTO (*space resolution of mapping*) – reflete o grau de proximidade com que as unidades de mapeamento podem ser discriminadas. Compreende a separação mínima entre os dois pontos de uma mesma feição e a distância mínima entre duas feições distintas (MELPBC,2000).

S

SENSORIAMENTO REMOTO (*remote sensing*) – é a aquisição de dados sobre a Terra (ou outros planetas), a partir diversos tipos de portadores de sistemas sensoriais (de navios, de plataformas aéreas e espaciais). Os sistemas sensoriais compreendem sistemas fotográficos, os televisivo e de radar, os sistemas scanner e laserscanner, os espectrômetros, sistemas acústicos (sonares), magnetômetros, gravímetros e outra técnica e tecnologias, que registram a radiação ou ondas de diversa natureza, próprios ou refletidos dos objetos, ou as características físicas dos campos planetários" (BERLIANT, 1996).

SISTEMA GEODÉSICO BRASILEIRO - SGB – o conjunto de pontos geodésicos (dos quais as coordenadas geográficas, planas ou cartesianas foram determinadas com mais alta precisão possível no momento da sua aquisição) implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas

fronteiras nacionais, a qual estão referidas todas as informações espaciais no Brasil (IBGE, 2001 A).

SIRGAS - SISTEMA DE REFERÊNCIA GEOCÊNTRICO PARA A AMÉRICA DO SUL - O Projeto SIRGAS foi criado durante a Conferência Internacional para Definição de um Datum Geocêntrico para a América do Sul, ocorrida de 04 a 07 de outubro de 1993, em Assunção, Paraguai, a convite das entidades patrocinadoras: Associação Internacional de Geodésia - IAG, Instituto Pan-americano de Geografia e História - IPGH e Agência Cartográfica do Departamento de Defesa dos EUA - DMA. Participaram desta conferência representantes de cada uma das entidades patrocinadoras e de quase todos os países sul-americanos. Os objetivos estabelecidos para o projeto são: definir um sistema de referência para a América do Sul; estabelecer e manter uma rede de referência; e definir e estabelecer um datum geocêntrico. As metas a serem atingidas são: alcançar os objetivos definidos em 1997, em coincidência com a Reunião Geral da Associação Internacional de Geodésia, excetuando-se a manutenção, que tem caráter permanente; promover e coordenar os trabalhos de cada país sul-americano destinados a lograr os objetivos definidos; estabelecer uma rede de pontos GPS de alta precisão, de acordo com os objetivos da Resolução N° 2 da X Reunião de Diretores de Institutos Geográficos Sul-americanos (DIGSA) celebrada em La Paz, Bolívia, em 1993; concentrar inicialmente a atenção no Datum Horizontal; e facilitar a conexão das redes pré-existentes. Os objetivos relacionados à definição do sistema de referência e do datum geocêntrico para o continente foram atingidos ainda na conferência de Assunção, tendo o plenário escolhido os seguintes: sistema de referência SIRGAS: IERS (International Earth Rotation Service) Terrestrial Reference Frame (ITRF); datum geocêntrico: eixos coordenados baseados no sistema de referência SIRGAS e parâmetros do elipsóide "Geodetic Reference System (GRS) of 1980". O desenvolvimento do Projeto SIRGAS compreende as atividades necessárias à adoção no continente de uma rede de referência de precisão compatível com as técnicas atuais de posicionamento, notadamente as associadas ao Sistema de Posicionamento Global (GPS). Considerando a proliferação do uso do GPS, referir estes novos levantamentos a uma estrutura geodésica existente, implantada basicamente pela utilização dos métodos clássicos (triangulação, poligonação, trilateração, etc.) e cuja precisão é pelo menos dez vezes pior que a fornecida facilmente com o GPS, implica, no mínimo, em desperdícios de recursos. Além disto, a multiplicidade de sistemas geodésicos clássicos, adotados pelos países sul-americanos, dificulta em muito a solução de problemas tecnicamente simples, tais como a definição de fronteiras internacionais. Por outro lado, a adoção do sistema ITRF como referência, além de garantir a homogeneização de resultados internamente ao continente, permitirá uma integração consistente com as redes dos demais continentes, contribuindo cada vez mais para o efetivo desenvolvimento de uma geodésia "global" (IBGE, 2002).

SOUTH AMERICAN DATUM, 1969 – datum horizontal do Sistema Geodésico Brasileiro, definido no Vértice de Triangulação Chuá (MG), com orientação para o Vértice de Triangulação Uberaba (MG), tendo como superfície de referência o elipsóide recomendado pela União Geodésica e Geofísica Internacional, 1967. (IBGE, 2002).

T

TOPOLOGIA (*topology*) – qualidade dos elementos gráficos do mapa digital, na qual são consideradas as propriedades das configurações que permanecem invariantes nas transformações biunívocas e bicontínuas (AURÉLIO, 2002).

TÁXON (*táxon*) – unidade de classificação; unidade taxonômica reconhecida internacionalmente. Os nomes paisagem, localidade, comarca e fâcie, por exemplo, são exemplos de táxons que designam, respectivamente as unidades morfológicas hierárquicas do geossistema. (AURÉLIO, 2002)

U

UNIDADE DE MAPEAMENTO (*mapping units*) – área internamente homogênea com relação às classificações aplicadas aos polígonos; por sua vez, o polígono representa um delineamento contínuo de uma unidade distinta no mapa (TRIM, 1996).

UTM – projeção cartográfica designada – Universal Transversa de Mercator – pode ser definida como projeção do globo sobre um cilindro horizontal tangente em toda extensão de um meridiano (ou sobre um cilindro que corte a esfera – secante). As faixas da superfície terrestre representadas constituem fusos 6° de amplitude, conhecidas como fusos da Carta Internacional ao Milionésimo. A origem das coordenadas planas em cada fuso – no cruzamento do Equador com o Meridiano Central (numeradas a partir do meridiano 177°W com sentido Oeste-Leste, utilizando um sistema de eixos coordenados cartesianos no plano) com acréscimo das constantes 500.000 metros para as ordenadas e 10 000 000 m para abscissas (só para Hemisfério Sul, evitando coordenadas negativas). A denominação dos eixos é dada como E (este) e N (norte) correspondentemente (IBGE, 2002).

RESUMO

KARNAUKHOVA, E. **Proposta de cartografia geocológica aplicada ao planejamento territorial.** 2003, 514 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

A cartografia geocológica tem como objeto de representação os fenômenos geocológicos e os problemas de exploração do território. Portanto, encontra no âmbito da gestão e planejamento territorial a sua mais importante aplicação prática, não obstante a ausência de um modelo conceitual único, que permitisse a uma equipe multidisciplinar definir adequadamente as escalas espaciais e temporais do estudo, avaliar a organização e funcionamento do meio natural. A ausência deste modelo reduz o alcance e uso da informação ambiental e impede a aplicação efetiva da cartografia geocológica no planejamento territorial. A proposta de padronização de mapeamentos geocológicos, objeto central desta pesquisa, busca amenizar esta dificuldade, pois pressupõe criação de mapas com base em um sistema único, porém flexível, de procedimentos metodológicos de coleta de dados, análise ambiental, geoprocessamento e de edição cartográfica digital. A proposta foi pensada como um sistema de modelos cartográficos digitais, que constituem um banco de dados gráficos e alfanuméricos da realidade geocológica e ambiental, permitindo a fundamentação do planejamento e do monitoramento de impactos do empreendimento. A elaboração dos mapas, no âmbito da proposta, é efetivada como um único projeto cartográfico, baseado nos princípios de concepção do mapeamento temático para planejamento, princípios específicos do mapeamento geocológico e nos princípios metodológicos da cartografia digital. A flexibilidade da proposta, em termos de escolha de indicadores de avaliação ambiental sintética e legenda aberta de convenções cartográficas, permite sua adaptação fácil aos objetivos de distintos projetos de exploração territorial.

Palavras chaves: *mapeamento geocológico, estudo de impactos ambientais, planejamento territorial, método cartográfico de investigação*

ABSTRACT

KARNAUKHOVA, E. **Proposal of geoecological cartography applied to the territorial planning**. 2003, 514 p. Thesis (Doctorate in Civil Engineering) - Program of Masters Degree in Civil Engineering, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

The representation objects of the geoecological cartography are the geoecological phenomena and the exploration problems of the territory. Therefore, geoecological cartography finds in the ambit of the territorial administration and planning your more important practical application, in spite of the absence of an only conceptual model that be permitting an interdisciplinary team to define appropriately the study space and scales, to evaluate the natural systems organization and operation. The absence of this model reduce the use of environmental information and impedes the application of the geoecological cartography in the territorial planning. The proposal of geoecological mapping standardization, the central object of this research, search to soften this difficulty, because presupposes creation of maps with base in an unique flexible system of methodological procedures of data collection, of environmental analysis, of geoprocessing and of digital cartographic edition. The proposal was thought as a system of digital cartographic models that constitute a graphic and alphanumeric database of the environmental reality, allowing the basis of the planning and the monitoring of the enterprise impacts. The elaboration of the maps, in the ambit of the proposal, is executed as an only cartographic project, based on the principles of thematic mapping conception to the planning, specific principles of the geoecological mapping and in the methodological principles of digital cartography. The flexibility of the proposal, in terms of choice of synthetic environmental evaluation indicators and open legend of cartographic conventions, allows your easy adaptation to the objectives of different projects of territorial exploration.

Key words: geoecological mapping, environmental impacts, territorial planning, cartographic method of research

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMÁTICA

O planejamento territorial representa uma área de atividades onde o mapeamento geoecológico adquire uma das suas mais importantes aplicações práticas. Representando um grupo temático específico da cartografia geoambiental¹, a *cartografia geoecológica* visa o inventário, avaliação e análise das condições da vida humana e da interação do homem com a paisagem natural. Os mapas geoecológicos constituem o resultado da *investigação cartográfica* da evolução espacial dos fenômenos ecológicos, condicionantes da qualidade de vida e das condições de desenvolvimento econômico dos geossistemas. Portanto, os produtos cartográficos em questão apresentam um enorme potencial informativo e analítico para estudo dos impactos ambientais e para o planejamento regional, permitindo a padronização conceitual e metodológica das pesquisas interdisciplinares.

Apesar do seu potencial científico e prático, o uso adequado e eficiente da cartografia no planejamento e em projetos nacionais, mesmo com advento das facilidades tecnológicas (como automação cartográfica, sistemas de informação, etc.), ainda é muito limitado ou, às vezes, simplesmente ausente. O fato pode ser atribuído aos diversos fatores inerentes à produção e divulgação da cartografia geoecológica:

¹ Em termos gerais, o mapeamento aplicado ao planejamento compreende basicamente dois grandes grupos temáticos: geoambiental e socioeconômico. O mapeamento socioeconômico dispõe de base metodológica sólida, desenvolvida durante décadas no contexto do planejamento setorial, e, ainda, continua predominando, quanto o seu peso parcial, na concepção de trabalhos de planejamento regional. Os mapeamentos de inventário ambiental (os geológicos, hidrográficos, da vegetação, etc.), metodologicamente desenvolvidos em diversas áreas de ciências naturais, evoluíram significativamente, nas últimas três décadas, aumentando gradativamente a diversificação dos seus modelos gráficos e o seu peso na estrutura temática de projetos. Esta tendência prevalecerá até se estabelecer certo equilíbrio na estrutura temática de projetos de mapeamento (entre os mapeamentos socioeconômicos e mapeamentos ambientais), que garantirá uma satisfação adequada da demanda de informação territorial. Contudo, entre os projetos de planejamento elaborados nos últimos dez anos, já é possível observar alguns em que os mapas de temática geoambiental e geoecológica predominam condicionados pelas necessidades de controle de qualidade de vida e solução de problemas ecológicos regionais. As diretrizes metodológicas destes projetos ainda continuam em fase de concepção, e se concentram mais na aquisição de indicadores ambientais, do que na definição da sistemática proporcionará um recobrimento eficaz, quanto sua estrutura temática, escala e compatibilidade com outros níveis territoriais de planejamento. A importância do mapeamento geoecológico enquanto suporte do planejamento territorial é maior ainda, quando se trata de níveis locais e regionais, considerando que este está relacionado com as necessidades de controle de fatores ecológicos e ambientais, controle de qualidade de vida e com os objetivos de preservação ambiental.

- 1º) Uma relação complexa entre o volume da informação necessária para planejamento e a perceptibilidade dos modelos cartográficos: muitos dos mapas gerados para planejamento, são criados como documentos científicos complexos, adequados somente para uso pelos especialistas na área, isto é, com alto grau de dificuldade de leitura e, como consequência, de baixa perceptibilidade. Fato que restringe em geral o uso de mapas no âmbito do planejamento.
- 2º) As deficiências da cultura cartográfica do aparelho administrativo, em geral. Compreende-se como a cultura cartográfica a capacidade ilimitada de ver, ler e analisar o mapa, por um lado, e por outro, avaliar a qualidade e distinguir as propriedades e vantagens destes ou de outros modelos cartográficos. Sem dúvida, os dois primeiros fatores são estreitamente interligados.
- 3º) A automação cartográfica e os sistemas de informação geográfica, por um lado, impulsionam e expandem o uso de mapas e de análise sobre estes. Por outro lado, a acessibilidade e uso “indiscriminado” dos softwares do sistema Windows, levam à produção cartográfica não especializada, fora de padrões de qualidade exigida, o que descredencia o método, fornecendo avaliações errôneas e colocando a cartografia em segundo plano quando da análise territorial.

Ora, na *época digital*, quando a informação espacial de diversa índole distribui-se e divulga-se com maior facilidade e sem restrições em meios eletrônicos e com atual aumento da demanda de dados geoespaciais para gestão e planejamento, a realização das pesquisas em busca da superação destas insuficiências funcionais assume especial importância. Sobretudo, quando se trata do complexo universo conceitual da cartografia geocológica aplicada.

A metodologia do mapeamento geocológico e o seu modelo conceitual vem se desenvolvendo efetivamente somente nas últimas duas décadas e, ainda, é uma área científica bastante ambígua. Por ora, são escassos os trabalhos nacionais que fundamentam o emprego deste tipo de mapeamentos no âmbito do planejamento territorial.

A análise das experiências internacionais deste gênero mostra que existe um descompasso de quase 30 anos no desenvolvimento metodológico e sistemático entre os trabalhos nacionais e os do exterior. Os países pioneiros nesta área, como Canadá, os países da Comunidade Européia, Rússia e alguns outros que iniciaram os trabalhos de mapeamento geocológico na década dos

70 e, que dispõem de amplos conhecimentos ambientais dos seus territórios, atualmente promovem uma padronização e normatização dos mapeamentos geocológicos. Esta tendência de normatização da cartografia temática confirma a importância dos trabalhos cartográficos de gênero para planejamento territorial e expressa a necessidade de nivelar a coordenação metodológica e econômica dos levantamentos cartográficos, ou, então, torná-los operacionais para recobrimento espacial contínuo e sistemático.

Vistos os avanços nesta área no exterior e seguindo as tendências nacionais evidentes, existe uma necessidade de coordenar esforços para solucionar os problemas apontados e garantir um fluxo contínuo da informação geoambiental no âmbito do planejamento territorial em todos os níveis e direções. A gestão do território não deve representar um ato, mas sim, um processo, em que as ações planejadas se realizam em determinados prazos de tempo, fortemente influenciadas por fatores de ordem diversa, e onde os impactos ambientais podem ser previstos e controlados somente através do monitoramento ambiental eficiente. Este último, porém, até agora se resume somente às pesquisas científicas e dificilmente está associado ao planejamento. Isto acontece exatamente por razões de inexistência de esforços coordenados, a complexidade, altos encargos dos inventários ambientais e das suas metodologias ineficientes. O mapeamento temático enquanto parte deste processo investigativo e na qualidade do seu resultado absorve as mesmas insuficiências. Por isso, seu uso efetivo no âmbito do planejamento continua limitado aos esforços isolados, exigindo investimentos significativos. Levanta-se, evidentemente, a questão, sobre como superar estes problemas e como criar os fundamentos que permitam o desenvolvimento de um sistema de informação baseado em mapeamento geoambiental complexo para um determinado território.

Nacionalmente, a realidade metodológica das aplicações cartográficas se apresenta mais complicada ainda. A análise amostral da documentação cartográfica contida nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA/RIMA), que são uma das formas do planejamento local, revela a ausência total da sistemática, da coerência normativa e temática, da diversificação e de embasamento dos mapeamentos realizados.

Os EIA/RIMA e planos de desenvolvimento municipal têm suporte cartográfico temático, na maioria das vezes, bastante precário (pouco criativo e fora dos padrões cartográficos). Os produtos cartográficos gerados, para além de várias insuficiências normativas e semânticas, são pouco diversificados em termos temáticos e cartográficos funcionais. Isto é, normalmente se

limitam aos poucos mapas de inventário geoambiental e alguns analíticos (como aptidão de uso e etc.). Os mapas geocológicos e de prognósticos, propriamente ditos, estão complementemente ausentes na maioria dos RIMA nacionais. A inexistência da normatização metodológica do suporte cartográfico obrigatório dos EIA/RIMA resulta na impossibilidade total de comparação e comensuração dos fenômenos representados em projetos distintos para mesmo território. Por essa razão, também, é impossível o aproveitamento destes mapas para planejamento municipal, o que seria um procedimento mais adequado tanto do ponto de vista metodológico, quanto do ponto de vista administrativo e financeiro.

Neste contexto, pode ser levantada, também, a questão de confiabilidade dos próprios EIA, já que os estudos com suporte cartográfico neste estado (lembrando sempre que o mapeamento não é uma simples figura ilustrativa, mas sim um método de investigação espacial) não representam nenhuma segurança a respeito do prognóstico de propagação espacial dos impactos prováveis e possíveis. E, por consequência, não garantem a eficiência das medidas mitigadoras propostas.

Desta forma pode ser visto que o escopo da problemática envolvendo a exploração da cartografia geocológica no âmbito do planejamento territorial é bastante complexo e vai desde ausência da cultura cartográfica e da preparação profissional até a inconsistência metodológico-conceitual e falta de padronização dos trabalhos cartográficos realizados.

Esta pesquisa estabelece entre os seus objetivos a geração do suporte metodológico que auxilie na padronização da produção cartográfica no âmbito de EIA/RIMA, e, por consequência, do mapeamento regional; focaliza a análise das questões relacionadas com planejamento territorial e o cadastro geoambiental; e, gera os pressupostos não só para melhor avaliação qualitativa destes produtos quando do licenciamento prévio, como também, seu uso científico enquanto o método de investigação e de previsão de impactos ambientais.

1.2 JUSTIFICATIVA

O principal problema no emprego dos mapeamentos aplicados é a ausência de um modelo conceitual único, que permitisse a uma equipe multidisciplinar definir adequadamente as escalas espaciais e temporais do estudo, avaliar a organização e o funcionamento do meio natural e empregar a classificação e mapeamento geocológico para fins de planejamento territorial. A

ausência deste modelo reduz o alcance e uso da informação ambiental tanto do ponto de vista científico, quanto no âmbito da gestão e do planejamento territorial. Esta pesquisa embasa a superação deste problema na concepção geossistêmica do projeto de mapeamento aplicado.

A fundamentação geossistêmica dos estudos ambientais permite uma integração e padronização de enfoques distintos dos estudos da paisagem. O que se deve a várias razões: ao emprego da classificação de geossistemas como base conceitual da análise; ao uso para estruturação do projeto do modelo gráfico de composição do geossistema; à participação na análise de uma equipe multidisciplinar, que utiliza como vínculo integrador entre os levantamentos específicos um único modelo conceitual. Além disso, o enfoque geossistêmico permite almejar a consistência conceitual e semântica das pesquisas; permite padronizar procedimentos metodológicos e gerar uma linguagem científica comum entre os ambientalistas, engenheiros, planejadores e gestores. Deste modo, se torna possível à comparação dos inventários, classificações e mapeamentos, e surge a possibilidade de extrapolação dos modelos da avaliação e gestão para outros territórios, mesmo com as condições ecológicas distintas.

A fundamentação conceitual da organização dos projetos de mapeamento temático refere-se, deste modo, à teoria de sistemas. Segundo esta o objeto do planejamento (o território, a paisagem) é considerado como um sistema organizado e complexo de elementos interdependentes. A revelação das suas propriedades, características e das perspectivas de desenvolvimento exige criação de uma série de mapas baseados nos princípios de mapeamento sistêmico.

De uma maneira geral, os trabalhos ligados à criação e uso de mapas no âmbito do planejamento territorial dividem-se em três etapas: (1) aquisição de mapas de inventário e seu uso nos estudos de anteprojeto; (2) criação e uso de mapas durante o processo de elaboração do plano; (3) geração de mapas como modelos gráficos do objeto de planejamento e para realização do controle da execução do plano e dos seus impactos (cenários e prognósticos). Os mapas gerados durante este processo devem formar um sistema complexo de representações gráficas do geossistema existente e planejado.

A metodologia sistêmica de criação de mapas permite distinguir e concordar os conteúdos temáticos de diversos modelos cartográficos. Permite identificar os principais indicadores do projeto de desenvolvimento sobre o fundo geral de diversas características do objeto. A

construção das legendas destes mapas e a escolha de métodos de imageamento cartográfico representam um dos tipos de construção sistêmica, tendo em conta as propriedades de elementos do sistema complexo.

Os modelos cartográficos gerados representam reflexos dos mais importantes elementos e processos naturais e antrópicos, assim como do geossistema como um todo. A estrutura temática do projeto cartográfico é definida a partir do modelo gráfico de composição do geossistema, que permite evidenciar os principais objetos do mapeamento e correlação entre estes.

Esta pesquisa *propõe uma alternativa de sistematização de mapeamentos geoecológicos aplicados ao planejamento regional e local*, considerando a visão sistêmica do meio ambiente e padronização temática do conteúdo dos modelos cartográficos para que estes atendam às necessidades das principais etapas de elaboração dos projetos e da avaliação de impactos ambientais.

A investigação realizada aborda um amplo círculo de questões ligadas:

- (1) ao modelo conceitual sistêmico do mapeamento temático para planejamento territorial local e regional;
- (2) à metodologia de criação de mapas digitais e das vias de aperfeiçoamento da fundamentação cartográfica do planejamento;
- (3) à importância do método cartográfico de investigação na revelação das regularidades geoambientais dos objetos de planejamento.

A proposta de padronização da cartografia geoecológica consiste na:

- (a) estruturação sistêmica do conteúdo temático dos modelos cartográficos geoecológicos, fundamentada na sua diferenciação conceitual,
- (b) adaptação das metodologias de geração dos modelos cartográficos da proposta à escala dos trabalhos no âmbito de planejamento e sistemáticas de classificação dos fenômenos naturais e antrópicos utilizadas nacionalmente (assim como a definição de critérios para delimitação das áreas de influência),
- (c) definição dos procedimentos de produção de mapas digitais e de controle da sua qualidade.

Vista assim, a *proposta de cartografia geoecológica aplicada* leva à formação dos pressupostos para padronização e normatização dos procedimentos de coleta e transformação de dados

ambientais; da edição e controle de qualidade de produtos cartográficos digitais; da uniformidade conceitual e analítica dos projetos de estudo de impactos ambientais e de planejamento, quanto a sua fundamentação geoambiental. Em outras palavras, a sistematização dos mapeamentos geoecológicos aplicados, ou sua padronização, permitirá superar, em grande parte, os problemas de inconsistência lógica do conteúdo dos EIA/RIMA, suas insuficiências gráfico-visuais e de análise espacial de previsão de impactos.

Considerando a atualidade da temática, o trabalho pretende ajudar a suprir uma pequena parte das questões metodológicas do mapeamento geoecológico para planejamento regional e local, contribuindo para possibilidade de aprimoramento do desempenho de órgãos de planejamento, gestão e pesquisa ambiental.

A pesquisa realizada deve ser considerada como de base, de ponto de partida para uma série de trabalhos futuros, que, sem sombra de dúvida, inevitavelmente virão.

1.3 OBJETO E OBJETIVOS DA PESQUISA

A *cartografia geoecológica como suporte para planejamento territorial* representa objeto genérico desta pesquisa.

A esfera objetiva da pesquisa consiste na abordagem da **cartografia geoecológica**:

- a. enquanto o método cartográfico de investigação; ou como método sistêmico de análise territorial, que evolui em dependência estreita com a demanda da informação para planejamento territorial;
- b. enquanto um sistema de produção cartográfica digital, obedecendo a seus trâmites metodológicos e suas normas de qualidade.

Deste modo, **objetivo geral da pesquisa é:**

com base na análise de experiências internacionais de levantamentos cartográficos aplicados ao planejamento territorial definir uma proposta de padronização dos mapeamentos geoecológicos para embasamento do planejamento regional e local.

Entre os objetivos específicos da estruturação da *proposta de padronização dos mapeamentos geocológicos* constam:

- (1) proporcionar a uniformidade conceitual e semântica da análise ambiental no âmbito do planejamento e dos estudos de impacto ambiental;
- (2) padronizar os procedimentos da edição cartográfica digital, do controle de qualidade da cartografia temática, com vista garantir a interoperacionalidade da informação geoespacial;
- (3) estabelecer os instrumentos metodológicos para criação de cadastros geoambientais regionais e os sistemas de monitoramento geocológico;
- (4) gerar os pressupostos para normatização metodológica da produção e investigação cartográfica no âmbito dos EIA/RIMA.

Em função do acima dito, os demais propósitos da pesquisa, que compreendem as ações necessárias para realização dos seus objetivos, contemplam:

1. mostrar a essência e a importância do mapeamento geocológico, enquanto método cartográfico de investigação, para planejamento territorial e na realização de projetos de estudo de impactos ambientais;
2. diferenciar a temática, os principais indicadores e a metodologia de criação de uma série típica de mapas geocológicos para planejamento municipal e para projetos locais;
3. definir as fontes de dados, os métodos de execução dos projetos digitais e os de controle de qualidade de produtos cartográficos finais, com base na análise das normas cartográficas internacionais;
4. gerar uma série típica de mapas geoambientais para uma área piloto;
5. caracterizar as principais direções de aperfeiçoamento da fundamentação cartográfica do planejamento territorial nacional.

1.4 ESTRUTURA E AS LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Presente pesquisa foi materializada em oito capítulos, cada um dos quais aborda assuntos inerentes à fundamentação, definição e ao desenvolvimento da proposta de padronização de mapeamento geoecológico no âmbito do planejamento territorial.

O **Capítulo 1º**, como é de praxe, *estabelece a problemática, atualidade e objetivos da pesquisa.*

O **Capítulo 2** aborda *metodologia geral do trabalho*, estabelecendo a estrutura dos procedimentos metodológicos e os princípios teórico-metodológicos para desenvolvimento dos trabalhos de mapeamento geoecológico aplicado ao planejamento territorial.

Na seqüência, no **Capítulo 3**, que visou à fundamentação teórica da pesquisa, buscou-se estabelecer a relação entre múltiplos campos que envolvem a cartografia geoecológica digital: o planejamento territorial e a demanda de informação geoambiental, os estudos de impactos ambientais, análise ambiental e o método cartográfico de investigação, como atividades científicas específicas no contexto do planejamento; particularidades e fontes de informação geoambiental para mapeamentos geoecológicos aplicados, assim como, o lugar destes no sistema conceitual da cartografia geoambiental.

O **Capítulo 4** apresenta os resultados da análise preliminar das fontes de informação geoambiental e fornece critérios de busca e aproveitamento desta no Brasil, referenciando suas fontes institucionais, caracterizando diferentes tipos de informação espacial digital e analógica e adequação do seu uso em mapeamentos geoecológicos de distintas escalas e temáticas. Portanto, *fornece orientações na coleta de informações para execução de mapeamentos temáticos.*

A *metodologia de execução de projetos cartográficos digitais* foi abordada separadamente no **Capítulo 5**, ressaltando a sua importância no desenvolvimento de trabalhos de mapeamento no âmbito da proposta apresentada. Nesta parte do trabalho foram diferenciados e fundamentados todos os passos e procedimentos do mapeamento digital temático (desde o planejamento de trabalhos até ao controle de qualidade e elaboração do relatório) segundo o padrão descritivo que apresentam as normas internacionais do mapeamento temático. Este capítulo é fundamental para

compreensão do desenvolvimento de toda Proposta, assim como na execução de cada modelo cartográfico em particular, que a compõe.

O **Capítulo 6**, por sua vez, retrata análise da atual estrutura temática dos projetos de mapeamento geoambiental aplicados ao planejamento territorial; analisa as tendências da evolução conceitual e prática de trabalhos cartográficos geoecológicos, *estabelecendo fundamentação científica para desenvolvimento da Proposta*, com base na avaliação da demanda da informação geoecológica em projetos de planejamento e diferenciação conceitual dos seus indicadores. *Assim, a proposta de padronização de mapeamentos geoecológicos aplicados* foi elaborada com base na análise do conteúdo e particularidades de mapeamentos geoambientais digitais nacionais e internacionais, avaliação do caráter da normatização cartográfica internacional nesta área e problemática nacional dos trabalhos cartográficos temáticos.

A formulação conceitual da **Proposta** aborda-se no **Capítulo 7**, que *discrimina a metodologia sistêmica de execução dos onze modelos cartográficos*, que constituem a **Proposta**, focando: o embasamento da análise ambiental espacial na concepção de geossistemas; o uso multifinalitário dos mapas; a correlação sistemática de escalas, dos objetos e indicadores de mapeamento; a importância do controle de qualidade e as possibilidades de configuração, com base nos modelos propostos, de um sistema complexo de informações geoecológicas. A descrição da metodologia de criação de cada mapa foi organizada conforme o padrão e os critérios de normas cartográficas internacionais. Cada modelo cartográfico da **Proposta** foi criado para uma área piloto (bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC).

Alguns dos ensaios cartográficos foram criados com base em dados hipotéticos e/ou com base nas amostragens, que normalmente são considerados insuficientes para análise ambiental criteriosa. Contudo, considerando o teor essencialmente teórico-metodológico da pesquisa, esta limitação prática foi considerada admissível, vista a realidade nacional de escassez de dados e parâmetros geoecológicos. Todos os casos de baixa confiabilidade de mapeamentos foram devidamente discriminados na legenda e metadados do mapa.

Uma das restrições físicas do projeto consiste na abordagem teórica limitada do universo da cartografia digital geoambiental, como um todo. Esta “negligencia” foi cometida propositadamente, visto que a metodologia de levantamentos cartográficos de inventários dos componentes ambientais, não representa mais ineditismo e está suficientemente bem

desenvolvida nas disciplinas afins. Apesar de que presente pesquisa não reserva o espaço satisfatório para abordagem das suas bases conceituais, em momento algum a importância destes conhecimentos para o desenvolvimento da pesquisa pode ser diminuída ou subestimada.

Por outro lado, a pesquisa contribui com desenvolvimento de uma série conceitos e critérios inéditos de mapeamento geocológico e análise ambiental, principalmente quando se trata da sua aplicação no âmbito dos EIA/RIMA.

O **Capítulo 8** apresenta as *conclusões do trabalho*, ressaltando o seu teor prático, impactos esperados e as vias de aperfeiçoamento de trabalhos cartográficos geocológicos aplicados ao planejamento.

Tendo como principal fonte de pesquisa as fontes bibliográficas disponíveis na Internet e pela permuta da biblioteca universitária, foi considerada necessária a compilação de um **Anexo digital** (CD-ROM) que garantisse a integridade e confiabilidade da consulta das fontes citadas. O referido anexo permite também a consulta das normas cartográficas internacionais, assim como dos exemplos de alguns mapas geocológicos em formato de imagens-raster, permitindo assim uma melhor exemplificação do Capítulo 6.

Visto o uso mais freqüente e para eliminação das interpretações dúbias na leitura dos principais conceitos operacionais da pesquisa foi criado um Glossário.

Capítulo 2 - METODOLOGIA GERAL DA PESQUISA

2.1 ESTRUTURA DE PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O esquema a seguir reflete a estrutura dos procedimentos metodológicos gerais para execução da pesquisa:

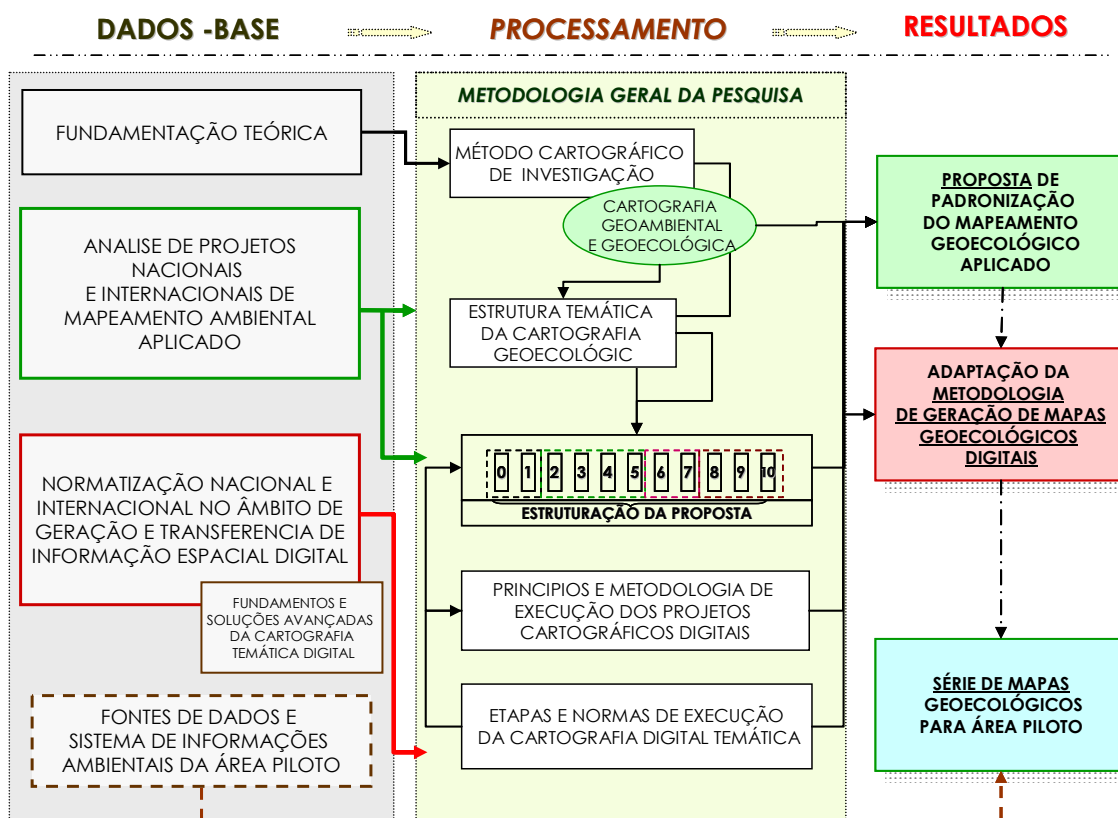


FIGURA 1 - Estrutura funcional de procedimentos metodológicos para realização da pesquisa (figura do autor)

A estrutura de procedimentos metodológicos foi dividida em três blocos: coleta e organização de dados-base; processamento e análise de informações; geração de resultados finais da pesquisa.

A coleta e pré-processamento de dados-base resultaram na diferenciação de três grandes grupos de informação:

(I) Fundamentação teórica da pesquisa: análise de fundamentos teóricos do planejamento territorial, da essência das suas necessidades no que diz respeito à gestão ambiental, e, por consequência, na demanda da informação geocológica específica;

(II) Seleção e análise, segundo critérios pré-estabelecidos, dos projetos internacionais e nacionais de mapeamento digital aplicado à gestão e planejamento territorial, que permitem não só identificar a importância e a estrutura da informação geocológica requerida, como definir a *série típica de mapas* utilizada para embasamento da gestão territorial;

(III) Seleção e análise de normas internacionais de geração e transferência de dados digitais espaciais para definição de parâmetros técnicos e tecnológicos da produção cartográfica digital (básica e temática), por um lado. Por outro, para embasamento da padronização metodológica¹ de execução dos mapas geocológicos.

No contexto da compilação dos dados base, deve ser mencionada, ainda, a coleta e pré-processamento de dados cartográficos digitais e ambientais sobre a área de estudo e realização de mapeamentos geocológicos.

Os referidos blocos de informação pesquisada, em uma estreita correlação e interdependência, permitiram a definição da metodologia geral da pesquisa, onde, como mostra a Figura 1, foram diferenciados os principais procedimentos e os princípios teóricos da execução dos projetos cartográficos aplicados ao planejamento; definida a estrutura temática da cartografia

¹ Fundamentação em normas da cartografia clássica e soluções avançadas da cartografia digital no que diz respeito aos métodos de representação, estruturação do conteúdo do mapa temático digital, visualização cartográfica e etc.

geoecológica aplicada e concebida a proposta da cartografia sistemática, assim como, definidos os procedimentos metodológicos para execução dos projetos cartográficos digitais.

Desta forma, foi possível alcançar os objetivos finais da pesquisa:

(1) *Propor uma série típica de mapas geoecológicos para embasamento do planejamento regional e local, que servirá como modelo para padronização de mapeamentos de gênero.*

Com análise das fontes bibliográficas internacionais, seleção dos projetos de mapeamento geoambiental digital e avaliação da diferenciação da sua estrutura temática, conteúdo dos seus modelos cartográficos mais importantes, foi possível:

- (a) definir a essência e a importância do mapeamento geoecológico, enquanto método cartográfico de investigação e na realização de projetos de estudo de impactos ambientais;
- (b) definir os princípios metodológicos de concepção dos projetos cartográficos complexos e a sua especificidade, quando são aplicados ao planejamento territorial;
- (c) diferenciar as principais fontes de dados para mapeamento geoecológico;
- (d) definir a temática, os principais indicadores e a metodologia de criação da série típica de mapas geoecológicos para planejamento municipal e para suporte de projetos locais.

Uma atenção especial foi dada ao processo de seleção e de análise da estrutura temática dos projetos de mapeamento geoambiental. Foi estabelecida uma série de critérios de seleção, que restringiram significativamente o número de trabalhos destinados à avaliação:

- origem, objetivos e complexidade do mapeamento;
- coerência com as normas internacionais em vigor;
- escala do mapeamento;
- grau de atualidade
- estrutura de mapeamento, etc.

Os projetos selecionados foram submetidos à análise da diferenciação da estrutura temática dos modelos cartográficos geoecológicos, com posterior avaliação comparativa para definição da estrutura-padrão dos mapeamentos. Foi analisado o conteúdo qualitativo e quantitativo dos modelos cartográficos geoambientais de maior demanda; a interdependência metodológica e de dados entre os distintos modelos geoecológicos, assim como existência ou não de normatização de mapeamentos de distinto enfoque.

A partir desta análise, apresentada no Capítulo 6, e com base na visão sistêmica do território foi elaborada a proposta de sistematização do mapeamento geoecológico aplicado ao planejamento, que visa garantir o inventário, a avaliação e análise complexa dos geossistemas, assim como a previsão confiável de impactos ambientais e a integração futura da produção científica no âmbito dos EIA ao sistema do planejamento territorial.

(2) Definição de parâmetros técnicos do mapeamento temático.

Com base na análise das normas cartográficas internacionais foi possível diferenciar as fontes de dados, métodos de execução dos projetos digitais e de controle de qualidade dos produtos cartográficos finais.

Atualmente existe um grande número de normas internacionais que orientam a execução de produtos cartográficos digitais em geral, assim como temáticos (ICA, 1997; FGDC, 1994). Estas normas estabelecem modelos conceituais, parâmetros técnicos de procedimentos de concepção e edição cartográfica digital e de avaliação da sua qualidade, com intuito de promover a padronização de trabalhos em nível nacional e internacional (consulte as normas cartográficas mais importantes no CD-Rom em anexo).

Neste trabalho a análise de normas cartográficas foi realizada com objetivo de seleção do sistema de procedimentos metodológicos para avaliação da qualidade do mapa-base do projeto temático, assim como para definição de critérios e parâmetros de controle de qualidade da edição digital do mapeamento temático geoambiental. Considerando os objetivos finais do trabalho, depois de uma visão geral de documentos disponíveis foi realizada uma análise mais pormenorizada de um número restrito de normas selecionadas segundo seguintes critérios:

- (a) grau de renome;
- (b) sua aceitação e aprovação em vários países;
- (c) a complexidade de seus modelos conceituais;
- (d) a extensão de documentação disponível;
- (e) disponibilidade do suporte contínuo aos usuários e o desenvolvimento contínuo da documentação;
- (f) desenvolvimento de metodologias de conversão de dados e cambio de formatos;
- (g) disponibilidade on-line na Internet e acesso fácil.

Sob estes critérios se diferenciam como mais avançadas e detalhadas três normas gerais, as que tratam de modelos conceituais do mapeamento digital como um todo em diversas escalas e com objetivos distintos (normalmente do mapeamento topográfico): SDTS (*Spacial Data Transfer Standard*), SAIF (*Spacial Archive and Interchange Format*) e DIGEST-C com vinculada a esta Urban Vmap (DC DSTF, 1991; DMA, 1996; DODISS, 1993). A sua seleção foi motivada também pelo fato de serem escolhidas como básicas para geração das internacionais CEN/TC 287 e ISO/TC 211, assim como para desenvolvimento do OpenGES Consortium (OGC).

A avaliação da estrutura de documentos normativos internacionais, tanto gerais quanto temáticos, permitiu definir como padrão seguinte seqüência ***na descrição da metodologia da criação dos mapas da proposta:***

- (1) Título
- (2) Objeto e objetivos de mapeamento
- (3) Conteúdo temático e principais indicadores
- (4) Conteúdo da base geográfica
- (5) Fontes e métodos de aquisição de dados

- (6) Preparação da informação necessária
- (7) Métodos de representação cartográfica
- (8) Geração do arquivo vetorial:
 - 1) estratificação do conteúdo/ atributos gráficos
 - 2) compilação do *layout*
 - 3) preparação das impressões
 - 4) qualidade exigida
- (9) Importância informativa do mapa

Outros tipos de procedimentos relevantes à metodologia cartográfica digital e procedimentos de geoprocessamento aplicados à pesquisa abordam-se no Capítulo 5.

(3) Produzir os mapas para uma área piloto conforme a Proposta estruturada.

O estudo da história de desenvolvimento dos mapeamentos geoambientais e geoecológicos em nível mundial, das normas e metodologias internacionais e nacionais de mapeamento geoecológico e geoambiental, como um todo, permitiram a definição de recomendações metodológicas para elaboração de dez modelos cartográficos principais da Proposta.

Com intuito de gerar os respectivos mapas, mostrando o seu potencial científico e comunicativo, assim como validar as adaptações e inovações de alguns critérios sugeridos para mapeamento, foi definida uma área piloto² considerando:

- a) a disponibilidade de dados geoambientais disponíveis;
- b) o empenho do autor da pesquisa no estudo da problemática geoecológica da respectiva área desde 1998;

² Bacia Hidrográfica do Rio Fiorita, Município de Siderópolis – Santa Catarina.

- c) o interesse científico e social de mapeamento geocológico em áreas de mineração de carvão.

A descrição da área piloto antecede a apresentação dos modelos cartográficos no Capítulo 7.

2.2 OS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados na concepção dos trabalhos cartográficos para área piloto seguintes materiais e equipamentos:

- (1) Levantamento Fotogramétrico “Projeto de recuperação ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina”, fotografias aéreas 1: 20 000; ortofotografias 1: 5 000; fevereiro 2002, executor Aeroimagem Aerofoto S.A.; cedido pelo DNPM – Santa Catarina;
- (2) Base Cartográfica Digital na escala 1: 20 000, restituída para o Projeto JICA (1996), cedida pela empresa "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 03/02/2000.
- (3) Arquivo digital "Mapa - Minas de Carvão - 1996”, autoria de Kelm (1999).
- (4) Mapas (arquivos digitais na escala 1:20 000/50 000): Unidades da Paisagem; Intensidade da Transformação Antrópica da Paisagem; Estrutura de Exploração; Uso/Cobertura do Solo (1996); Recursos Florestais; Declividades; Hidrográfico; Hipsométrico de autoria de Karnaukhova (2000);
- (5) Dados de análises geoquímicas de amostras de água realizadas pela V.C.S Engenharia e Consultoria Ltda., no âmbito de elaboração do EIA/RIMA, 2001.
- (6) Registro geoambiental das áreas amostrais;
- (7) Documentação fotográfica.

- (8) Computador Pentium 166Hz, 64 M de memória Ram, disco rígido de 3 GB, placa de vídeo de 4 M;
- (3) Monitor de 15 polegadas;
- (4) Programa *MicroStation-SE - Bentley*, para a vetorização dos dados da foto-interpretação;
- (5) Programa *MicroStation GeoGraphics - Bentley*, para processamento e cruzamento de dados temáticos vetoriais e interpolação de resultados em SIG.
- (6) Programa *ArcMap 8.3 - Esri*, para edição dos mapas³.

³ Todos os programas são licenciados para o Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Catarina.

Capítulo 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objeto central desta pesquisa, como foi exposto anteriormente, visa definir os aspectos teóricos e práticos do *mapeamento geoecológico* aplicado ao planejamento territorial. Dentro da perspectiva do planejamento territorial abordamos o mapeamento geoecológico como método de investigação mais importante, que permita definição das propriedades espaciais da exploração de um geossistema.

Historicamente, o surgimento do mapeamento geoecológico está relacionado com a necessidade de diagnóstico e monitoramento da evolução dos impactos antrópicos. Hoje a cartografia geoecológica configura uma disciplina científica com embasamento conceitual relativamente recente e moderno, que, apesar de algumas divergências semânticas, evolui rapidamente e assume um papel cada vez mais expressivo, devido às demandas reais de informação ambiental no âmbito do planejamento.

Na atual conjuntura mundial, o mapeamento geoecológico, enquanto atividade científica aplicada, envolve o entrosamento direto de três áreas científicas (Figura 2):

(1) esfera do planejamento e gestão territorial:

O planejamento territorial gera a parte considerável da demanda de informação geoambiental, exigindo cada vez mais a precisão, exatidão e diversificação de indicadores analisados, que possam ser aplicados à gestão territorial ou servirem de critérios quanto à tomada de decisões. O mapeamento geoecológico representa um dos métodos de análise e de geração de indicadores da distribuição espacial de fenômenos ambientais que influenciam diretamente as atividades humanas e as condições de vida. Deste modo, faz parte indispensável do processo de avaliação e estudo de impactos ambientais, fornecendo, assim, critérios para tomada de decisões no âmbito da exploração territorial.

(2) esfera da cartografia temática digital:

Enquanto parte do sistema de produção cartográfica, o mapeamento geoecológico não está alheio ao ciclo de questões e problemas que envolvem a automação e a visualização

cartográfica; e, portanto, na sua concepção devem ser previstos e abordados de forma adequada: os avanços metodológicos e as normas cartográficas internacionais; os problemas do recobrimento sistemático do território com mapeamento ambiental, a compatibilidade temática e semântica de projetos, entre outros.

(3) esfera do método cartográfico de investigação:

Por um lado, o mapeamento geocológico representa parte integrante do sistema de técnicas de representação cartográfica e de sua análise; por outro, é um método de pesquisa de fenômenos espaciais. Este método compreende desde princípios e técnicas de formalização gráfica precisa dos fenômenos espaciais complexos até à análise e síntese das propriedades destes fenômenos a partir dos dados subtraídos dos mapas. Portanto, o aproveitamento pleno e efetivo do mapeamento geocológico para fins de planejamento somente é possível com a compreensão e utilização sistemática de um conjunto de técnicas cartográficas que permitem a produção e interpretação confiável da informação; com emprego adequado de técnicas de análise espacial sobre os mapas, a qualificação e quantificação de fenômenos geocológicos a partir das suas representações cartográficas. A modelagem e sintetização cartográfica dos fenômenos estudados aumentam o potencial científico e a confiabilidade dos resultados das pesquisas empregados na qualidade de critérios de apoio à decisão;

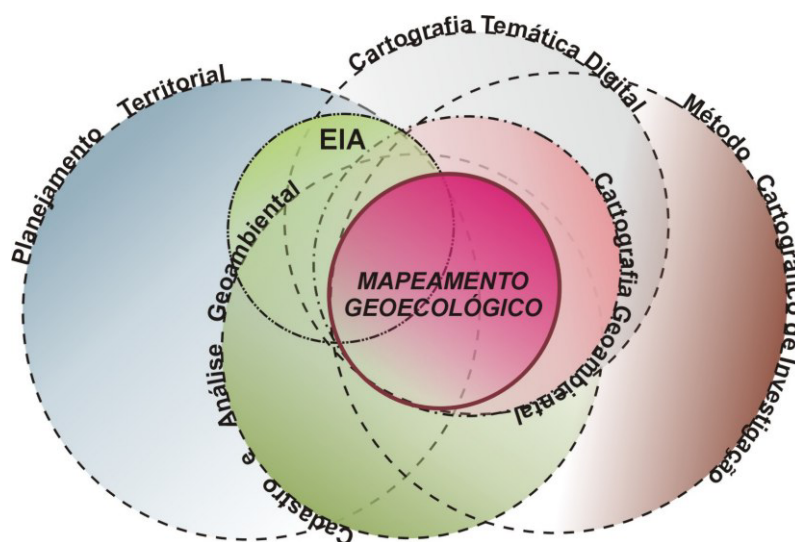


FIGURA 2 - Mapeamento Geocológico como uma área interdisciplinar (figura do autor)

Desta forma, o mapeamento geocológico deve ser analisado como método de pesquisa, de produção de informação ambiental e de geração de dados cartográficos, estando diretamente inserido no escopo de atividades de gestão territorial.

Partimos, assim, de cinco enfoques principais na fundamentação teórico-metodológica do nosso trabalho:

1. a essência conceitual e estrutura funcional do mapeamento geocológico digital;
2. a importância do Método Cartográfico de Investigação, e como sua parte integrante do mapeamento geocológico, no âmbito de aperfeiçoamento e aumento de efetividade do planejamento e gestão territorial;
3. o papel dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) no planejamento territorial, na condição de instrumento da política ambiental nacional e do método para suporte informativo do planejamento;
4. a relevância na conjuntura mundial de pesquisas relacionadas com a fundamentação geoambiental do planejamento territorial, refletida na evolução histórica de projetos de mapeamento aplicado;
5. a definição de propriedades básicas de produtos cartográficos digitais e das fontes de dados e informações para desenvolvimento de trabalhos de mapeamento geoambiental.

Neste capítulo os respectivos assuntos foram desenvolvidos como pontos de fundamentação teórica da pesquisa.

3.1 PLANEJAMENTO TERRITORIAL E DEMANDA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

3.1.1 Planejamento territorial e análise ambiental aplicada

O Planejamento territorial surge no início do século passado e se estrutura como parte do sistema da gestão econômica em função das limitações impostas para o crescimento econômico, da escassez de recursos ambientais e as restrições territoriais, assim como em função da necessidade de considerar as características territoriais específicas no âmbito do

desenvolvimento industrial. Desde então, a estrutura e evolução metodológica do planejamento territorial foram amplamente abordadas em distintos trabalhos, principalmente nas últimas décadas (HALL P., 2002; KIVELL P., 1998; VOOGD H, 1983; COMP. F.A. e ANDREAS F, 1973; GLASSON J., 1973).

Na sua compreensão mais ampla, o planejamento pode ser interpretado como *“um processo racional de tomada de decisões a respeito do desenvolvimento do objeto da gestão”*(RUDENKO,1984; OREA, 1992).

Apesar de ser definido como um processo contínuo, na prática da gestão territorial o planejamento é realizado com certa periodicidade e/ou esporadicidade, o que frequentemente compromete os seus resultados. A teoria propõe que o planejamento territorial constitua um processo contínuo de ações de projeção, implantação e monitoramento das atividades socioeconômicas. Para isso, deve contar com uma série de instrumentos legais, políticos e administrativos que visem garantir a sua efetividade em função dos principais objetivos e estratégias de desenvolvimento.

De fato, face a multiplicidade de fenômenos espaciais, o planejamento territorial não se restringe à elaboração de um plano único, mas sim à um conjunto de planos com distintos enfoques (social, econômico, ambiental...), conteúdos (nacional, regional, local...) e períodos de realização (curto, médio e longo) (OREA, 1992).

O planejamento territorial analisado nesta perspectiva representa *“um sistema de atividades no âmbito de suporte teórico-logístico, cientificamente fundamentado, do processo de desenvolvimento econômico e social”*. Este sistema *“compreende a projeção da produção e do desenvolvimento socioeconômico necessários para garantir a reprodução ou evolução de um determinado nível de qualidade de vida humana num determinado território por um determinado período do tempo”* (RUDENKO, 1984).

As atividades de planejamento territorial adquirem maior concretização física-espacial (produzem impactos diretos de transformação dos geossistemas) quando são realizadas em níveis local¹ (compreendido no Brasil, basicamente, como planejamento municipal) e regional².

1 O planejamento local normalmente é compreendido como o sinônimo do municipal (principalmente para os municípios com pequena extensão territorial) ou das suas partes prioritárias, onde se focaliza a implantação de determinados sistemas de uso e exploração econômica.

2 A expressão regional refere-se a um leque muito abrangente de unidades espaciais (homogêneas segundo algum critério socioeconômico ou ambiental e sempre contíguo na sua essência espacial): bacia hidrográfica, unidade político-administrativa, comunidade autônoma ou município, etc. Isto cria uma certa flexibilidade para diferenciação do espaço, para escolha de instrumentos de gestão, para alocação de investimentos e etc., quando se trata da gestão do espaço (OREA, 1992).

O planejamento regional e local são as formas do planejamento territorial mais evoluídas no contexto metodológico, em função do seu respaldo prático em termos de ações e instrumentos administrativos e políticos¹.

A principal tarefa do planejamento regional e local consiste na definição do ordenamento equilibrado, em função das propriedades ecológicas do território, das atividades sociais e econômicas sobre um determinado geossistema e para um período definido (SALINAS & MIDDLETON, 1998).

Este tipo de planejamento atualmente é titulado como *planejamento ambiental* (ou ecológico; ou de desenvolvimento sustentável, entre outros). Por meio dele definem-se as políticas, leis e normas de exploração do território, considerando: as políticas globais e nacionais (econômicas, sociais e ambientais); as propriedades ambientais e problemas ecológicos existentes no território; os impactos dos eventos planejados sobre a qualidade do ambiente, de vida e saúde humana.

É evidente que a prática do planejamento territorial visa a simulação de efeitos espaciais e temporais (impactos) das ações antrópicas sobre o território, baseando-se em conhecimentos profundos sobre a paisagem e suas propriedades geoecológicas (SHISHENKO, 1989; RUDENKO, 1984).

O planejamento ambiental consiste, antes de tudo, na previsão da transformação das paisagens de um estado ecológico para outro (ou então, configuração dos cenários ambientais, sociais e econômicos). A reorganização funcional do geossistema visa sua adaptação às necessidades humanas ou a otimização da sua qualidade ambiental (segundo critérios de conservacionismo, estabilidade e segurança ecológica) (SHISHENKO, 1989). Portanto, no decorrer dos seus trabalhos, obrigatoriamente, deve se basear na informação ambiental atual e exata, assim como na análise geoambiental aplicada do território.

Segundo SHISHENKO (1989), a análise ambiental aplicada pode ser definida como um sistema complexo de métodos empregados na realização de estudos e aquisição de informação ambiental necessária para realização do planejamento.

Em termos de metodologia geral, a análise (grego – *analysis* – decomposição) representa a desintegração mental do objeto estudado em suas partes integrantes e constitui um método de

¹ Considerando a essência fundamentalmente econômica do planejamento em nível nacional e das restrições administrativo-financeiras das modalidades locais de gestão, a relevância do planejamento regional é evidente, pois representa uma forma suficientemente abrangente e capacitada para realização do ordenamento de elementos físico-espaciais da economia no território (OREA, 1992).

obtenção de novos conhecimentos (FROLOV I.T., 1984). A **análise sistêmica**¹, especificamente, constitui um conjunto de métodos e meios que se aplicam na investigação de objetos complexos e supercomplexos, antes de tudo, métodos de formulação, adoção e fundamentação de decisão, ao criar e controlar os sistemas sociais, econômicos e ambientais (*idem*). A mesma se orienta sobre uma série de princípios científicos, onde os mais importantes são (*ibidem*):

- a. a finalidade da análise consiste em conhecer as partes como elementos de um todo complexo: o objeto de estudo deve ser visto como algo inteiro, como um sistema em interação de todos seus componentes;
- b. o processo de análise avança do complexo ao simples, do casual ao necessário, e da diversidade à identidade e unidade;
- c. a revelação da composição e da estrutura do objeto de estudo é necessária: para tomar decisão a respeito do controle e transformação do respectivo sistema devem ser determinados seus limites, assim como os limites dos seus subsistemas e dos demais componentes essenciais;
- d. a decomposição de um fenômeno complexo em elementos estruturais mais simples, sua classificação genética, hierárquica e funcional, permite separar o essencial do não essencial e reduzir o complexo ao simples;
- e. construir um modelo generalizado do objeto estudado, modelo baseado nas variáveis essenciais do sistema, as que determinam a sua funcionalidade e operacionalidade, representa uma etapa crucial, em que se definem os parâmetros de gestão dos respectivos sistemas;
- f. o processo de análise das interações entre os subsistemas e elementos do objeto permite definir as distintas etapas da formação do mesmo e revelar as tendências de sua evolução, assim como seus momentos críticos, que exigem a intervenção.

É importante observar que, para realização destes princípios, a análise sistêmica emprega um conjunto de técnicas e métodos formais e não formais, dependendo da especificidade do sistema analisado.

¹ Surgiu nos anos 60 do século XX, como consequência do estudo de operações; sua base teórica e metodológica jaz no enfoque sistêmico e teoria geral dos sistemas.

O objeto do planejamento, deste modo, constitui uma paisagem regional, definida como um **sistema antroponatural ou um geossistema**¹. Do ponto de vista da análise ambiental aplicada ao planejamento, os geossistemas são portadores de uma série de características cruciais a serem consideradas no processo de gestão (RIC, 1998; SHISHENKO, 1989; MIRSAEV *et al.*, 1988; MATEO, 1984):

- 1) representam uma formação de unidades elementares (táxons) hierárquicas e integradas entre si;
- 2) assim como geossistema como um todo, as unidades elementares, em cada um dos seus níveis hierárquicos, exercem suas funções (ou então possuem atribuições funcionais ambientais, ecológicas, sociais, etc.) de acordo com suas propriedades naturais e antrópicas;
- 3) as propriedades/qualidades naturais e antrópicas dos geossistemas, assim como dos seus componentes isolados, definem uma série de **restrições** ambientais para exploração do território e, conseqüentemente, estabelecem critérios (ecológicos, sociais, de recursos, etc.) para planejamento de novos objetos e eventos de caráter socioeconômico.

Para fins de diagnóstico destas restrições, impostas por parâmetros dos geossistemas, é utilizada a *análise ambiental aplicada*.

Sem dúvida, a principal tarefa da *análise ambiental* para planejamento consiste em detectar e qualificar estas restrições, ainda na fase inicial do processo, avaliar as suas proporções espaciais e o potencial de superação destes, em função da organização funcional e morfológica dos geossistemas, e fundamentar as escolhas no âmbito da gestão, adequadas para com todos os parâmetros preestabelecidos (ecológicos, sociais, econômicos, etc.). Com propósito, os seus procedimentos podem ser resumidos em uma seqüência interdependente de métodos e técnicas (SHISHENKO, 1989; FRANCE & BRIGGS, 1980):

1. avaliação das regularidades geoambientais da organização regional da paisagem (sistema como um todo);
2. classificação e taxonomia das estruturas morfológica e territorial-produtiva da paisagem;
3. definição da tipologia funcional do geossistema e sua avaliação;

¹ Veja glossário

4. análise geotécnica e de engenharia de áreas relevantes ao empreendimento (restrições físicas do sistema);
5. análise de recursos ambientais disponíveis para desenvolvimento dos projetos e planos (elementos e variáveis essenciais/ restrições funcionais do sistema);
6. previsão de impactos ambientais negativos e positivos.

A realização deste conjunto de métodos de pesquisa resulta na formulação da **avaliação complexa do geossistema**¹, que como categoria da análise ambiental aplicada tem um significado específico, compreendendo a realização sistêmica do conjunto de métodos acima mencionado, interligados em uma seqüência de procedimentos, em que cada etapa posterior baseia-se nos resultados científicos dos procedimentos anteriores (SHISHENKO, 1989). As vantagens da avaliação complexa consistem na sua interdisciplinaridade e no emprego de um sistema único de indicadores e parâmetros comensuráveis, independentemente da subjetividade das análises realizadas por diversos especialistas (condição multidisciplinar obrigatória²).

Os resultados da análise ambiental do geossistema aplicada ao planejamento resultam em instruções, prescrições, indicações normativas de uso do solo, conforme os princípios do planejamento territorial, e, por sua vez, determinam as exigências para com a informação geoambiental necessária para fundamentação de planos e projetos futuros.

Os princípios da avaliação ambiental complexa do geossistema constituem um dos fundamentos metodológicos para concepção da Proposta de cartografia geocológica, objeto desta pesquisa.

¹ A realização de análise geoambiental complexa é apropriada somente no contexto do planejamento de empreendimentos de grande porte (como, por exemplo, as hidroelétricas) ou para as atividades potencialmente causadoras de grandes impactos ambientais (como as que são sujeitas aos Estudos de Impactos Ambientais). Na prática, em função dos objetivos concretos de planejamento, define-se uma combinação seleta de métodos, que dependendo da sua essência, resultam análises: geotécnica, tecnológica e funcional da paisagem. Cada uma destas está mais apropriada científico- e administrativamente às necessidades do empreendimento.

² Atual legislação ambiental exige, por exemplo, que o EIA seja efetuado por uma equipe multidisciplinar de especialistas.

3.1.2 Informação geoambiental e cartografia aplicadas ao planejamento territorial

Os planos e projetos de desenvolvimento local e regional requerem, na sua fundamentação, informações geoambientais complexas, que, na sua essência, constituem um sistema de conhecimentos sobre os fatores naturais de gênese da paisagem e suas manifestações regionais, propriedades das estruturas naturais, controle dos fatores de antropização, sobre a função econômica de geossistemas e a tecnologia de exploração da paisagem (cargas e impactos) (JIMENEZ-BELTRAN, 1995; SHISHENKO, 1989).

Durante o processo de planejamento, os dados de inventários ambientais sofrem transformações substanciais através da análise ambiental complexa, tornam-se parte indivisível do projeto técnico, representados na sua documentação. A principal componente desta documentação, e por vezes a crucial, corresponde aos materiais cartográficos, que configuram o principal instrumento de representação e análise dos fenômenos ambientais complexos.

A cartografia temática (neste caso na qualidade de geoecológica e ambiental), portanto, faz parte integrante e obrigatória de qualquer estudo ambiental ou das suas etapas distintas, pois representa **único meio adequado de estudo integrado dos fenômenos espaciais**.

O sistema de produção de informação geoambiental no âmbito do planejamento, de uma maneira geral, pode ser diferenciado em cinco componentes básicos (RIC, 1999):

1. demanda de informação/avaliação de requerimentos dos clientes;
2. avaliação da qualidade e/ou disponibilidade de dados – base;
3. avaliação da base de conhecimentos sobre o território;
4. desenvolvimento da análise aplicada da paisagem e avaliação da sua confiabilidade;
5. procedimentos de controle de qualidade de produtos cartográficos gerados e de normatização.

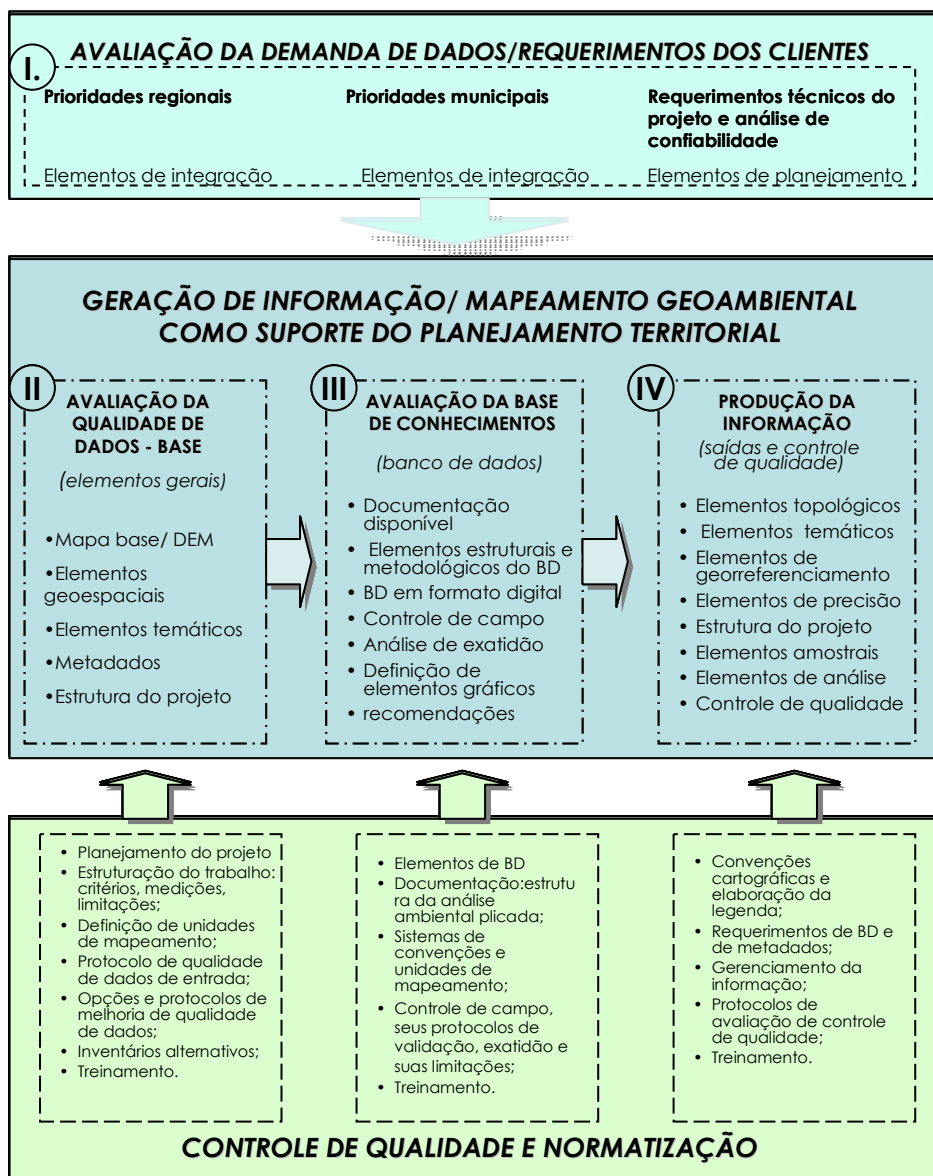


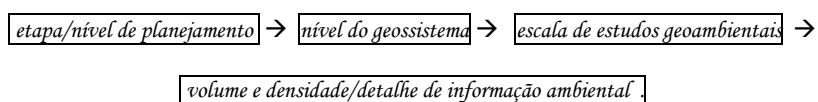
FIGURA 3 - Sistema de produção de informação geoambiental no âmbito do planejamento. (adaptado: RIC, 1999, tradução do autor)

A Figura 3 mostra a configuração da estrutura acima discriminada, assim como os vínculos funcionais entre os principais blocos do trabalho, que é válida tanto no contexto de levantamentos complexos, quanto para os projetos específicos de mapeamento temático geoambiental.

Os componentes dos dois primeiros blocos deste sistema (*avaliação da demanda e geração de informação*) são compostos por uma série de elementos, que no seu conjunto caracterizam um todo do projeto e as suas funções. Assim, em função dos objetivos do projeto ou do empreendimento, são definidos os requisitos da análise geoambiental, assim como de controle da sua confiabilidade, sempre tendo em conta as prioridades municipais e regionais, diferenciadas em políticas e leis vigentes.

A geração de informação e de mapas geoambientais procede em três etapas subseqüentes, onde primeiramente é avaliada a qualidade dos dados-base e definida a estrutura do projeto; em segundo lugar, são analisados os dados disponíveis para elaboração do estudo ou então a base de conhecimentos, e, por último, é gerada a informação geoambiental inerente ao projeto. A realização de todos os elementos discriminados garante a geração adequada de informação com qualidade exigida para cada um dos projetos específicos. Por outro lado, os procedimentos de *avaliação de qualidade* contêm os elementos, que correspondem à estrutura vertical das três etapas acima mencionadas (blocos II à IV - Fig.3) e compreendem os procedimentos recomendados pelas normas internacionais.

A generalização de experiências de levantamentos geoambientais voltada aos projetos de planejamento permite sistematizar a correlação entre as etapas do planejamento territorial e correspondentes a estes níveis de análise ambiental (Quadro 1):



Cada etapa de planejamento em um determinado nível territorial fundamenta-se sobre uma informação ambiental necessária e suficiente para a tomada de decisões. Este volume necessário de informação deve estar disponível a partir de um nível espacial inferior, seguindo uma seqüência hierárquica em que cada resolução espacial posterior é baseada na anterior, a de escala maior. Com isso, a densidade de informações e o grau de detalhe requeridos aumentam na medida em que se aprofunda o nível territorial de planejamento.


QUADRO 1 - Demanda e produção de informação ambiental no âmbito de planejamento territorial (quadro do autor)

Nível territorial	<i>fluxo da demanda de dados</i>	Etapa/nível de planejamento	Objetivos do planejamento/projeto	Estrutura da informação Ambiental	Escala de estudos	<i>fluxo de informação ambiental e cartográfica</i>	Análise e cartografia gerados
País		Esquema Geral de desenvolvimento (macrovetores)	<ul style="list-style-type: none"> - principais vetores e metas de desenvolvimento dos setores econômicos; - uso racional de recursos naturais; - preservação da natureza; - diferenciação de territórios com condições ótimas para o desenvolvimento ... 	<ul style="list-style-type: none"> - controle e avaliação de recursos ambientais de grandes regiões em nível nacional, das zonas e de províncias físico-geográficas; - esquemas gerais de distribuição de forças produtivas em nível nacional... 	1: 2 500 000 e menores		Zoneamento geoambiental complexa (até sub-zonas e províncias)
Estado / Macroregião econômica		Esquema – meta de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> - detalhamento do plano nacional; - diferenciação de particularidades regionais de desenvolvimento e recursos.. 	<ul style="list-style-type: none"> - controle de diferenciação regional de condições e recursos naturais em nível de zonas, províncias e regiões físico-geográficas... 	1 :1 000 000 1: 500 000		Regionalização físico-geográfico (até sub-regiões) Mapas de diferenciação regional do geossistema; áreas de preservação; sistemas de uso do solo; distribuição de recursos naturais...
Região / Grupo específico de regiões		Planejamento regional estratégico	<ul style="list-style-type: none"> - garantir a organização funcional otimizada do território; - preservar a qualidade ambiental; - otimizar a qualidade e nível de vida humana com gastos mínimos para superação de tendências ambientais indesejáveis... 	<ul style="list-style-type: none"> - diferenciação funcional da paisagem; - avaliação da adequação do sistema regional de uso e exploração; - avaliação da necessidade de intervenção e remediação de fenômenos indesejáveis em escala regional e sub-regional; - possibilidades de reorganização funcional do geossistema regional 	1: 250 000		Mapa de processos e fenômenos físico-geográficos e ecológicos; Mapa da tipologia dos geossistemas regionais; Mapa de Sistemas de Uso de solo e do zoneamento funcional regional
Sub-região/ grupo de sub-regiões ou áreas administrativas (ex.: associações municipais)		Programa – projeto de desenvolvimento socioeconômico	<ul style="list-style-type: none"> - desenvolvimento de ações orientadas ao desenvolvimento industrial, urbano e de infra-estruturas; - melhoria de qualidade de vida; - definição das limitações geoambientais para o desenvolvimento... 	<ul style="list-style-type: none"> - zoneamento e regionalização geotécnica do território; - avaliação geoambiental complexa como base do zoneamento funcional; - diferenciação de aptidões de uso agrícola, industrial, urbano, conservacionista, etc. .. 	1: 100 000 1:50 000		Mapa tipológico e taxonômico da paisagem regional; Mapa de intensidade de processos geoambientais e ecológicos; Mapas de avaliações econômicas de recursos e condições naturais para o desenvolvimento.

Município		Plano de desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> - zoneamento funcional do espaço de desenvolvimento; - planejamento urbanístico e de urbanização; - limites de crescimento econômico e industrial; - uso parcimonioso de recursos naturais 	<ul style="list-style-type: none"> - caracterização e avaliação econômica de recursos e condições naturais; - avaliação de processos geoambientais críticos e gestão de riscos ambientais; - previsão de impactos de desenvolvimento... 	<p>1: 50 000 1: 25 000</p>		Cartografia geoambiental Mapas de cenários
Cidade / área urbana		Plano-Diretor	<ul style="list-style-type: none"> - definir os objetivos e limites de crescimento urbano; - realizar o planejamento urbanístico; - projeção de metas do crescimento espacial; - otimizar o padrão de qualidade de vida... 	<ul style="list-style-type: none"> - controle de fatores geoambientais que limitam ou colocam em risco as obras de engenharia; - zoneamento de uso atual de solo; - avaliação da sua adequação funcional no geossistema regional; - avaliação e prognóstico de impactos de crescimento... 	<p>1: 250 000 (para área como um todo) 1: 5 000 (1: 2 000)</p>		<p>Mapeamentos geotécnicos, geoambientais e geocológicos aplicados... Tipologia e taxonomia dos geossistemas (até associação de comarcas físico-geográficas) Zoneamento funcional...</p>
Área / local		Projeto detalhado	<ul style="list-style-type: none"> - definir a eficiência e custo-benefício de implantação de variantes do projeto; - avaliar e prevenir os impactos negativos.. 	<ul style="list-style-type: none"> - elaboração de EIA/RIMA; - controle de evolução de impactos prognóstico de transformações funcionais do território no sistema regional 	<p>1 :2 000 e maiores</p>		<p>Mapas de diagnostico geoambiental; Mapeamento geotécnico Capacidade suporte e aptidão Mapeamentos geocológicos e de cenários</p>

Continuação quadro 1. Produção e demanda de informação ambiental no âmbito de planejamento territorial (quadro do autor)

O Quadro 1 evidencia a importância da informação geoambiental em todos os níveis do planejamento territorial, assim como o máximo da resolução e densidade de dados requeridos em nível local. De uma maneira geral, são mencionados os materiais cartográficos, gerados como resultados dos levantamentos de campo.

Deve ser observada a acumulação sistemática do material cartográfico de uma etapa para outra (e em dois sentidos opostos ). A disponibilidade de suporte cartográfico gerado na etapa anterior do planejamento, sem dúvida, viabiliza os trabalhos em níveis subsequentes. A direção dupla de fluxos de informação e de circulação dos princípios metodológicos de análise geoambiental entre os níveis de planejamento e o mapeamento ambiental é justificada, por um lado, em função do princípio administrativo geral (que funciona de cima para baixo) e, por outro lado, pelas exigências da generalização da informação na execução do mapeamento. As dificuldades tecnológicas e de aquisição de informações neste âmbito superam-se cada vez com mais facilidade com auxílio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica. Por outro lado, a complexidade do sistema de trabalhos orientados à geração da informação geoambiental para planejamento evolui constantemente, assim como as exigências para com a qualidade dos seus produtos finais.

O sistema de fluxos de informação cartográfica e geoambiental, como um todo, representado no Quadro 1, constitui na realidade uma pirâmide com embasamento no sistema de geração de dados geoambientais em nível local, onde são coletados dados com maior detalhe e grau de confiabilidade. Quanto maior e mais sólido este fundamento, mais estável é a referida pirâmide e mais intensos são os fluxos de informação a esta inferidos. Dai a importância da sistematização de estudos ambientais em nível local e regional. Uma vez padronizados e sistematizados, estes garantem a sustentabilidade informativa do sistema de planejamento territorial.

3.1.3 Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) como uma forma de planejamento territorial

A Avaliação de Impactos Ambientais representa um instrumento potencialmente eficiente da política ambiental, amplamente utilizado em nível nacional e internacional. O objetivo básico da sua existência é a promoção do equilíbrio entre os objetivos econômicos, sociais e ambientais de desenvolvimento.

A Avaliação e o Estudo de Impactos Ambientais no Brasil é um instrumento constitucional da Política Ambiental (art.225, §1º, IV Constituição Federal c.c. art.9º, III da Lei 6.938/81); é, também, um instrumento ordenador da decisão administrativa que autoriza ou não o empreendimento (CONAMA, Resolução 001/86).

A princípio, a AIA deve ser aplicada à todas as ações que podem produzir em potencial os impactos ambientais e ecológicos, independentemente do seu tipo, licenciamento ou mecanismos de implementação utilizados. Visto que AIA compreende não só análise ambiental aplicada para planejamento de um determinado empreendimento, mas todo o sistema de políticas, planos e programas de desenvolvimento territorial em vigência, torna-se óbvio a sua enorme importância no âmbito do suporte científico da gestão territorial (Figura 4).

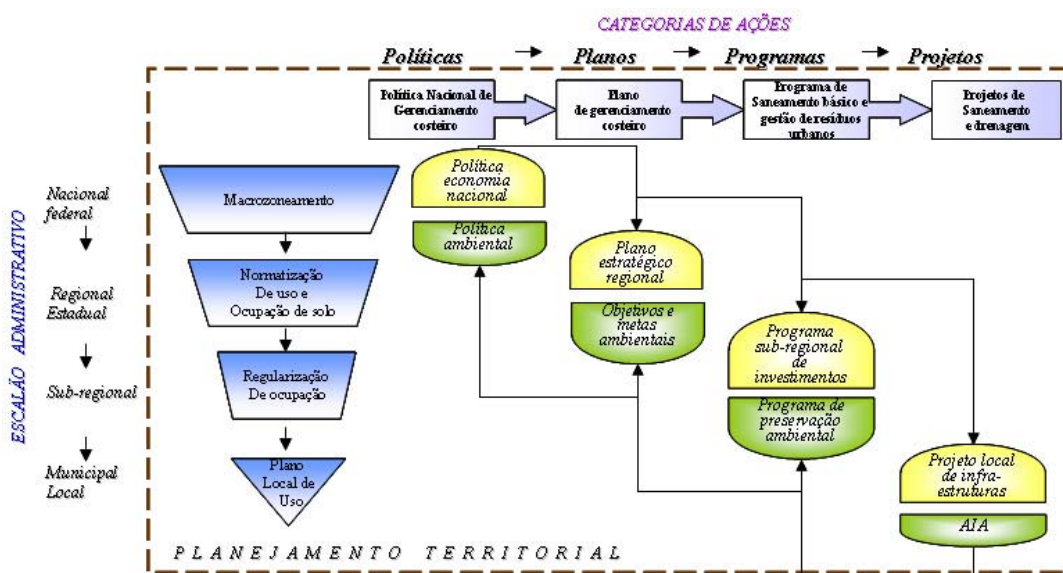


FIGURA 4 - Lugar de AIA no sistema de Planejamento Territorial (adaptado com modificações de LEE,1982)

Os estudos de impactos ambientais (EIA), realizados no âmbito da AIA¹, intencionalmente, representam uma síntese de avaliações ambientais complexas orientadas à execução de projetos e planos de desenvolvimento. A análise da paisagem realizada no contexto do EIA tem como objetivo final a definição de uma variante mais apropriada de execução do projeto, considerando:

- (a) propriedades antroponaturais do território;
- (b) prognóstico de evolução de processos físico-geográficos em função de distintos tipos de uso e seus impactos;
- (c) definição da capacidade suporte e do potencial ecológico e de recursos da paisagem;
- (d) avaliação da efetividade do monitoramento preventivo e das medidas mitigadoras de impactos antrópicos.

Desta maneira, o EIA pode ser visto como base informativa do planejamento territorial (base da pirâmide do fluxo informativo, conforme o Quadro 1, em nível não só local como, e essencialmente, regional, considerando o seu potencial na diferenciação funcional, geotécnica e geoecológica do território, etc).

Por exemplo, a Figura 4 identifica o EIA como uma célula-base de diferenciação de fluxos de informação verticais (correspondentes aos níveis territoriais de planejamento) e horizontais (correspondentes às categorias de ações administrativas). O sistema metodológico do EIA dispõe de recursos que o permitem fundamentar os projetos de desenvolvimento local, por um lado. E, por outro, sustentar toda a cadeia de procedimentos científicos e administrativos que antecedem a elaboração de políticas ambientais nacionais, tendo em conta todo o sistema de normas e regulamentos vigentes no âmbito da gestão do espaço nacional.

No contexto da hierarquia administrativo-territorial do planejamento, o uso de EIA garante uma série de vantagens proporcionadas pela específica de métodos utilizados (LIBERAL *et al.*, 1993; LEE, 1982):

¹ Bases legais AIA/EIA constituem: 1980– Lei 6.803 – diretrizes básicas para o zoneamento industrial; 1981 – Lei 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente; Decreto 88.351/83 - vinculou AIA ao sistema de licenciamento, outorgado pelo CONAMA – substituído pelo Decreto 99.274/90; 1988 – Constituição Federal; Resoluções do CONAMA...

1. somente os estudos de pequena abrangência territorial (locais) são adequados para fornecer a informação objetiva a respeito de impactos gerados;
2. as alternativas sugeridas em nível de EIA agilizam o processo de tomada de decisões;
3. o sistema de recolha e transformação de informação, as análises produzidas para EIA devem ser incorporados no embasamento e concepção de políticas ambientais e na elaboração das estratégias e projetos de desenvolvimento;
4. quando os projetos são individualmente pequenos (setores de áreas urbanizadas), porém em seu conjunto são numerosos, a introdução do EIA nas etapas da realização do planejamento proporciona a redução de tempo e aumento do poder de decisão (principalmente quando se trata da avaliação dos impactos de vizinhança);
5. os estudos de aptidão e de uso do solo tornam-se mais sistemáticos e confiáveis, assim como se aperfeiçoam suas técnicas e métodos.

Se o EIA for estendido aos estágios iniciais do planejamento e de licenciamento, seu uso geral poderá ser bastante amplo¹. Neste contexto é importante considerar a experiência dos EUA e da Comunidade Européia (desde início de anos 70). Como mostra a Figura 5 o EIA exerce um papel fundamental na integração entre os níveis de planejamento de uso do solo e o fluxo de informação ambiental.

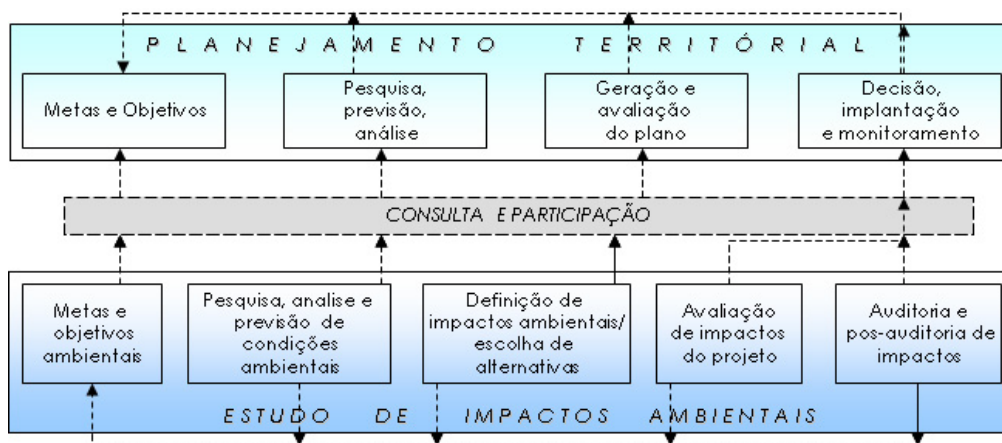


FIGURA 5 - Integração entre o planejamento territorial e o sistema de Estudos de Impacto Ambiental (Fonte : Lee, 1982)

¹ É importante observar o descompasso ainda presente na realidade nacional entre a execução dos projetos, sua adequação ambiental e seu licenciamento ambiental.

Como mostra a Figura 5 a elaboração do EIA/RIMA só pode efetivamente fazer parte da cadeia informativa do planejamento territorial quando acompanha as etapas do planejamento e não se realiza após do termino da elaboração do projeto. O próprio sistema de planejamento/projeto deve garantir a viabilidade ecológica ainda em fase de sua concepção.

As vantagens de integração do EIA no sistema de planejamento territorial ainda são bastante remotas para realidade brasileira. No Brasil, o EIA ainda não representa um instrumento de regulamentação para planos, programas e para ordenamento territorial, propriamente dito, o que deixa uma lacuna na consideração de impactos cumulativos e avaliação de transformações funcionais de sistemas territoriais. Neste sentido a falta de nexos no fluxo geoinformativo dentro do sistema de planejamento persiste inevitavelmente, causa o acúmulo de despesa pública e de tempo, deteriorando o poder e a confiabilidade da decisão administrativa. A assimilação da importância de um sistema único de fluxos de informação geoambiental como suporte de planejamento em nível de unidades administrativas ou de gestão é, sem dúvida, um dos primeiros passos na evolução da eficiência da gestão regional.

Apesar de que o uso do EIA enquanto um dos instrumentos de gestão territorial tornou-se rotineiro em diversos países, os métodos para sua realização, preparação de projetos, bem como os procedimentos de licenciamento ainda são os assuntos que incitam as mais profundas discussões.

Um dos principais problemas consiste no fato do EIA ser efetuado relativamente tarde em relação aos estágios de elaboração de variantes do empreendimento e na sua aplicação restrita aos efeitos, normalmente finais, do mesmo. Isto freqüentemente torna o projeto incompleto, do ponto de vista da análise ambiental, por um lado, ou, por outro, torna o EIA/RIMA inconsistente para fins de licenciamento prévio (LEE, 1982).

Entre outros problemas relevantes à elaboração de Estudo de Impactos Ambientais no Brasil o LIBERAL *et al.*(1993) sublinha:

- 1) os problemas inerentes à legislação ambiental brasileira e dificuldades de inserção da AIA na realidade da administração pública;
- 2) deficiências na participação da sociedade em diferentes fases dos estudos ambientais;
- 3) deficiências na forma e conteúdo: a maioria dos estudos é elaborada tangencialmente, sem detalhamento e investimentos suficientes, assim como sem a “capacidade analítica” coerente;

- 4) ausência de vínculos na análise de distintos projetos, condicionando a impossibilidade da avaliação de impactos cumulativos e da visão mais profunda do território como um todo, ou como um sistema;
 - 5) por outro lado, o descaso com o ordenamento territorial adequado aos problemas de planejamento territorial também contribui para ineficácia das análises dos EIA;
- e outros mais...

Os autores realçam que “as deficiências na prática atual da AIA no Brasil reclamam um passo estratégico, suportando uma situação cada vez mais constrangedora, no sentido em que a AIA corre o risco de ser vista como a “folha de pudor de Adão”, cobrindo apenas exigências impostas, mas sem poder exercer seu papel de instrumento da política ambiental, tal como uma vez foi criado” (*idem*).

Entre outras medidas de ordem político-administrativa, legislativa e metodológica, a superação destes problemas e a integração do EIA no sistema de planejamento territorial passam pela normatização de procedimentos de análise ambiental e pela sistematização de mapeamentos geocológicos. Isto implica no desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos de pesquisa que permitam evidenciar o nível e a problemática espacial do desenvolvimento e de qualidade da vida do objeto territorial em questão, bem como o conhecimento e controle das suas condições e recursos naturais. Em outras palavras, o estudo de impactos ambientais deve ser considerado e desenvolvido metodologicamente como unidade/módulo de execução do cadastro de elementos ambientais do geossistema em nível local.

A idéia do **Cadastro Geoambiental** enquanto elemento de padronização metodológica dos EIA consiste na concepção destes com base na relação de dados sobre condições e recursos ambientais, assim como sobre seu uso e usuários, organizados como sistema informativo único baseado nos dados de monitoramento ambiental e controle de exploração dos recursos do território. O referido sistema **compreende a realização de investigações, coleta e aquisição, sistematização e processamento, padronização, armazenamento e geração contínua da informação geoambiental** (definição do autor).

Por outro lado, a inserção do EIA no sistema de planejamento viabiliza a realização do Cadastro Geoambiental do território como suporte efetivo de gestão, inserido no sistema do Cadastro Técnico Multifinalitário. Duas razões conceptuais básicas apontam para isso:

1. o Cadastro Geoambiental, quanto a sua estrutura e organização funcional, é concebido na base da estrutura da análise geoambiental interdisciplinar, e, assim, apresenta analogia total com a estrutura funcional do mapeamento geoambiental e geoecológico;
2. a execução do Cadastro Geoambiental, assim como do mapeamento geoecológico e do EIA, mesmo com o advento de técnicas mais precisas de sensoriamento remoto, ainda têm uma forte dependência de dispendiosos trabalhos de campo, onde a unificação de objetivos poderia proporcionar uma economia significativa de recursos financeiros, sobretudo públicos. Quando o EIA é devidamente inserido no sistema do planejamento, os mapeamentos ao nível local (isto é, em escala grande) passam a fazer parte do recobrimento cartográfico regional. Esta inserção é extremamente importante e benéfica, não só porque o conteúdo do EIA, na sua essência, diz respeito às ações concretas de gestão e planejamento em nível local, mas também, porque o EIA representa a fonte de informação espacial mais confiável e de maior escala possível. “Dispensar” esta fonte, desconsiderar seu uso, na conjuntura atual, quando o espaço informativo se transforma em mercado lucrativo, é no mínimo, imprudente e prejudicial.

Explorar devidamente esta fonte, ou então transformá-la em um segmento do sistema de planejamento e recobrimento informativo e cartográfico do território, segundo experiências internacionais, é extremamente benéfico. Porém, exige alguns esforços mínimos e, sobretudo, coordenados, para que o EIA/RIMA esteja inserido como sistema de procedimentos obrigatórios no processo de planejamento; isto é, torna-se instrumento regulador de planos e políticas municipais e regionais. Deve-se observar que para isso não são necessários nem a duplicação de funções administrativas de entidades já existentes, nem a criação de novos órgãos. São necessários somente os mecanismos legais e administrativos suficientes para garantir o fluxo de informação entre os órgãos de distintos níveis territoriais de administração.

O Cadastro Geoambiental¹, realizado como sistema informativo para o desenvolvimento do território e integrado ao sistema do CTM, é sem dúvida, o único recurso adequado e abrangente de suporte científico de todas as atividades de planejamento e gestão territorial em todos os níveis.

¹ O cadastro geoambiental realiza-se numa base geoinformativa e normativo-metodológica única que garante a realização padronizada e sistemática dos projetos, bem como a criação de um banco de dados ou sistema de informações ambientais compatível em termos funcionais com o sistema do Cadastro Técnico Multifinalitário. A realização do EIA com base metodológica do cadastro geoambiental permite gerar: banco de dados e mapeamentos geoecológicos; prognósticos e planejamento das tarefas; perícia, avaliação e monitoramento de projetos.

A idéia do cadastro geoambiental como base metodológica para realização de estudos de impacto ambiental compreende também o uso da investigação cartográfica, ou do *Método Cartográfico de Investigação* (MCI), que representa um dos instrumentos mais eficientes de pesquisa espacial.

3.2 IMPORTÂNCIA DO MÉTODO CARTOGRÁFICO DE INVESTIGAÇÃO NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

3.2.1 Principais características dos modelos cartográficos e o método cartográfico de investigação

A cartografia é uma área da ciência, da técnica e da produção, que abarca a criação, estudo e utilização dos mapas e outros produtos cartográficos (BERLIANT,1996). Como ciência tem várias interpretações, expressas em diversas concepções: de comunicação, de modelagem investigativa, de linguagem, a geoinformativa e outras.

A cartografia se divide em vários ramos: cartografia matemática e temática, semiótica cartográfica, desenho cartográfico, edição cartográfica, história da cartografia, etc.

O desenvolvimento da cartografia é o resultado da milenar história do desenvolvimento das atividades humanas sobre a superfície do Globo Terrestre. As atividades antrópicas transformaram o território num recurso cobiçado e cada vez mais escasso, além do que impulsionaram a necessidade da sua *representação gráfica – como forma de conhecimento, domínio e instrumento de exploração*. Com isso, os mapas constituem o principal meio de representação gráfica da informação espacial¹.

Um **mapa** é uma representação gráfica, matematicamente definida, reduzida e generalizada da superfície da Terra ou de um outro corpo cósmico, que representa os objetos reais ou projetados através de um sistema de sinais convencionais.

¹ A imagem geometricamente semelhante à Terra é o seu modelo esférico, ou então o GLOBO. Porém a imagem no Globo é inevitavelmente pequena. Mesmo para que 1 mm no globo correspondesse 10 km no terreno, necessitaríamos de uma esfera com diâmetro de 1,3 m, o que torna seu uso bastante incomodo. Por isso, os mapas – as representações planas da superfície terrestre adquiriram o maior uso prático.

Um **mapa** representa um modelo gráfico, que dispõe de informatibilidade¹, de conformidade espaço-temporal para com a realidade, de escala, assim como de propriedade específica de visão panorâmica, perceptibilidade e comunicabilidade, o que o torna um dos meios mais importantes de investigação científica dos fenômenos espaciais (BERLIANT, 1996).

Podemos definir um mapa como um modelo gráfico reduzido, generalizado e convencional da superfície terrestre num plano (DIACONOV, 1996):

num plano: amplamente aceite, esta parte da definição pode ser considerada excessiva; contudo, se a admitimos, reconhecemos que o globo e os modelos tridimensionais não são os mapas propriamente ditos;

reduzida: a principal tarefa do mapa é demonstrar ao usuário a interdistribuição dos objetos e/ou fenômenos espaciais, cuja representação só é possível com uma redução significativa dos seus tamanhos;

generalizada: um mapa representa somente os objetos mais importantes ou notórios do espaço, dos quais a seleção é mais criteriosa, e cuja representação gráfica perde em detalhe e em grau de exatidão espacial e temática com a redução da escala da imagem;

convencional: no mapa, os objetos são representados não como aparentam na realidade, mas sim através da linguagem dos sinais convencionais, que permitem uma melhor distinção e reconhecimento da natureza dos fenômenos e/ou objetos do mundo real.

Os mapas, deste modo, diferenciam-se em função de (BERLIANT, 1996; RUDENKO, 1984):

- | | |
|---------------------------|---|
| (1) escala ² : | grande (1:50 000 e maior)
média (1:50 000 – 1: 500 000)
pequena (1: 500 000 e menor) |
| (2) conteúdo temático: | geográficos gerais
temáticos (naturais, sociais, econômicos, ambientais, espaciais) |

¹ Segundo a teoria da informação (q. v.), medida da redução da incerteza, sobre um determinado estado de coisas, por intermédio de uma mensagem.

² As classificações por escala variam significativamente de um país para outro

- | | |
|--|--|
| (3) conteúdo informativo ou
critério dialético: | analíticos
complexos
sintéticos |
| (4) especialização prática
(aplicações ao planejamento
territorial): | de inventário
da avaliação
de recomendações
de prognósticos |

As representações cartográficas, quando da sua construção, não se limitam com a edição dos mapas propriamente ditos. O processamento da informação espacial é um processo complexo e poliestrutural que permite gerar vários tipos de produtos cartográficos, onde se destacam a planta e a ortofotocarta.

Planta é um caso particular da representação cartográfica, concebida em escala grande (geralmente 1:500 – 1:2000) sem consideração da curvatura da terra (em projeção ortogonal) e que preserva a escala constante em qualquer ponto e em qualquer direção. Em função do conteúdo são diferenciadas as plantas topográficas, marítimas, urbanas e cadastrais, etc. (BERLIANT, 1996).

Fotocarta é uma carta editada com base em uma imagem fotogramétrica, numa determinada projeção cartográfica e divisão de folhas, que contém todo o arranjo cartográfico (rede de coordenadas, curvas de nível e cotas, topônimos, assim como as informações temáticas adicionais). Para amplas regiões com variações significativas de relevo, constroem-se **ortofotocartas**, onde as aerofotografias passam por processo de transformação da projeção central para ortogonal, em que as distorções do relevo e da curvatura da terra são eliminadas (*idem*). Entre outros produtos cartográficos, diferenciam-se os modelos tridimensionais do terreno (digitais ou não), perfis diversos, diagramas, cartogramas, etc.

Como definimos anteriormente, um mapa constitui um modelo gráfico complexo, que permite o estudo e observação de distintos fenômenos espaciais e temporais. A especificidade dos mapas, enquanto materializações gráficas do mundo real, deve-se à sua concepção matemática rigorosa e ao emprego das concepções comunicativa e de generalização na seleção de sinais convencionais. Estas três características são a interpretação cartográfica de três principais métodos da teoria de investigação científica: formalização científica; sistemas de sinais

(convenções) e abstração (SALISHEV, 1982). Salishev K. A chama atenção especial para o fato de mapas permitirem a percepção e interpretação de informação não somente neles concebida, como também da aquisição de novos conhecimentos, distintos daqueles introduzidos pelo cartógrafo. Exatamente esta propriedade dos mapas representa a sua principal vantagem sobre outros modelos e representações da realidade e, por conseqüência, o potencial superior do MCI (Método Cartográfico de Investigação) comparado com outros métodos do conhecimento de espaço geográfico e dos fenômenos que o configuram.

Berliant (1978) compreende os mapas como modelos simbólicos e imaginários da realidade e distingue onze das mais importantes características do mapa, comparando-as com as de outros modelos gráficos (Quadro2). A referida comparação evidencia o fato do mapa ser um modelo gráfico ideal para estudo e representação da realidade espacial.

Estas vantagens do mapa, como forma mais precisa e completa de representação gráfica do espaço, tornam-se mais óbvias, quando são consideradas no contexto da relação das características de dimensão temático-espacial e da escala de medição de fenômenos.

Como podemos ver, as propriedades que proporcionam a superioridade do mapa como modelo gráfico da realidade consistem no fato de que este (ASLANIKASHVILI, 1974:56):

- A) representa um modelo comparável e/ou comensurável, ou então está sempre disponível para análise comparativa (quantitativa, qualitativa ou estrutural) do conteúdo de qualquer fenômeno nele representado;
- B) os parâmetros limitantes da análise comparativa sobre o mapa não incluem nem tempo, nem espaço;
- C) o mapa garante a compatibilidade das condições de análise de quaisquer das propriedades de fenômenos, sejam esses visualmente identificáveis ou não.;
- D) no decorrer do processo da análise sobre os mapas a percepção visual coincide com o processo da comparação mental da informação.

QUADRO 2 – As propriedades dos principais modelos gráficos e representações da realidade. (Fonte: Rudenko,1984:16)

Propriedade	Modelos gráficos e representações da realidade									
	Mapa	Foto aérea	Imagem satélite	Descrição	Tabela, matriz	Gráfico	Perfil /corte	Modelo matemático	Modelo físico	Esquema - bloco
Abstração	+			+		+		+		+
Seletividade	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Síntese	+			+	+		+	+	+	+
Escala e métrica	+	+	+			+	+		+	
Sentido único	+				+	+	+	+	+	+
Contigüidade	+	+	+							
Perceptibilidade	+	+	+		+	+	+		+	+
Visualidade	+	+	+		+	+	+		+	+
Semelhança geométrica	+	+	+				+	+	+	
Conformidade geométrica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lógica	+			+	+	+		+		+

As qualidades enumeradas do mapa atribuem-lhe um grande potencial científico ou de pesquisa – extração de novos dados e informações a partir dos mapas (*Método Cartográfico de Investigação*). O referido potencial se deve também às inúmeras variações e combinações possíveis de análise e síntese a serem realizados, com intuito de adquirir conhecimentos e informações ou construção do próprio mapa.

Na literatura existem diferentes pontos de vista sobre a essência *do método cartográfico de investigação* (MCI). Em diversos casos, o mapeamento temático complexo, o método cartográfico de investigação e o método de conhecimento cartográfico são confundidos ou interpretados como sinônimos. Isto é muito comum, sobretudo, para os trabalhos de não especialistas (na maioria não cartógrafos) que no seu cotidiano profissional fazem uso constante de mapas. Segundo a definição científica coerente, o mapeamento temático complexo e o conhecimento cartográfico fazem parte integrante do MCI.

O conceito do MCI foi introduzido pela primeira vez em 1948 por Salishev K. A.. Em 1955, o mesmo definiu-o como *a utilização de mapas para a descrição, análise e investigação da natureza de uma série de fenômenos espaciais* (RUDENKO, 1984).

Atualmente, o Método Cartográfico de Investigação (*Cartographic Method of Research*) é amplamente definido como "o método de investigação científica no qual o mapa representa um modelo do objeto de estudo e, ao mesmo tempo, constitui um vínculo intermediário entre o objeto e o investigador" (BERLIANT, 1996: 96).

O Método Cartográfico de Investigação dispõe de um grande número de técnicas de análise sobre os mapas, com auxílio das quais é possível:

1. estudar a estrutura e morfologia dos fenômenos, considerando sua avaliação morfométrica, quantitativa e estatística; estuda-se a dinâmica e o desenvolvimento dos fenômenos;
2. realizar a avaliação da situação ambiental, socioeconômica e geocológica;
3. definir as condições geotécnicas e avaliações de engenharia com fins de determinação das possibilidades de exploração do território;
4. efetuar a construção de cenários de prognóstico e de previsão;
5. determinar as medidas de mitigação de riscos ambientais e de otimização da situação ecológica; entre outros...

Os trabalhos, acima referidos, podem ser realizados com auxílio e sobre mapas individuais, ou de uma série de mapas temáticos, como também através de uso das séries históricas de mapas. A efetividade do MCI é maior quando utilizado em conjunto com métodos fotogramétricos e de sensoriamento remoto, com a modelagem matemática, estatística, amostragens de campo e métodos das ciências aplicadas (BERLIANT, 1996; MIRSAEV *et al.*, 1988).

De uma maneira geral, diferenciam-se seguintes técnicas de manuseio e análise de dados cartográficos (contidos em um mapa ou adquiridos a partir deste) (BERLIANT, 1978):

- a. descrição** – método de caracterização qualitativa dos objetos do mapa, que permite obter uma idéia geral sobre morfologia e distribuição espacial dos fenômenos representados;
- b. análise geográfica** – diferenciação espacial e temporal da estrutura morfológica e funcional da paisagem, que compreende também a construção sobre os mapas de distintos perfis, cortes, gráficos, diagramas, etc.;

- c. análise grafoanalítica** (cartometria e morfometria), ou a medição, sobre cartas, de coordenadas, comprimentos, ângulos, áreas e perímetros, formas, cálculo de distintos indicadores e coeficientes;
- d. matemática** – criação de modelos matemáticos na base de dados adquiridos do mapa – simulação de comportamento espacial e temporal de fenômenos;
- e. estatística** – estuda os conjuntos estatísticos de objetos e fenômenos espaciais e temporais, que têm distribuição em massa ou cognitiva, assim como das superfícies estatísticas por eles formados sobre o mapa;
- f. análise segundo a teoria da informação¹** – para avaliação da homogeneidade de fenômenos representados no mapa e para definição do grau da integração entre os diversos fenômenos.

Com o desenvolvimento e automação de técnicas de execução de mapas, evoluem também os métodos de análise científica através do emprego de mapas. Segundo o nível de automação de procedimentos de análise, mais exatamente, segundo as técnicas de levantamento e transformação de informações sobre os mapas, distinguem-se (BERLIANT, 1996):

- análise visual;
- análise instrumental;
- análise semi-automática;
- análise automática ou digital.

As referidas técnicas podem ser aplicadas sobre um mapa sem transformação e recomposição deste, ou, ainda, sobre uma série de mapas – análise complexa do conjunto de imagens ou a análise topológica, que leva à geração de produtos gráficos complementares e a outros mapas. O processo de conhecimento da realidade através do Método Cartográfico de Investigação passa por quatro etapas (Figura 6) (RUDENKO, 1984):

1. conhecimento da realidade através da coleta de dados e informações e seu processamento específico para cartografia;
2. compilação objetiva de mapas, como modelos simbólicos e abstratos da realidade;

¹ A **Teoria da informação** é um ramo da teoria da probabilidade e da matemática estatística que lida com sistemas de comunicação, transmissão de dados, criptografia, codificação, teoria do ruído, correção de erros, compressão de dados, etc. Ela não deve ser confundida com tecnologia da informação e biblioteconomia. Claude E. Shannon (1916-2001) é conhecido como "o pai da teoria da informação". Sua teoria foi a primeira a considerar a comunicação como um problema matemático rigorosamente embasado na estatística e deu aos engenheiros da comunicação um modo de determinar a capacidade de um canal de comunicação em termos de ocorrência de bits.

3. leitura e absorção de mapas com emprego de técnicas conhecidas como método cartográfico de investigação, propriamente dito, que consiste no emprego dos mapas preexistentes e criados para aquisição de conhecimentos sobre a realidade espacial com auxílio de diversos métodos de análise e síntese da informação;
4. interpretação da informação adquirida a partir dos mapas para formação de idéias objetivas sobre os fenômenos do mundo real.

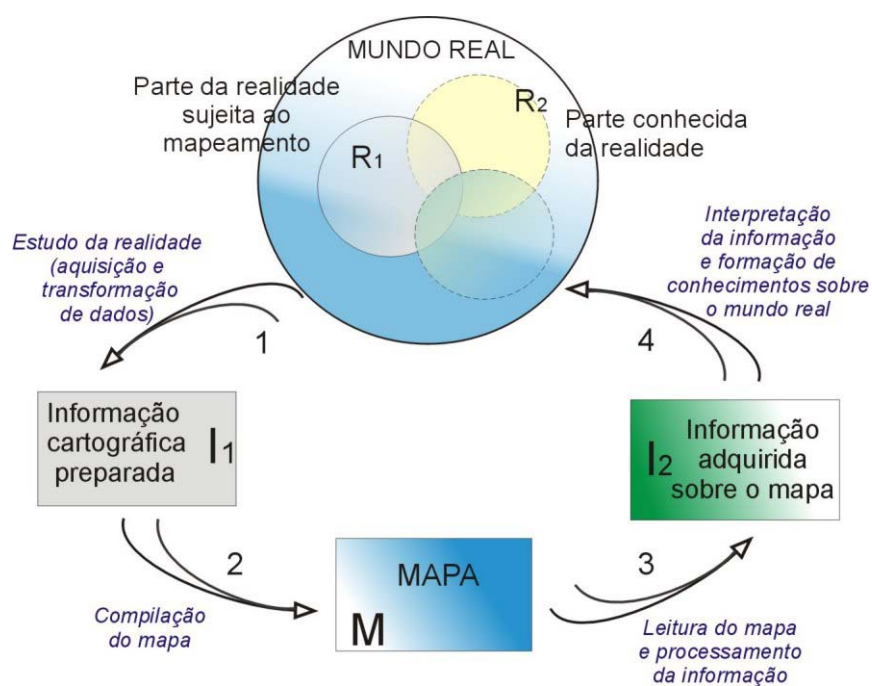


FIGURA 6 - Conhecimento da realidade através do Método Cartográfico de Investigação (Fonte: Rudenko, 1984:14)

O ciclo de comunicação e investigação cartográfica se fecha com o aumento quantitativo da parte conhecida da realidade, que será novamente reproduzida através de modelos cartográficos desta.

3.2.2 Método cartográfico de investigação e planejamento territorial

Independentemente das finalidades práticas da pesquisa, MCI destina-se à revelação das regularidades da distribuição, da estrutura territorial, da morfologia, das interligações e modificações no tempo dos fenômenos naturais e sociais com auxílio do modelo gráfico convencional da realidade (ou um mapa)(MIRSAEV *et al.*,1988).

A metodologia de elaboração e de análise dos modelos cartográficos prevê a utilização de técnicas cartométricas simples (de medição), como também da transformação matemática e estatística elementar dos resultados destas medições. A escolha precisa de técnicas de análise depende das finalidades do estudo ou, também, da orientação temática e da abrangência espacial das investigações.

È indiscutível, que na era de uma nova concepção da **visualização científica**, o mapa, como um modelo georreferenciado, assume um lugar supremo, exercendo as funções não só de visualização e comunicação, como também funções ideológicas, cognitivas e de suporte à decisão (MACEACHREN & KRAAK, 2002; DIBIASE 1990).

Interpretando o espaço tridimensional de uso de mapas, os autores enfatizam a visualização como complemento da comunicação, os usuários (que evoluem de públicos à privados), objetivos de uso (de revelação do desconhecido até conhecimentos presentes), e o grau de interatividade para com mapas ou ambiente mapeado (de alta à baixa) (Figura 7). Todos os usos dos mapas envolvem tanto a *visualização* (compreendida no sentido estrito como percepção visual e construção do conhecimento), quanto à *comunicação* (ou transferência de informações). Porém, a relação proporcional entre ambas difere consideravelmente em função dos objetivos de uso (exploração, análise, síntese ou representação) e da esfera de atividades (públicas ou privadas, com alto ou baixo grau de interatividade) (MACEACHREN & KRAAK, 2002).

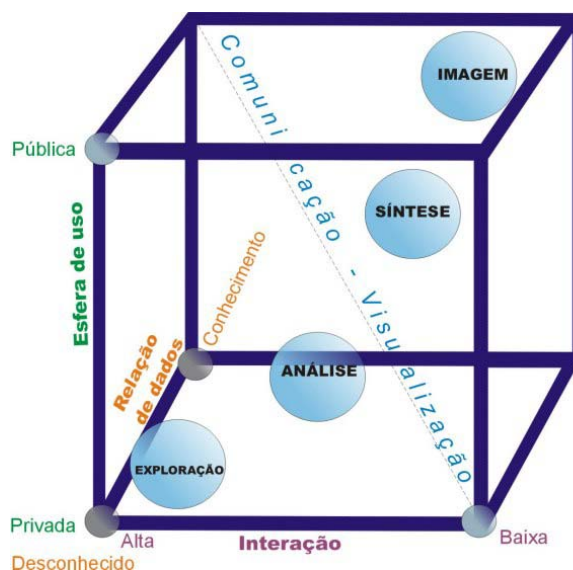


FIGURA 7 - Espaço cartográfico tridimensional (adaptado com modificações de MACEACHREN & KRAAK, 2002)

O MCI, deste modo é parte indivisível desse espaço tridimensional do conhecimento cartográfico de realidade. Assim, em suas aplicações na prática de planejamento, implica na aquisição do conhecimento cartográfico dos fenômenos espaciais no âmbito dos sistemas de monitoramento e controle das condições ambientais, e possibilita a realização (MIRSAEV *et al.*, 1988; RUDENKO, 1984):

1. do inventário das fontes de poluição e dos objetos impactos ambientais;
2. da avaliação dos vínculos espaciais entre os objetos de planejamento;
3. da avaliação da proporcionalidade e revelação das desproporções na distribuição da economia;
4. da análise de impactos ambientais;
5. da definição das condicionantes e restrições ambientais para desenvolvimento;
6. do estudo da dinâmica do desenvolvimento da paisagem e das suas tendências através de uma série histórica de cartas;
7. da determinação dos indicadores, refletindo as condições morfológicas das unidades naturais da paisagem;

8. revelação da forma e importância de determinados tipos de uso do solo;
9. definição de indicadores ecológicos, como resultado da distribuição e interligação das fontes e dos objetos da ação antrópica, da sua dinâmica da sua interligação no tempo;
10. elaboração dos mapas de inventários, os específicos, os de avaliação, os de cenário (recomendações) e os de prognósticos (hipotéticos).

Apesar do enorme potencial do MCI para estudos de planejamento e gestão territorial, o seu uso real é muito limitado. Como foi abordado anteriormente, vários fatores contribuem para isso no âmbito da realidade nacional. A presente pesquisa se baseia na aplicação do MCI e suas distintas técnicas no estudo dos impactos e na análise ambiental sistêmica, estruturando uma proposta metodológica, que viabiliza o emprego mais amplo do referido método.

3.3 CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA COMO PARTE DO SISTEMA DA CARTOGRAFIA AMBIENTAL E SEU POTENCIAL CIENTÍFICO

3.3.1 Sistematização conceitual da cartografia ambiental

A cartografia ambiental representa uma das disciplinas do mapeamento temático que mais evoluíram em termos conceituais e metodológicos nos últimos 20 anos. Emerge como disciplina científica no final do século XIX, incentivada pela demanda de informação complexa sobre os recursos naturais do território. Apesar de serem conhecidas diversas experiências anteriores de mapeamento de alguns recursos naturais do território europeu desde épocas medievais¹, a evolução conceitual da cartografia ambiental e sua diversificação metodológica estão diretamente ligadas ao desenvolvimento da consciência ecológica da Humanidade, à transformação paulatina do conceito de recursos naturais e de qualidade de vida, assim como ao surgimento de novos paradigmas de gestão territorial. Por outro lado, a integração maior da ciência em aplicações práticas se deve à evolução tecnológica e ao surgimento de novos meios de investigação científica e de produção cartográfica (como, por exemplo, o sensoriamento

¹ Segundo alguns autores, a cartografia ambiental é tão antiga quanto a cartografia temática, visto que a grande parte de representações cartográficas temáticas mais remotas contém, sem dúvida, interesse ambiental ou de recursos naturais.

remoto e os sistemas de informação geográfica), assim como ao aumento crescente da demanda de informação ambiental para o planejamento regional.

Com base no conceito de meio ambiente¹, a Cartografia Ambiental pode ser definida como a ciência de representação gráfica do espaço geográfico, que busca sua visão sinóptica, global e completa, estruturando seus elementos físicos e humanos com base nos vínculos e interrelações que o levam a um funcionamento harmônico (ALONSO, 2002). Esta definição maximalista leva-nos à conclusão que um mapa ambiental deve representar o meio ambiente ou aspectos deste a partir de uma integração parcial ou total (o que, sem dúvida, é uma utopia) de variáveis correspondentes aos componentes que contém, em busca de uma representação mais fidedigna possível (*idem*).

Ora, por admitirmos esta definição, aceitamos que, do ponto de vista da sistematização conceitual, a cartografia ambiental pode ser dividida em dois subsistemas: cartografia ambiental integrada (que busca a integração e síntese de componentes ambientais, ainda que seja parcialmente) e cartografia ambiental setorial (que visa a representação separada dos componentes, fatores e processos ambientais, assim como integração parcial de algumas das suas variáveis) (ALONSO, 2002).

Em outras palavras e do ponto de vista da aplicação prática da **cartografia ambiental**, podemos dizer que esta representa uma **parte da cartografia temática, que envolve mapeamento de variáveis e indicadores ambientais de desenvolvimento socioeconômico, da qualidade de vida humana e de condições ecológicas da flora e fauna na sua visão setorial e sistêmica, ou integrada** (definição do autor). Assim sendo, esta:

- (1) compreende o desenvolvimento da teoria e de métodos de representação gráfica dos objetos e fenômenos ambientais;
- (2) constitui um complexo sistema de métodos de investigação e representação da distribuição espacial de variáveis e indicadores ambientais;
- (3) compreende uma estrutura temática hierárquica, concebida segundo os princípios genético e sistêmico dos fenômenos representados, que tende a uma constante diversificação na medida da evolução da demanda informativa no âmbito da ciência e gestão territorial.

¹ Ver glossário

É fácil de compreender, que cartografia ambiental envolve um universo muito grande de fenômenos, que, a princípio, podem ser divididos (segundo critério genético) entre os sócio-ambientais¹ – os que são de origem social, demográfica, econômica, etc. – e os geoambientais – originados por condições e processos naturais e antropo-naturais e que configuram processos de formação dos geossistemas (Figura 8).

A Figura 8 representa uma esquematização do sistema de cartografia ambiental, onde são parcialmente evidenciados os principais vínculos funcionais e temáticos no âmbito dos fluxos informativos e de geração de variáveis e indicadores. Sem dúvida, a complexidade deste sistema é muito maior do que o representado. Este, portanto, representa uma primeira aproximação com o objetivo de situar a cartografia geocológica, objeto deste trabalho, no contexto de seus vínculos temáticos e funcionais num sistema de cartografia ambiental.

Compreendemos que a cartografia geocológica faz parte do subsistema da cartografia geoambiental, definida como um método de investigação que compreende a coleta, armazenamento, análise e representação de dados de todo universo de variáveis geoambientais, incluindo os recursos naturais e antrópicos dos geossistemas e outros processos e fenômenos ecológicos a estes relacionados (definição do autor). É designada como geoambiental por dar maior ênfase às variáveis físicas e geoespaciais dos geossistemas.

O principal objetivo do mapeamento geoambiental é o de prover a informação sobre as condições e recursos naturais do desenvolvimento do território, isto é, configurar os sistemas territoriais de informação geoambiental (BIGGS & HANSON, 1982:114).

Como mostra a Figura 8, a cartografia geoambiental se divide em dois grandes subsistemas:

- (a) cartografia geoambiental setorial, que se dedica ao mapeamento de condições, processos e fatores ambientais de uso e preservação de geossistemas, segundo critério genético;
- (b) cartografia geocológica, que visa o estudo e mapeamento de condições, fatores e processos de interação entre o homem e a natureza.

¹ Por não representar o objeto desta pesquisa, não abordamos a composição e organização funcional da cartografia sócio-ambiental.

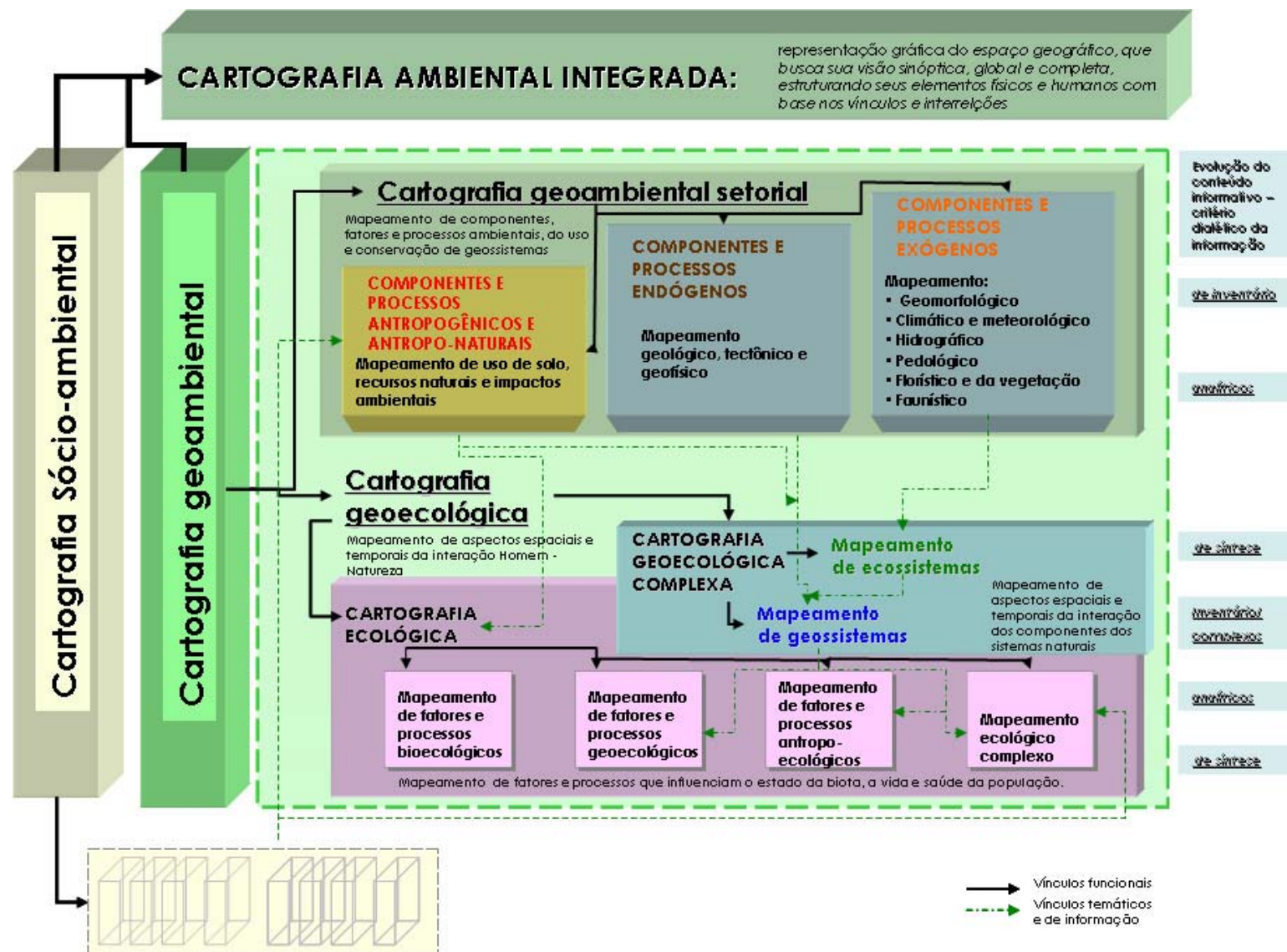


FIGURA 8 - Sistema funcional de mapeamento geoambiental (figura do autor)

A cartografia geoambiental setorial diferencia três grandes grupos temáticos segundo a origem dos principais componentes ambientais, que configuram os sistemas territoriais: (1) mapeamento dos componentes e processos endógenos (compreende essencialmente mapeamento geológico, tectônico e geofísico); (2) mapeamento dos componentes e fatores exógenos (compreende toda a diversidade de métodos de mapeamento geomorfológico, hidrográfico, climático, pedológico e biológico, etc.); (3) mapeamento de processos e componentes antrópicos e antroponaturais (limitado essencialmente ao mapeamento de uso do solo, recursos naturais e de impactos antrópicos). Este tipo de mapeamento é desenvolvido basicamente sem integração de variáveis e indicadores e, por isso, se designa como setorial. Os mapas geoambientais desta natureza são essencialmente mapas de inventário e avaliações, segundo a sua natureza dialética.

A visão sistêmica do território impõe a necessidade de análise dos processos de interação entre os principais componentes ambientais do território, e, por consequência, do mapeamento dos fenômenos e processos que caracterizam o estado atual dos componentes naturais (estado ou situação geocológica), que influenciam a qualidade de vida humana e o bem-estar de organismos vivos (biota). Diferencia-se assim, no seio da cartografia geoambiental, a cartografia geocológica, que compreende a cartografia geocológica complexa (mapeamento dos sistemas territoriais ou geossistemas resultantes da interação dos componentes ambientais), e mapeamento ecológico propriamente dito, que compreende o mapeamento de condições e fatores que influenciam a vida e saúde da biota e dos seres humanos.

O principal objetivo do mapeamento geocológico é prover a visão espacial de fenômenos, variáveis e indicadores ecológicos, que determinam o estado dos ecossistemas e/ou geossistemas (visão integrada e complexa), saúde humana e animal. Os mapas geocológicos, portanto, visam a integração de variáveis e indicadores, e são produtos cartográficos complexos e integrados de análise e de síntese.

O sistema de mapeamento geoambiental, como o representamos, constitui um sistema hierárquico, complexo e aberto. As unidades sistêmicas da sua organização funcional compreendem subsistemas, grupos, classes e tipos de mapeamentos, o que em conjunto permite revelar as relações espaciais e as tendências de desenvolvimento de um sistema natural. Desta forma, é possível afirmar que a cartografia geocológica, como parte deste complexo sistema, representa um método de investigação e representação dos sistemas naturais e suas variáveis ecológicas.

3.3.2 Principais problemas conceituais da cartografia geoambiental

Os mapas geoambientais devem ser vistos como modelos cartográficos da realidade, que representam os geossistemas complexos ou suas particularidades, caracterizados pela abundância e complexidade dos objetos imageados. Para que todos os elementos do geossistema ou ainda, para que o estado ecológico de um dos componentes, possam ser representados em um mapa, com toda a coerência e veracidade, é necessário ter em conta algumas das suas propriedades naturais (FELS & MATSON, 1996; GALLANT & HUTCHINSON, 1996; MIRSAEV *et al.*, 1988):

1. todos os elementos naturais dos geossistemas são intercomplementares e intercondicionados, portanto necessitam de uma representação cartográfica conjunta, que evidencia esta interdependência com base nos princípios genético e de homogeneidade;
2. as propriedades dos componentes naturais, que revelam os fatores da sua formação, são diferenciados a partir da leitura do mapa, dependendo da completude e perceptibilidade do modelo cartográfico;
3. o conteúdo de indicadores e objetos ambientais representados varia conforme as particularidades geográficas da região;
4. os componentes, fatores e os elementos naturais formam um universo diversificado; a sua sistemática baseia-se nas classificações taxonômicas e genéticas, que representam objetos de estudo de diversas ciências ambientais (pedologia, climatologia, biologia, etc.) o que impõe a necessidade de estudos interdisciplinares, enquanto uma avaliação ambiental complexa e os mapeamentos geoecológicos;
5. a estrutura espacial morfológica dos geossistemas é única e heterogênea, apesar de certo grau de homogeneidade, que exige a sua diferenciação espacial em táxons de nível territorial distinto (localidades → comarcas → fácies). O processo de mapeamento ambiental compreende um determinado grau de generalização da sua estrutura. Por isso, e antes de tudo, é necessário ter uma idéia clara sobre o conjunto de suas características e propriedades, que devem ser selecionadas e analisadas.

O conteúdo do geossistema deve ser representado de maneira que seja possível o seu mapeamento com técnicas cartográficas.

Em função destas propriedades complexas do objeto de mapeamento, e como qualquer disciplina científica relativamente recente, a cartografia geoambiental apresenta uma série de problemas conceituais e práticos, que constituem alvo de discussões contínuas entre escolas com distintas tendências conceituais. É necessário compreender o caráter transitório e a importância científica destes problemas para identificá-los e neutralizá-los, de certo modo, na realização dos projetos aplicados de mapeamento. Devem ser destacados, entre estes (ALONSO, 2002):

1. o problema de organização de informação ambiental para execução de projetos cartográficos: o estudo de sistemas naturais produz um grande número de dados heterogêneos – organizar, processar para reduzi-los e torná-los exequíveis representa o principal problema da cartografia geoambiental, pois, somente assim, os dados alcançam a qualidade da informação; este problema é solucionado pela aplicação da teoria da informação, que possibilitou a criação dos sistemas de informação ambiental e contribuiu para simplificação e generalização cartográficas, concepção da legenda, etc.
2. a necessidade de interpolar e integrar as variáveis distintas para definição de propriedades específicas de um ou vários objetos de mapeamento representa um problema operacional, que exige a aplicação de modelos formais – matemáticos e estatísticos – e proporcionou a integração da cartografia estatística no contexto da cartografia geoambiental e formalização sistêmica de seus dados;
3. a comensurabilidade e compatibilidade de dados processados em territórios e épocas distintas representa um problema de extrema relevância, sobretudo, do ponto de vista do recobrimento contínuo e para fins de monitoramento ambiental: a consistência espacial e temática dos dados, a possibilidade de definição exata dos limites dos fenômenos e objetos mapeados ainda é bastante convencional para vários grupos temáticos da cartografia geoambiental; por exemplo: os dados geológicos e geomorfológicos/geotécnicos formalizam as unidades de mapeamento com limites convencionais, por limitações óbvias de levantamentos realizados. Portanto, a validade destas informações é parcial e deve ser compreendida como tal, ou superada tecnologicamente, quando há necessidade de diagnósticos precisos;

4. a operacionalidade de classificações taxonômicas¹ em vários dos grupo da cartografia geoambiental setorial é bastante comprometida. Isto se deve: à ausência de homogeneidade destas classificações; à própria ausência de classificações ou à incompatibilidade espacial e temporal das classificações existentes e aplicadas em diversas áreas de um território;
5. os problemas com a compatibilização e diferenciação das unidades de mapeamento são originados por várias razões conceituais e sobretudo pela natureza das informações representadas; envolve, também, as dificuldades encontradas na interpolação e sobreposição de informações distintas:
 - a. por um lado, a diferenciação espacial de unidades taxonômicas dos geossistemas (classificações corológicas) avançou significativamente nos últimos anos, permitindo a setorização espacial de fenômenos e variáveis ambientais e a definição das unidades de mapeamento, com base no princípio de homogeneidade destas variáveis, constituindo a base e fundamento do cadastro geoambiental do território;
 - b. por outro lado, as informações antrópicas e socioeconômicas têm como base mínima de setorização – unidades administrativo-territoriais e setor censitário – principal fonte de dados estatísticos; isto inviabiliza a sua integração simples e/ou a compatibilização para com as unidades geossistêmicas de mapeamento (dados de origem físico-ambiental);
 - c. em diversos grupos temáticos e representações de escala média/pequena são utilizadas as unidades geométricas artificiais de mapeamento – malha regular – freqüentemente condicionadas pelo uso de dados de sensoriamento remoto e sistemas de informação que operam em formato raster ou por tipo e método estatístico de processamento de informações; este tipo de problema com definição de unidades de mapeamento está vinculado à disponibilidade *versus* demanda de dados mais precisos, causando impossibilidade de sua integração às outras unidades de mapeamento de caráter físico ou antrópico;
 - d. um problema semelhante apresentam as unidades de mapeamento definidas através de estimativas por interpolação – isolinhas, etc. – e, áreas homogêneas, definidas por análise multivariada e entrada de matrizes (construção de superfícies estatísticas de fenômenos).

¹ Influenciam tanto a consistência e complexidade de dados mapeados, quanto a acuidade e exatidão das unidades de mapeamento e sua comensurabilidade histórica.

É essencial para neutralização destes problemas conceituais, que na concepção do plano de realização dos mapeamentos geoecológicos se faça uso de um modelo gráfico de composição do geossistema local, que permita uma definição clara e precisa de todas as variáveis e seus vínculos de forma sistêmica (Figura 12).

Deve ser lembrado, ainda, que os mapas geoecológicos representam um meio único de investigação de propagação espacial destes fenômenos, configurando os seus cenários atuais (inventário e avaliação) e de futuro (prognóstico).

É evidente que a diversidade de condições ambientais determinará a variação de parâmetros ambientais estudados. Contudo, a definição das variáveis-chave e elementos de processos constantes deve servir de fundamento para o monitoramento ecológico e como premissa para criação de recobrimento contínuo do território com a informação geoecológica.

3.3.4 As particularidades da cartografia geoecológica

Como vimos antes, a cartografia geoecológica representa parte da cartografia geoambiental e compreende a teoria, métodos e técnicas de representação cartográfica de fenômenos geoecológicos, de funcionamento de geossistemas e de sua interação para com as atividades e vida humanas.

Como disciplina científica recente, ainda é alvo de amplas discussões conceituais, essencialmente a partir dos anos 90 do século passado.

Os mapas geoecológicos constituem um grupo distinto de produtos cartográficos geoambientais que integram as variáveis naturais, ecológicas e socioeconômicas, ou mais exatamente aspectos espacial-temporais da interação entre a natureza e sociedade. Os mapas geoecológicos são mapas que representam a organização e relações entre os elementos mais importantes dos geossistemas de distintos níveis territoriais.

O mapeamento geoecológico, assim, consiste na representação completa e compacta de geo-ou ecossistemas e todas as variáveis ambientais que influenciam o estado da biota, da vida e saúde da população (definição do autor).

Como foi mencionado, anteriormente a integração de todas as variáveis e sua estruturação hierárquica em um mapa é uma tarefa certamente utópica. A multiplicidade de relações sistêmicas não pode ser representada em um único mapa geoecológico, por mais avançadas que

sejam as técnicas de representação. Portanto, o estudo e a representação da situação geocológica de um determinado território exige elaboração de uma série de mapas tematicamente interligados – expondo as variáveis e índices intercomplementares (VINICHENKO, 2000).

Dois grandes grupos devem ser distinguidos no contexto da cartografia geocológica:

- (1) a cartografia geocológica complexa ou integrada, que estuda a representação de ecossistemas e de geossistemas, baseado na concepção sistêmica segundo qual o espaço pode ser dividido em unidades distintas e hierárquicas, caracterizadas por uma particular integração de variáveis ambientais (ALONSO, 2002);
- (2) cartografia ecológica, que busca a representação analítica e sintética das variáveis ambientais que influenciam principalmente a saúde humana e sua qualidade de vida.

Os mapas geocológicos, portanto, na sua essência são complexos e constituem os mapas de análise e síntese.

Os principais objetivos do mapeamento geocológico, além da visão integrada da diferenciação do espaço geográfico, são: a identificação e localização espacial dos fenômenos e processos potencialmente nocivos à saúde humana e às suas condições de vida. O desenvolvimento do mapeamento está vinculado à compreensão do seu objeto de representação – ecologia – relações entre o organismo (sistema) e seu meio ambiente.

O mapeamento geocológico, enquanto um método de investigação científica, percorre por várias etapas na sua realização (ISACHENKO, 1990):

- a) estudo e avaliação do potencial ecológico dos geossistemas;
- b) estudo da ação antrópica e diferenciação de anomalias tecnogênicas do território;
- c) diferenciação das reações da população segundo estado ecológico do geossistema e em função das transformações tecnogênicas;
- d) estudo da estabilidade do geossistema/ecossistema;
- e) prognóstico das situações ecológicas, elaboração de normas ecológicas e vias de otimização ambiental.

A cada etapa de pesquisa corresponde a realização de mapeamentos, que, por sua vez, evoluem paulatinamente, enquanto sua essência dialética, de mapa de inventário e avaliações para os analítico-sintéticos e de prognóstico.

Em termos temáticos, diferenciam-se quatro grandes subgrupos no sistema de mapeamento ecológico (KOCHUROV, 1999):

- (1) mapeamento bioecológico: representação de variáveis ambientais que exercem influência sobre a flora e a fauna, assim como os resultados destas influências;
- (2) mapeamento de processos e fatores geocológicos: representação de variáveis antrópicas e tecnogênicas externas, consideradas modificadoras em potencial da estrutura e da funcionalidade dos geossistemas;
- (3) mapeamento antropocológico: representação da diversidade de condições que influenciam a qualidade de vida humana, e de outros problemas ambientais, centro dos quais constitui o homem;
- (4) mapeamento ecológico complexo: sintetiza os resultados de mapeamentos dos blocos anteriores do ponto de vista antropocêntrico (representação cartográfica de problemas e situações ecológicas).

O desenvolvimento do mapeamento ecológico como método de investigação e sua utilidade prática dependem da criação de uma base geoinformativa fidedigna, que suporte todas as etapas do mapeamento geocológicos. As situações ecológicas representam os fenômenos extremamente dinâmicos, possíveis de serem identificados e avaliados somente a partir de uma base sólida e constantemente atualizada de informações geoambientais.

3.3.5 Tipologia dos mapas geocológicos

Os mapeamentos geoambiental e geocológico foram originalmente vinculados aos objetivos práticos de inventário dos recursos naturais e, posteriormente, à avaliação das condições de desenvolvimento e da qualidade de vida (ver Capítulo 5). Isto é, inicialmente, todos os mapas geoambientais representavam mapas de inventário e de avaliações. Com a evolução do método, obviamente surgiu uma diversificação de produtos, que podem ser classificados de maneiras distintas.

Segundo sua orientação prática, os mapas geoambientais, como um todo, são diferenciados como (MIRSAEV *et al.*, 1988; RUDENKO, 1984):

- (1) de inventários, representando a existência e localização dos objetos e fenômenos;

- (2) de avaliações, que caracterizam os objetos (por exemplo, os recursos naturais) pelo seu potencial para as atividades econômicas;
- (3) de recomendações, refletindo a distribuição das ações de mitigação, otimização ou melhoramentos das situações de risco ambiental;
- (4) de prognósticos, contendo a previsão científica dos fenômenos não existentes ou desconhecidos em tempo presente.

Ao mesmo tempo, segundo o caráter da representação e o critério dialético (grau de análise e de generalização do conteúdo informativo), podem ser considerados como analíticos, complexos ou sintéticos.

Os mapas analíticos refletem indicadores geoambientais (parâmetros qualitativos e quantitativos), obtidos através das técnicas instrumentais *in situ* ou com o auxílio do sensoriamento remoto. Normalmente refletem inventários de parâmetros ambientais. O mapa geoambiental, desta forma, analítico é um mapa que representa a distribuição espacial de indicadores e parâmetros não genéricos ou pós-processados de um fenômeno natural qualquer (por exemplo, o mapa de temperaturas do ar ou mapa de pluviometria) ou somente algumas características específicas do objeto de estudo (por exemplo, mapa de declividades ou dissecação do relevo) (BERLIANT, 1996).

Como regra, os mapas ambientais complexos refletem um conjunto de fenômenos interligados (ou diversas características de um mesmo fenômeno), porém cada um no contexto do seu sistema de indicadores (BERLIANT, 1996). Os mapas complexos são executados com base na teoria de sistemas e diferenciam-se pela intercomplementaridade e concordância de informações, o que garante a possibilidade de estudos complexos do território. Os mapas de avaliação complexa dos recursos do território ou mapas de uso do solo fazem parte deste grupo de produtos cartográficos.

Os mapas sintéticos proporcionam uma visão integral ou sintética do objeto ou fenômeno, através da representação da diferenciação espacial de um índice ou indicador geoambiental ou geológico sintético (produzido através de síntese de distintas variáveis e índices de maior relevância). Com maior frequência representam a regionalização tipológica do território (com base em um conjunto de variáveis físicas e/ou antrópicas, por exemplo, regionalização fisco-geográfica, climática, condições ecológicas, condições de vida, etc.) (BERLIANT, 1996). Assim, os mapas sintéticos representam o imageamento cognitivo da situação geoambiental atual e da evolução da área de estudo. O grau de sua veracidade depende nem tanto da precisão técnica da

sua execução, quanto da probabilidade e fundamentação científica da generalização dos dados do mapeamento analítico. Por regra, os mapas sintéticos constituem o resultado da modelagem matemático-cartográfica da dinâmica do geossistema. Os mapas de cenários, prognósticos e recomendações são considerados mapas sintéticos.

Como observamos anteriormente, o processo de mapeamento geoecológico é um processo complexo, sobretudo devido a complexidade de procedimentos de processamento de informação ambiental, devido à sua natureza frequentemente incerta e volátil. Segundo a natureza dinâmica da informação geoecológica (variáveis relativamente constantes e estáveis) e as aplicações práticas desta no âmbito da gestão territorial, os mapas podem ser diferenciados: em básicos (os que representam indicadores relativamente constantes e fornecem base informativa para produção cartográfica nas etapas seguintes da investigação) e operativos (representam informações dinâmicas, dos fenômenos extremamente instáveis, e fornecem critérios de decisão no âmbito de monitoramento e mitigação de fenômenos ecológicos negativos).

Kochurov (1999) diferencia os mapas geoecológicos, segundo a completude da abrangência de relações e vínculos entre os elementos do geossistema, em: específicos e complexos. E ainda, segundo conteúdo, em: de fatores, de condições, de processos, do estado, de problemas e situações, da organização da preservação e de uso de recursos.

Segundo o autor, os mapas geoecológicos podem ser diferenciados também em função da categoria de usuário final (em função do qual variam a metodologia de concepção e essencialmente os métodos de representação cartográfica): como científicos, científico - investigativos e aplicados (para planejamento).

Devemos lembrar, ainda, que como todos os produtos cartográficos em geral, os mapas geoambientais e geoecológicos podem, também, ser classificados tradicionalmente segundo a escala (pequena, média e grande); segundo o nível hierárquico do território representado (local, regional, global); segundo a unidade territorial de mapeamento (municipal, estadual, nacional, ou geossistema, bacia hidrográfica, área ecológica, de recursos ou antroponatural, etc.) e segundo o modo de representação e armazenamento de informação (analógicos, eletrônicos, digitais).

3.3.6 Mapeamento geocológico e fundamentação ambiental sistêmica dos projetos de desenvolvimento

A importância dos mapas, como modelos espaciais fidedignos do mundo real, que permitem ao pesquisador realizar a análise comparativa temporal-espacial do objeto de planejamento, é de extrema importância, sobretudo quando se trata de compatibilizar distintos planos e projetos, avaliar a sua eficiência e realizar o prognóstico da situação geocológica para um mesmo território regional (STEINITZ, 1993; RUDENKO, 1984). Como justamente sublinha Salishev (1982:33):

“Cartografia permite ao homem reproduzir no seu consciente as imagens hipotéticas do mundo real através de suas representações materiais em forma de mapas geográficos... Estas representações materiais reproduzem o original e refletem as particularidades da realidade, transmitindo, assim, uma informação concreta, adquirida no momento da leitura do mapa sem necessidade de recorrer ao original.”

Esta vantagem dos mapas torna-os indispensáveis no estudo dos sistemas territoriais complexos que representam o objeto do planejamento territorial.

O estudo do território para planejamento e na realização dos EIA é baseado na percepção do território como um sistema complexo. O que corresponde exatamente à abordagem metodológica contemplada pela cartografia geocológica.

O objeto do mapeamento geocológico representa a estrutura tipológica e funcional dos geossistemas locais, considerando toda a complexidade de fenômenos e eventos produzidos pela interação dos seus componentes. Os objetivos científicos e práticos do seu uso no planejamento e estudo de impactos ambientais podem ser resumidos essencialmente (MIRSAEV *et al.*, 1988; RUDENKO, 1984):

- (a) à diferenciação dos parâmetros morfo-genéticos da paisagem;
- (b) ao inventário dos seus recursos e da sua capacidade suporte;
- (c) à reflexão a degradação dos componentes naturais provocada pela atividade humana;
- (d) à diferenciação da estrutura funcional das suas unidades (subsistemas);
- (e) à fundamentação científica da escolha de planos ou variantes de projetos de desenvolvimento;

(h) à representação espacial da mitigação de impactos e dos resultados positivos da intervenção humana para a melhoria e reprodução dos recursos.

A realização plena e complexa destes objetivos depende da organização metodológica dos trabalhos e das técnicas aplicadas, que devem garantir a visão mais próxima possível à realidade dos componentes dos geossistemas e, principalmente, dos vínculos entre estes em cada caso particular.

Para que o mapeamento geológico aplicado ao planejamento se torne sistemático e complexo, é indispensável que se padronize a estrutura temática de projetos de mapeamento no que diz respeito à uma série típica de mapas principais. Esta é uma das condições *sine qua non* para que os “pequenos retalhos” se unam em “mantos” e, assim, façam parte de um fluxo comum de informação geoambiental.

Considerando que a informação ambiental gerada no âmbito do planejamento territorial e do EIA servirá de fonte para recobrimentos de escala menor, esta deve ser compatível, no que diz respeito à metodologia de sua aquisição e aos formatos de representação, tanto para com os levantamentos anteriores, quanto para com os mapas do mesmo nível territorial, para que seja possível a conexão e recobrimento contíguo do espaço regional.

Em termos estritamente cartográficos, a observação anterior significa que os mapeamentos temáticos devem ser gerados sobre os mesmos mapas-base recomendados pelos órgãos oficiais, devendo obedecer às normas e metodologias comuns de coleta e processamento de dados, da edição cartográfica digital e de distribuição e interoperacionalização¹ de dados.

As condições acima mencionados envolvem diretamente a revisão metodológica de mapeamentos realizados no âmbito dos diagnósticos ambientais aplicados ao planejamento e ao EIA. Internacionalmente (EUA, Canadá, Comunidade Européia), as normas cartográficas e as atas normativas que acompanham os mecanismos jurídicos do EIA, definem e padronizam o mínimo necessário de materiais cartográficos que devem ser inseridos no RIMA para cada tipo de empreendimento. Contudo, ainda se está longe de uma padronização da estrutura temática de projetos de mapeamento, principal razão de vários problemas de consistência científica dos respectivos estudos.

¹ O conceito de interoperacionalização compreende a compatibilização de formatos de arquivos gráficos digitais e sua semiologia para superação dos problemas de converção e transferência de dados de um sistema para outro.

Os relatórios de impacto ambiental e os planos nacionais de desenvolvimento municipal ou regional têm suporte cartográfico temático, na maioria das vezes, bastante precário (pouco criativo e fora dos padrões cartográficos). Os produtos cartográficos gerados em nível nacional para além de várias insuficiências normativas e semânticas, são pouco diversificados em termos temáticos. Isto é, normalmente se limitam a poucos mapas de inventário geoambiental e alguns analíticos (como aptidão de uso e etc.). Os mapas geoecológicos e de prognósticos propriamente ditos, estão completamente ausentes na maioria dos RIMA nacionais. A ausência total de normatização metodológica, no que diz respeito ao suporte cartográfico obrigatório dos EIA/RIMA, resulta na impossibilidade total de comparação e comensuração de fenômenos representados em projetos distintos para um mesmo território. Por esta mesma razão, é impossível o aproveitamento destes mapeamentos para os fins de planejamento municipal, o que seria um procedimento mais adequado e atual, tanto do ponto de vista metodológico, quanto do ponto de vista administrativo-financeiro.

Nesse contexto, pode ser levantada, também, a questão de confiabilidade dos próprios EIA, já que os estudos com suporte cartográfico neste estado (lembrando sempre que o mapeamento não é uma simples figura ilustrativa, mas sim um método de investigação espacial) não representam nem uma segurança a respeito do prognóstico de propagação espacial de impactos prováveis e possíveis. E, por consequência, não garantem a eficiência absoluta das medidas mitigadoras propostas.

Este trabalho estabelece, entre seus objetivos, a análise das questões relacionadas com planejamento territorial e cadastro geoambiental, buscando gerar suporte metodológico que auxilie na padronização da produção cartográfica no âmbito do EIA/RIMA e do mapeamento regional, criando os pressupostos, não só para melhor avaliação qualitativa destes produtos, quando do licenciamento prévio, como também seu uso científico na qualidade de método de previsão de impactos ambientais.

3.4 FONTES DE DADOS E PRINCIPAIS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO GEOECOLÓGICO

Um dos principais objetivos do mapeamento geoecológico é o estudo dos objetos e processos de natureza geográfica, ambiental e ecológica, dos quais condicionam a vida e atividades humanas. A realização deste objetivo é impossível sem execução de três procedimentos essenciais:

- o processamento da informação existente e a coleta de dados novos necessários para realização dos objetivos do projeto de mapeamento;
- a análise e processamento de toda informação requerida segundo uma metodologia única;
- a construção dos modelos cartográficos com base na informação processada.

Nesta seqüência de procedimentos a coleta de informações e a estruturação adequada de dados para mapeamento temático adquirem um lugar de extrema importância: a preparação e planejamento informativo do projeto definem os métodos de processamento e a efetividade do uso, assim como as qualidades e propriedades finais dos produtos cartográficos gerados.

Este capítulo trata de definir e diferenciar os conceitos de dados e de informação geoambiental, assim como caracterizar as suas principais fontes.

3.4.1 Fontes de dados

3.4.1.1 Dados e informação

De uma maneira geral os conceitos de *dados* e de *informação* são definidos (BERLIANT, 1996):

DADOS (*lat. datum, pl. data*) – (1) Fatos registrados, descrições do mundo real ou idéias, que estão suficientemente completos para serem formulados e registrados com precisão. (2) Informação em formato lógico apropriado para transformação e para processamento em meios de automação com possível auxílio do homem; os fatos, os conceitos e comandos, que estão em formato adequado para que possam ser processados manualmente ou automaticamente.

Os dados sobre objetos espaciais, os que estão subsidiados de indicações da sua localização (coordenadas) no espaço (geográfico ou astral) – atributos de posicionamento, designam-se como espaciais.

INFORMAÇÃO (*information*) – (1) Conjunto de noções sobre dados reais e das inter-relações entre os mesmos; são os fatos que representam o objeto de alguma operação: *transmissão, distribuição, transformação, armazenagem* ou diretamente da utilização; são os dados relevantes ao usuário. (2) Em técnica computacional: conteúdo que se atribui aos dados pela concordância que os abrange; dados destinados à automação, transformados em meios computacionais e expedidos para o usuário.

Torna-se evidente a distinção entre dois conceitos, assim como a relação lógica entre ambos: a existência e o grau de eficiência da informação, como um campo de conhecimentos, direta e indiretamente dependem da disponibilidade de dados, que possam originar a respectiva informação após de uma seqüência de procedimentos de sua organização e processamento com auxílio de distintos meios tecnológicos. Com isso, é importante observar que quanto mais eficiente é a organização de dados e informações e mais aperfeiçoada é a metodologia de sua interpretação e os meios tecnológicos do processamento, mais fidedigno, produtivo e eficiente será o resultado do processo, ou então a informação gerada.

A informação representa atualmente um objeto de produção social. O domínio da informação territorial representa não somente fonte de poder, como também a fonte de rendimentos diretos e indiretos. Esta produção está associada ao desenvolvimento tecnológico galopante, pois a noção de dados e de informações está indivisivelmente ligada ao campo científico da informática – ciência que investiga leis e métodos de automação no processamento, gestão e armazenagem de dados de distinta natureza (KOSHKAREV& KARAKIN, 1987).

A evolução e acessibilidade da computação e outras mídias, que excedem os limites analógicos tradicionais de representação e armazenamento de dados e informações, assim como sua manipulação mais ágil e efetiva, quanto à tomada de decisões, resultaram no surgimento de campos científicos específicos, aplicados ao processamento de dados e informações espaciais (mais freqüentemente chamados de geográficos), assim como *geomática e geoinformática*.

A **geomática** (ingl.- *geomatics*) constitui: (1) – *um sistema de tecnologias informativas, da multimídia e dos meios de telecomunicações empregue para transformação de dados, análise de geossistemas e para automação cartográfica;* (2) – *termo utilizado como sinônimo de geoinformações ou cartografia geoinformativa* (ICC, 1999; BERLIANT, 1996).

Por outro lado, a **geoinformática** (ingl.- *GIS-technology, geoinformatic*) constitui a parte integrante (por vários e unidos pontos de vista) da geomática, e representa *a ciência, tecnologia e atividade produtiva de fundamentação científica, projeção, criação, exploração e utilização dos sistemas de informação geográfica (SIG); representa as atividades da realização das tecnologias geoinformativas ou GIS-tecnologias e suas aplicações com objetivos práticos ou geocientíficos (idem).*

A evolução rápida e popularização destas novas disciplinas científicas e tecnologias demonstra claramente a importância dos dados espaciais, e entre estes dos ambientais, adquirida nas últimas décadas no âmbito da gestão territorial. Sobretudo, a necessidade da organização adequada (teoria de informação) destes dados e automação do seu processamento, assim como a importância da automação cartográfica.

3.4.1.2 Objeto de investigação e a natureza da informação geocológica

O conceito de informação é tratado pela maioria de autores como um conjunto de dados, que determina o grau de nossos conhecimentos sobre o objeto estudado. A aquisição da informação depende da análise de dados, transformação de seus parâmetros quantitativos e qualitativos¹. Isto é, somente a organização de dados permite vê-los como uma determinada informação sobre o objeto. Por outro lado, as propriedades desta organização dependem do caráter do próprio objeto de investigação.

Os objetos das investigações geocológicas variam significativamente em função dos propósitos da pesquisa: desde a **geosfera** (compreendida como o conjunto de todas as paisagens sobre a superfície terrestre, naturais, antrópicos, industriais, urbanizados, etc..) até as **formações geossistêmicas** de ordem inferior (*geofácies*²) e os processos que envolvem sua formação e desenvolvimento.

Assim, no que diz respeito aos projetos de mapeamento temático, os *objetos de estudos geoambientais são definidos como formações geográficas, naturais ou antrópicas,*

¹ O mapeamento temático faz parte integrante ou as vezes dominante deste processo, e por consequência gera a informação geoambiental propriamente dita.

² A **fície** é uma unidade geossistêmica mais elementar, menor e geograficamente indivisível. É a parte da superfície terrestre, cujos limites conservam uma situação similar, com mesma litologia, mesmo microclima, com condições similares de umedecimento e de cobertura pedológica e uma única fitocenose. O indicador principal das fácies é a homogeneidade do tipo de condições ecológicas. Utilizam como sinônimos do termo fácies, ainda que muito menos freqüentes na literatura internacional, os seguintes: paisagem elementar, micropaisagem, epimorfa, geotopo, ecotopo, *land facet*.

caracterizados por uma posição geográfica concreta sobre superfície terrestre, por uma participação na formação e transformação da paisagem e pela possibilidade da sua representação cartográfica (KOSHKAREV& KARAKIN, 1987).

A informação a respeito de objetos de estudo geocológicos, ou informação geocológica, pressupõe, desta maneira, o conhecimento não só de uma localização espacial do objeto e suas propriedades básicas, mas o seu lugar na hierarquia do geossistema, também. Isto é, o seu lugar no contexto da hierarquia de processos de desenvolvimento (considerando as leis, regularidades e fatores do mesmo), estado e interação. Portanto, é importante saber diferenciar as informações geocológicas dos dados a respeito dos elementos e variáveis da pesquisa (Figura 9).

Definindo quatro facetas fundamentais dos objetos de investigação (Figura 9: I-IV), KOSHKAREV&KARAKIN (1987) definem como pré-geocológicos os dados básicos sobre os componentes da paisagem e sobre a formação das suas unidades elementares, sendo que estes não refletem os conhecimentos sobre as regularidades do funcionamento e existência da paisagem como um sistema.

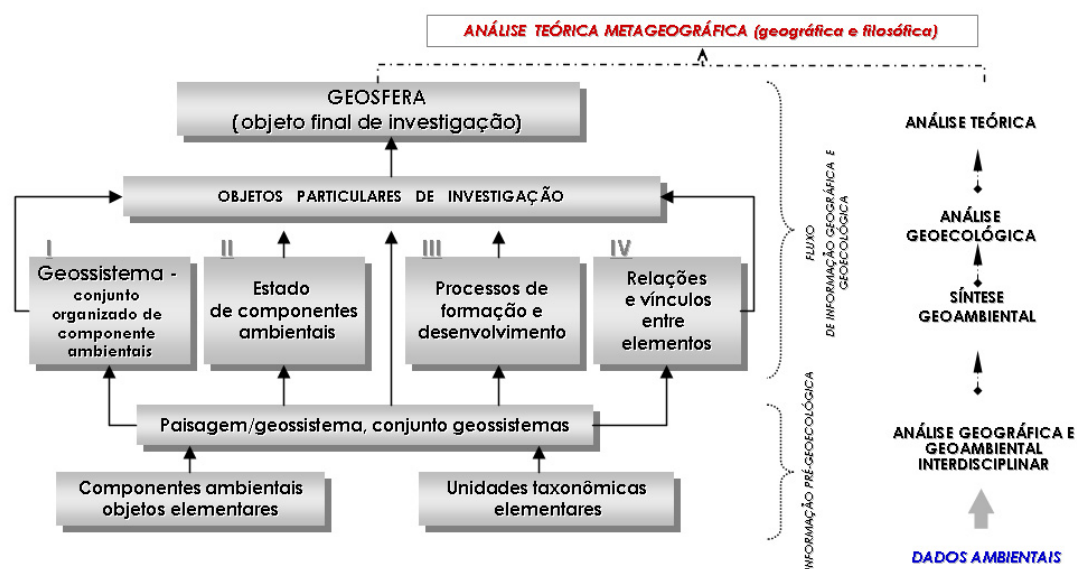


FIGURA 9 - Estrutura da informação geográfica e geocológica segundo objeto de estudo e nível de processamento (adaptado com modificações de Koshkarev&Karakin, 1987)

O esquema reflete que na medida de aquisição e processamento de dados, ou construção de um conhecimento geoambiental sobre os objetos de estudo, com aumento da profundidade de transformação de dados, o grau de “*geoecologismo*” da informação também aumenta. Com isso, torna-se óbvio que em nível conceitual o “*geografismo*” de dados sobre um elemento da paisagem ou um ponto amostral é incomparavelmente inferior ao da informação a respeito de geossistemas e geosfera. Por outro lado, a informação adquire as propriedades de “*geoecologismo*” na medida em que aumenta a profundidade da análise e de transformação de dados iniciais, providos de certas qualidades que permitem estas transformações.

Desta maneira, estabelecendo que os dados iniciais sobre os elementos da paisagem, apesar da sua fundamental importância, não representam informação geocológica propriamente dita¹, podemos (KOSHKAREV&KARAKIN, 1987):

- (1) definir informação geocológica como informação a respeito de objetos investigação geocológica;
- (2) analisar como essência da informação geocológica a representação de vínculos, relações, processos e propriedades de organização de geossistemas de um determinado nível (ou um determinado grau de complexidade);
- (3) definir um limite inferior de complexidade estrutural do objeto de investigação a partir do qual um certo objeto não pode ser visto mais como um objeto de investigação geocológica (que deve sempre compreender vários dos elementos e processos da paisagem...).

Esta posição reflete a função mais importante da análise geocológica na comunicação científica interdisciplinar – restauração da integridade dos geossistemas (síntese), que de uma maneira óbvia se perde no processo de estudos setoriais de elementos da paisagem.

Considerando acima dito, podemos afirmar que ***o de mapeamento temático geocológico representa um processo de geração de informações geocológica sobre o objeto de estudo, ou então um processo de geração de conhecimentos a respeito de fenômenos e processos de sua formação e regularidades do seu funcionamento.*** Como tal, é obrigatoriamente prescindido pela etapa de estudos pré-geográficos e pré-ambientais, quando são coletados e processados os

¹ Este pressuposto permite reduzir significativamente o campo da informação geoambiental focando-o na essência da análise e síntese geográfica, e evitar a sobreposição de competências com disciplinas científicas que abordam componentes e recursos da paisagem e provêm os respectivos dados iniciais, ou os que chamamos pré-geoambientais.

dados potencialmente geoambientais, compreendidos como dados sobre objetos, elementos e formações geoambientais elementares.

3.4.1.3 Principais propriedades da informação geoecológica

A partir da essência da informação geoecológica – reflexão da organização sistêmica dos objetos de investigação e vínculos entre estes – podemos definir uma série de suas propriedades específicas (KOSHKAREV&KARAKIN, 1987):

(1) **territorialidade:**

- (a) por um lado, compreende georreferenciamento dos objetos, sua amarração à um determinado espaço geográfico;
- (b) por outro, representa o objeto no contexto de vínculos espaciais hierárquicos e de organização do geossistema.

A informação geoecológica, como informação sobre o conjunto de elementos do geossistema, revela conhecimentos a respeito de interdependências espaciais entre os elementos da paisagem. Por exemplo: a informação sobre os tipos de floresta e de relevo, conjugada com os conhecimentos das propriedades genéricas da paisagem regional, permite julgar com alto grau de probabilidade sobre o caráter de distribuição de solos e da sua tipologia.

- (2) **valor informativo indeteriorável no tempo:** a informação geoambiental não só não perde o seu valor com tempo (desatualiza), como, pelo contrário, aumenta-o na medida em que os conhecimentos adquiridos tornam-se históricos. A eficiência de diversos prognósticos ambientais e ecológicos depende da extensão da seqüência de observações no tempo. O maior problema, neste contexto, representa a compatibilização das distorções metodológicas no tempo.

- (3) **alta capacidade informativa:** a análise geoecológica tem capacidade de “comprimir” a informação (principalmente quando se trata do mapeamento); concentra e agrega informação em função da escala e objetivos da análise, por unidade espacial e temporal de pesquisa ou representação cartográfica;

- (4) **alta capacidade integrativa:** tem a capacidade de conjugar vários tipos de dados em formulações e imagens comuns, realizar descrições integrais dos objetos; é uma característica de geografismo e contempla a possibilidade de integração de dados de diversas disciplinas científicas (exatas, sociais, econômicas, naturais...).

Todas estas propriedades são estreitamente entrelaçadas e atribuem um valor inestimável aos sistemas de informação ambiental aplicadas ao planejamento territorial, quando a informação geocológica faz parte integrante destes.

3.4.1.4 Tipos de dados e informação geocológica

A exploração efetiva do massivo de dados geoambientais exige uma estruturação tendo em conta vínculos lógicos internos, assim como ligações externas para organização de acesso aos mesmos. Para isso a natureza de dados deve ser analisada do ponto de vista: *condições de aquisição; formas de representação; métodos de uso.*

Toda informação geoambiental atualmente disponível é dividida tradicionalmente em três grupos (BERLIANT, 1996; KOSHKAREV&KARAKIN, 1987):

- (1) *Informação primária:* consiste nos resultados de medições, análise e descrição de amostras, descrições e outros tipos de registros primários, que podem ser submetidos ao processamento quantitativo ou métrico e avaliados do ponto de vista da precisão, sensibilidade e reprodução;
- (2) *Informação secundária:* dados e materiais primários, onde além do registro de fenômenos e particularidades está presente de uma ou de outra maneira um elemento de interpretação, baseado em um paradigma científico, experiência do investigador ou na influência de uma escola científica, etc.;
- (3) *Informação conceitual* – representa resultado do processamento da informação de dois tipos anteriores.

A correlação entre estes três tipos pode ser exemplificada com base na evolução da informação no contexto de mapeamentos geológico e de ecossistemas:

Informação	Mapeamento geológico	Mapeamento de ecossistemas
<i>primária</i>	Carta de pontos de observações, coleta de amostras e registros de observações de rupturas e formas indicativas... etc.	Carta de áreas de análise amostral geobotânica, observações de densidade e estrutura florística.... imagens de sensoriamento remoto
<i>secundária</i>	Mapa geológico	Mapa geobotânico
<i>conceitual</i>	Esquema da estrutura tectônica	Mapa de ecossistemas

As informações secundárias, que ocupam uma posição intermediária entre armazenamento de dados sobre objeto e sua interpretação, é tradicionalmente pré-dominante nas ciências geoambientais (ao contrário das ciências exatas onde as informações conceituais predominam). Esta particularidade de informações geoambientais constitui o principal obstáculo na sua organização em sistemas de informação geográfica, que basicamente foram concebidos, fundamentados nas concepções de dados formais das ciências exatas. A maioria dos sistemas de informação geoambiental formalizadas em SIG ou se caracterizam pela complexidade exagerada da estrutura ou pelo poder restrito de operações. Atualmente o problema se agrava com introdução de sistemas na WEB, onde os dados mal estruturados não “obedecem” as funções de buscadores e tornam-se inacessíveis (BERLIANT, 1996; KOSHKAREV&KARAKIN, 1987).

Toda informação geográfica e ambiental, inclusive geoecológica, requerida no projeto de análise ambiental ou de mapeamento, pode ser diferenciada de várias maneiras segundo critérios independentes:

1. **classificação no sistema de conhecimentos geoambientais** (KOSHKAREV&KARAKIN, 1987):
 - 1.2 informação geográfica geral e ambiental-estrutural;
 - 1.3 Informação geoambiental componencial;
 - 1.4 informação geoecologia geral;
 - 1.5 dados geoquímicos e geofísicos;
2. **grupos de informação segundo a sua natureza:**
 - 2.1. primária;
 - 2.2. secundária;
 - 2.3. conceitual;

3. caráter de representação da informação:

- 3.1. textual (textos e documentos)
- 3.2. digital (registros e imagens dos sensores digitais)
- 3.3. paramétrica (registros de medições)
- 3.4. gráfica e cartográfica (analógica e digital);

4. segundo meios de manipulação e acesso à informação (BERLIANT, 1996):

- 4.1. informação em operadores lógicos ou sistemas de busca e BD de apoio a decisão (por exemplo, SQL-buscadores)
- 4.2. informação disponível em buscadores e catálogos de hipertextos;
- 4.3. informação em meios analógicos.

O massivo de informação deve ser caracterizado e analisado do ponto de vista dos vínculos internos entre diversos tipos de informações para seu aproveitamento efetivo.

Estruturação adequada e eficiente de informações dentro dos projetos, mesmo na sua fase inicial, ocupa um lugar de extrema importância, tanto para viabilização e eficiência do próprio projeto, quanto para seu desenvolvimento e aproveitamento futuro.

3.4.2 Etapas da pesquisa e aquisição de informações

A aquisição de dados, assim como seu processamento, está sempre atrelada às etapas de investigação. Esta relação, porém, não representa uma seqüência lógica simples. Como mostra o Quadro 3, a seguir, a coleta e o processamento de dados constituem um processo complexo e paulatino, que na maioria das vezes se desenvolve em forma de uma espiral ascendente. Desta forma, a coleta e o processamento de dados já mais se restringem às etapas preparativas do projeto, e sim, acontecem durante todo o processo de pesquisa. Portanto, a preocupação com organização de dados e informações coletados e processados no evoluir do projeto deve ser constante. Na maioria de projetos de mapeamento os dados intermediários (os que foram rejeitados, ou ficam em segundo plano depois do processamento) normalmente são extraviados, o que parece inadmissível, principalmente quando se trata do suporte informativo para planejamento territorial. Pois, exatamente o reaver deste tipo de dados faz falta e constitui

obstáculos na hora de organização de monitoramento geoecológico ou atualização de alguns indicadores ou variáveis.

QUADRO 3 - Etapas da investigação geoambiental e coleta de dados (quadro do autor)

Etapas de Investigação		(4) Especificidade de Coleta e/ou Aquisição de Dados
<u>ETAPA PREPARATIVA</u> (3-9 meses)		<ul style="list-style-type: none"> • escolha do objeto de investigação; • definição do problema, formação da hipótese, definição das tarefas da investigação: neste nível realizam-se análises de determinadas fontes bibliográficas, cartográficas e outros documentos; • coleta e organização do material primário; destacam-se as investigações de gabinete: o estudo dos documentos de fontes bibliográficas; do material estatístico e cartográfico; dos materiais das instituições e organizações de investigação científica, de planejamento e gestão;
<u>ETAPA – CAMPO</u> (2-4 meses)		<ul style="list-style-type: none"> • coleta e análise de amostras • imageamento fotográfico • coleta e pré-processamento das informações complementares
<u>ETAPA LABORATORIAL OU DE ELABORAÇÃO DO PROJETO EM GABINETE</u> (até 6 meses)	Processamento de dados e da informação	<p>é a etapa mais importante, que exige a utilização de diversos métodos de processamento;</p> <p>Pode incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • as transformações matemáticas e estatísticas; • análise da informação (comparação, analogia e tipologia); • definição dos objetivos do desenvolvimento do objeto como um sistema (utilização do método sistemático); • realização do modelo através de métodos matemáticos, cartográficos e a regionalização
	Trabalhos do campo complementares (1 semana - 2 meses)	<ul style="list-style-type: none"> • checagens do modelo • esclarecimento de dúvidas e conflitos de dados • aquisição de materiais complementares
	Análise final e pós-processamento de dados	<ul style="list-style-type: none"> • realização do modelo cartográfico final e de BD complementares • processamento e incorporação de dados complementares
<u>A ETAPA FINAL</u>		Etapa da avaliação dos resultados da investigação, a elaboração das recomendações para a prática e as conclusões teóricas.

Em cada etapa de pesquisa se recorre às fontes distintas de dados, entre os quais as fontes de informações prévias/pré-existentes normalmente representam problemas maiores.

Em primeiro lugar, porque muitas vezes são de difícil reconhecimento ou de acesso de dados, são dispersos e pouco confiáveis, porém exatamente deles e da avaliação do potencial dos seus dados dependem não só a idéia geral sobre o objeto de pesquisa, como a completude temática do projeto de mapeamento e seus custos finais, assim como a confiabilidade e exatidão do mesmo. Por isso é tão importante fazer o estudo prévio do sistema de produção de dados geoambientais sobre o objeto de pesquisa ou mapeamento, que inclui as organizações, instituições e outros em nível nacional e que são abordados no Capítulo 4.

Em segundo lugar, os dados coletados em campo para realização de mapeamentos devem ser rigorosamente padronizados do ponto de vista metodológico de coleta e armazenamento, devem ser adquiridos com técnicas modernas, porém amplamente aceitas e a partir de fontes confiáveis, quando se trata de informação cartográfica básica ou de sensoriamento remoto.

Todo tipo de material adquirido, a partir das diversas fontes mencionadas, deve ser avaliado e organizado segundo critérios: sua **abrangência espacial, escalas, resolução, qualidade, forma de existência (analógica ou digital), periodicidade de aquisição, de fornecimento, a sua atualidade e atualização, as condições e os custos de aquisição e transformação em meio digital, a acessibilidade, os formatos de representação, a correspondência às normas e aos padrões** e outras características de metadados.

3.4.3 Principais métodos de levantamento cartográfico geoecológico

3.4.3.1 Levantamentos de campo

Trabalhos ou *Levantamentos de Campo* (LC) fazem parte indispensável das pesquisas geoambientais, independentemente da natureza e objetivos finais de cada projeto em particular.

LC representam realização de trabalhos de coleta de dados e informações a respeito de objetos de investigação “in situ”. Consistem na execução de procedimentos metodológicos específicos e genéricos de descrição amostral objetiva ou geoambiental complexa, recolha de amostras e

provas para processamento e análise laboratorial, aquisição de registros GPS, de instrumentos e sensores de análise dos estados de componentes ambientais, registros fotográficos e de vídeo; e outros tipos de procedimentos especiais, caso seja justificada sua necessidade (definição do autor).

O conteúdo e a estrutura de levantamentos de campo dependem dos objetivos do projeto, especificidade geoambiental e ecológica do território e a escala do projeto.

Em função destes fatores, os LC podem exercer o papel fundamental ou auxiliar na realização da pesquisa e na aquisição de dados para mapeamento temático. Assim, quando o projeto é realizado em escala grande os LC transformam-se em principal fonte de informações para mapeamento. Em projetos de escala média os levantamentos de campo limitam-se à avaliação amostral e fornecem os critérios para avaliação da confiabilidade dos mapas. Nestes casos, os LC ocupam um lugar secundário como fonte de informação, sem diminuir a sua importância no resultado final da pesquisa.

Devido à complexidade de objetos geoambientais os levantamentos de campo são normalmente entregues à competência de uma equipe multidisciplinar. Os LC procedem necessariamente segundo um plano comum de trabalhos, que prevê uma metodologia única de descrição, coleta e de realização de registros diversos.

Os equipamentos e material de uso (filme fotográfico, reagentes, embalagens de amostras, etc.), e métodos de seu emprego devem ser padronizados em todas as etapas para evitar ocorrência de erros grosseiros de registro. A certificação e calibração de equipamentos mais complexos, caso seu uso seja previsto (como alguns equipamentos meteorológicos, ou de análise geoquímica, assim como geodésicos e GPS), é indispensável. Os métodos de uso, estabelecidos pelo fabricante, devem ser rigorosamente obedecidos e devem estar de acordo com normas nacionais de coleta de dados geoambientais *in situ*.

No contexto de levantamentos de campo para mapeamento geoambiental o momento crítico representa as descrições amostrais e registros de dados. Dentro dos procedimentos específicos de levantamentos temáticos (como pedológico, geológico ou geomorfológico) existe padrão preestabelecido de descrição do ponto amostral em campo e de coleta da amostra necessária, o que nivela metodologicamente os respectivos levantamentos e garante a sua comensuração no tempo e no espaço. Isto é permite monitoramento dos fenômenos. Porém, quando se trata de levantamentos geoambientais complexos como, por exemplo, EIA, as descrições ou tornam-se

completamente caóticas; ou se multiplicam por fator de multidisciplinaridade da equipe; ou simplesmente tornam-se inviáveis ou inconsistentes. Estabelecer um padrão comum de procedimentos é essencial tanto para qualidade do trabalho, quanto para economia e eficiência de uso de recursos e de tempo de pesquisa. Também, assume um papel crucial quando se trata de mapeamento operativo (“instantâneo”) de fenômenos críticos e quando se trata de atualização de dados ou mapeamentos.

A especificidade e planejamento de levantamentos de campo no âmbito do mapeamento geoambiental foram descritos com maior profundidade no Capítulo 5.

3.4.3.2 Aplicações do *Global Positioning System* (GPS) em projetos de mapeamento geológico

O emprego da tecnologia GPS¹ na investigação ambiental e, sobretudo, na execução de projetos de mapeamento assumiu rapidamente o lugar de destaque. Atualmente praticamente não existem mais as pesquisas ou trabalhos de mapeamento geoambiental, que não envolvem procedimentos das observações em campo com auxílio de tecnologia GPS. É indispensável sublinhar algumas particularidades do seu uso.

A vantagem da tecnologia de GPS para posicionamento² dos objetos ambientais consiste na sua globalidade, operacionalidade, precisão ótima e a eficiência.

Os métodos de medições por GPS variam e podem ser classificados em função da tecnologia e resultados (Quadro 4).

¹ GPS – *Global Positioning System* – é um sistema (complexo tecnológico) de segunda geração de posicionamento sobre a superfície terrestre por satélite. O seu desenvolvimento decorreu nos anos 70-90, culminando em 1994. Diferenciam três sub-sistemas: controle terrestre (control-segment) – rede de estações terrestres que fornecem aos satélites as coordenadas precisas (efeméridas) e outras informações; constelação de satélites (space-segment) – composta por 24 satélites, guardados de transmissores de frequência-tempo, que transmitem constantemente em frequências L1 e L2, sinais para medições de pseudo-distâncias através de métodos de código e de fase, observações de tempo e outros dados necessários para realização de posicionamento; equipamentos do usuário (user-segment) - equipamentos em posse dos usuários, incluindo as antenas, armazenadores e processadores de dados e observações de posicionamento.

² O posicionamento compreende, assim, a definição de coordenadas do objeto no espaço terrestre tridimensional, referenciado como **WGS-84** (*World Geodetic System* – que fixa os parâmetros astronômicos do globo terrestre e o sistema geocêntrico de coordenadas com início no centro de massas da Terra, X no plano do meridiano Greenwich, Y no plano de equador e Z direcionado ao *CIO - Conventional International Origin*).

QUADRO 4 - Resumo de principais métodos de observação por GPS

(compilado de : Paiva, 2001; Suárez & Quntana, 1999; Fortes, 1994)

MÉTODO	OBSERVAÇÃO	PRECISÃO		Nº DE RECEPTORES	TEMPO DE INICIAÇÃO (min)		APLICAÇÕES
		sem SA ¹	com SA		Pseudodistância	Diferencial	
<i>Estático absoluto</i>	Código C/A e código P (pseudo – distância)	até 10m	até 10m	1	2-3	-	Navegação, mapeamento operativo
<i>Dinâmico absoluto</i>	Código C/A e código P (pseudo – distância)	30m 20m	120m	1	2-3	-	Navegação, reconhecimento
<i>Estático relativo</i>	Portadora L1 Portadora L1 e L2	1-5 m	2ppm 1ppm	2 ou mais	2-3	10-60	Geodesia, engenharia Mapeamento de escala grande
<i>Dinâmico relativo</i>	Portadora L1 Portadora L1 e L2	3-10m	Decím.	ou mais	2-3	10-60	Geodesia (base curta), mapeamento em escala média e grande
<i>Estático rápido e solução de ambigüidade de em tempo real</i>	Portadoras código P em L1 e L2 (sem S.A.); Portadoras código C/A em L1 e correção cruzada de código P (com S.A.);	5-10 mm	±1-2ppm	1-2	2-3	10-30	Monitoramento de fenômenos de risco, mapeamento ecológico operativo, mapeamento em escala média e grande
<i>Relaxação orbital</i>	Portadora L1 e L2	0,01 ppm	-	2 ou mais	-	> 60 min	Fins científicos
<i>Integração orbital</i>	Portadora L1 e L2	0,01 ppm	-	2 ou mais	-	> 60 min	Geodinâmica

¹ Os sinais emitidos pelos satélites são transmitidos através de ondas (portadoras) denominadas L1 e L2, com frequências de 1575,42 MHz (19,05 cm) e 1227,60 MHz (124,45 cm), e moduladas em fase com as portadoras a uma frequência de pulsos, conhecida como código P (Precision code). A fase senoidal da portadora L1 está modulada também com uma sequência de pulsos, denominada código C/A (Coarse/Acquisition code). Devido a frequência mais alta, o código P fornece mais precisão na determinação das coordenadas. Vistos os interesses de defesa nacional o Departamento de Defesa dos EUA (DoD) restringiu o uso do código P somente para fins militares, introduzindo os códigos Y, que é conhecido por "AS" (Anti-Spoofing), e Selective Availability ("S/A"), um erro proposital sobre as mensagens enviadas pelos satélites. A exatidão obtida com a portadora L1 é maior do que a obtida com o código C/A (BLITZKOW,1995),

Código C/A (Curso/Aquisição) o código padrão do GPS - uma sequência 1023 pseudo-aleatória, binária, com modulações de duas fases na portadora e com uma taxa de 1,023 MHz. Também conhecido como "código civil".

Código P o código Preciso ou Protegido. Uma sequência muito longa de modulações bi-fase binárias e pseudo-aleatórias na portadora do GPS com uma taxa de 10,23 MHz que se repete em cerca de 267 dias. Cada segmento de uma semana desse código é única para um dado satélite GPS e é reajustada a cada semana.

As distintas combinações destes métodos proporcionam várias formas de realização de medições. Alguns deles são descartados para aplicações em projetos de mapeamento temático por diversas razões: baixa precisão, demanda excessiva de tempo de observações, impossibilidade de medições em áreas florestais, edificadas ou regiões montanhosas, intolerância ao perda do sinal ou insuficiência de constelação.

Entre os métodos GPS de uso mais freqüente para observações geoambientais se destacam (PAIVA,2001; USDA, 2001; SUÁREZ & QUNTANA, 1999):

Estático absoluto: as coordenadas são obtidas através de procedimentos das pseudodistâncias; as medições são realizadas em tempo real com código S; iniciam em 3 min e têm precisão decamétrica (melhor com a disponibilidade seletiva ativada); para aumentar a precisão no pós-processamento podem ser realizadas as medições adicionais de campo. Adequado para reconhecimento em campo, checagens, mapeamentos em escala média onde as exigências de exatidão temática e geométrica não excedem 15-20 m;

Dinâmico absoluto: deve utilizar o método pseudodistâncias de posicionamento em tempo real com precisão de até 30 m; é utilizado para navegação e mapeamento geocológico operativo em aquatórios e alguns eventos emergências;

Estático relativo: usa método diferencial e conseqüentemente 2 receptores, um com a base no ponto de RGN.; reduz ao mínimo os erros de localização; exige o tempo de observação não inferior à 45 min e chega a precisão de até 1 m (normalmente se admite 2-5 m); no caso de estação se afastar de base somente por alguns km a diferença de fase á medida na ordem de 0,25 m. É essencial para mapeamentos de escala grande, mais amplamente utilizado atualmente;

Dinâmico relativo: usa dois receptores chegando à precisão de 3-10 m (pseudodistâncias) ou de alguns decímetros (diferença de fase), podendo realizar o processamento em tempo real (exige canal digital auxiliar);

Rápido estático: usa um ou dois receptores com correção de diferença de fase em tempo curto; define a linha-base entre dois pontos próximos (nos) da feição em tempo curto com uso possível da segunda freqüência captada; o tempo reduzido de observações deve-se ao uso de receptor de dupla freqüência desenvolvido pela *Leika Geosystem*, que calcula a solução logo que as ambigüidades internas são estabelecida; exatidão espacial em campo chega a 5-10mm±1-2 ppm; é super útil para monitoramento de fenômenos em áreas de risco geoambiental.

A adoção de um método de medições para realização do projeto de mapeamento deve orientar-se aos objetivos, extensão e escala do projeto de mapeamento. Deve ter em conta as normas nacionais de emprego de equipamentos GPS para medições geodésicas e mapeamento, assim como a disponibilidade de equipamentos e suas características. Os trabalhos de levantamento devem ser cuidadosamente planejados antes da sua realização: (1) reconhecer o terreno e demarcar itinerário ou pontos de rastreio no mapa-base; (2) definir a demanda de tempo e de

recursos necessários para coleta de informações; (3) realizar o planejamento de missão no dia anterior aos trabalhos de campo com as ferramentas de software do equipamento, definindo a constelação, PDOP¹ e etc.

No Brasil o órgão que administra as normas e metodologias de emprego do GPS para medições geodésicas e mapeamento é o IBGE, que legisla sobre o assunto desde agosto de 1983. Visto que as observações de GPS são referenciadas ao WGS-84, para seu posterior uso em território nacional devem ser transformadas para o sistema SAD-69 através da metodologia estabelecida na Resolução N°23 de 21 de fevereiro de 1989. Apesar que maioria de software de processamento de observações que acompanham os equipamentos de GPS disponibilizam as opções de transformação automática de um sistema geodésico para outros devem ser tomados alguns cuidados na supervisão destas transformações. Deve ser ressaltado que o GPS fornece resultados de altitude elipsoidal, o que torna obrigatório o emprego do Mapa Geoidal do Brasil, publicado pelo IBGE, para obtenção de altitudes referidas ao geóide (FORTES, 1994). A solução de alguns problemas registrados com discordâncias de coordenadas entre as medições referenciadas ao sistema anterior e ao SAD-1996 devem ser obrigatoriamente registrados em metadados do projeto.

O levantamento de coordenadas dos objetos geoambientais com métodos geodésicos tradicionais é muito trabalhoso e lento. Exige muita experiência de trabalhos de campo do executor e depende da sua capacidade de resolver os problemas geométricos impostos por rugosidade de relevo. Neste sentido, como observamos acima, a tecnologia GPS proporciona mais vantagens operacionais e garante maior confiabilidade de dados (já que reduz ao mínimo o risco de erros grosseiros).

As aplicações mais habituais do GPS na área ambiental, por ocasião associado às outras tecnologias, são:

¹ PDOP - "Diluição de Posição da Precisão". Para obter a exatidão máxima possível, um bom receptor de GPS levará em conta um princípio sutil da geometria - quanto maior o ângulo entre os satélites melhor a medição. **PDOPs em boas condições variam de 4 a 6**. Diluição de precisão o fator multiplicativo que modifica o intervalo de erro. E causado somente pela geometria entre o usuário e o seu conjunto de satélites. Conhecido como DOP ou GDOP.

QUADRO 5 - Aplicações de GPS na área geoambiental

(com base em SUÁREZ & QUNTANA, 1999)

ÁREA	TIPO DE APLICAÇÃO	OBS:
Geodésia e cartografia básica	<ul style="list-style-type: none"> - definição de redes fundamentais e densificação de redes geodésicas; - cálculo de ondulações de geóide; - atualização cartográfica; - levantamentos taqueométricos; - mapeamento topográfico 	
Fotogrametria e sensoriamento remoto	<ul style="list-style-type: none"> - navegação e vôos fotogramétricos; - definição de coordenadas do centro da câmara fotogramétrica no momento da tomada de foto; - definição de coordenadas terrestres para georreferenciamento das imagens na insuficiência de pontos RNG; - correção geométrica e apoio amostral da correção de anomalias da imagem 	
Relevo e solos	<ul style="list-style-type: none"> - mapeamento e monitoramento de formas exógenas dinâmicas (dunas, ravinas, deslizamentos, etc.); - mapeamento operativo de áreas de risco; - mapeamento e controle das formas tecnogénicas (crateras de mineração) e antropogénicas (valas de drenagem); - mapeamento de áreas de exploração mineira; - mapeamento pedológico de grande escala. 	
Hidrografia	<ul style="list-style-type: none"> - levantamento e atualização de rede hidrográfica de 1ª e 2ª ordem; - estudo e análise de evolução da bacia hidrográfica; - levantamentos batimétricos; - levantamento de áreas costeiras; - mapeamento operativo de fenômenos hidrográficos de risco (enchentes, inundações...) 	
Clima e Micro-clima	<ul style="list-style-type: none"> - mapeamento de fenômenos microclimáticos excepcionais; - mapeamento de consequências ambientais de fenômenos meteorológicos relevantes (tornado, ciclones, etc.) 	<i>Associado com uso de imagem de sensor. remoto</i>
Flora e fauna	<ul style="list-style-type: none"> - mapeamento de limites de áreas florestais e itinerários no seu interior; - áreas de preservação e preservação; - mapeamento de incêndios florestais; - mapeamento de controle de pragas; - controle de atividades de exploração florestal; - planejamento de controle e gestão faunística do território; - delimitação de áreas de reflorestamento e plantações; - <i>mapeamento de ecossistemas e apoio à perícia e avaliação de impactos;</i> - <i>distribuição de espécies raras e distribuição de ninhos ou tocas de animais em extinção;</i> - <i>mapeamento de biodiversidade.</i> 	<p><i>(5) Com auxílio e veículos " todo terreno ", motos; sobrevôo com helicóptero. Receptores de pequenos tamanhos.</i></p> <p><i>Com apoio de imagens fotogramétricas</i></p>
Uso de solo	<ul style="list-style-type: none"> - delimitação de áreas de uso; - mapeamento de produção agrícola; - mapeamento de fontes poluidoras; - mapeamento ecológico; - monitoramento de desastres naturais; - mapeamento cadastral e de infra-estruturas (linhas comunicações, de energia e de drenagem); 	Qualidade de água e distribuição de poluentes em aquatérios são mapeados com auxílio de pequenas embarcações
Análise ambiental aplicada	<ul style="list-style-type: none"> - controle da qualidade visual da paisagem; - controle operativo de evolução de áreas críticas; 	Apoiado com imagens de vídeo e fotográficas

Apesar da importância singular do GPS na realização de projetos de levantamento geoambiental, os métodos clássicos não podem ser totalmente descartados. Pois a relação de custo-benefício deve ser sempre previamente avaliada, quando se trata de áreas com baixa densidade de objetos de levantamento ou de detalhe e com necessidade de alta precisão.

Com aumento de áreas de levantamento e da densidade de objetos de mapeamento a tecnologia GPS, sem dúvida é mais vantajosa. Com emprego de métodos combinados devem ser tomados cuidados espaciais na sua integração posterior dos seus resultados.

3.4.3.3 Sensoriamento remoto como fonte de dados para análise e mapeamento geocológico

3.4.3.3.1 *Sensoriamento remoto, características de dados e o potencial de seu uso nas investigações geoambientais.*

O Sensoriamento Remoto compreende a aquisição de informações sobre determinada superfície e objetos nela presentes sem o contato físico com estes. Com outras palavras, o Sensoriamento Remoto é *a aquisição de dados sobre a Terra (ou outros planetas), a partir diversos tipos de portadores de sistemas sensoriais (de navios, de plataformas aéreas e espaciais). Os respectivos sistemas sensoriais compreendem sistemas fotográficos, os televisivo e de radar, os sistemas scanner e laserscanner, os espectrômetros, sistemas acústicos (sonares), magnetômetros, gravímetros e outra técnica e tecnologias, que registram a radiação ou ondas de diversa natureza, próprios ou refletidos dos objetos, ou as características físicas dos campos planetários"* (BERLIANT, 1996).

A definição, por si só, já identifica a diversidade de informações que dados adquiridos por sensoriamento remoto disponibilizam. Todos encontram sua utilidade no campo de pesquisas geoambientais. Contudo, a praticidade e custo-benefício de aquisição, completude e forma de representação de informações condicionaram o uso mais freqüente e popular dos sistemas imageadores.

Existem vários tipos de imageamento baseados nas propriedades específicas de irradiações com diversos comprimentos de onda. Porém, a escolha da fonte de dados deve ser adequada aos objetivos da investigação ou problemas práticos a serem resolvidos no âmbito do projeto de mapeamento.

É importante ressaltar que a realização de análise ambiental ou geográfica para o planejamento, além de imagens ou DSR (dados de sensoriamento remoto), obrigatoriamente envolve uso de dados espaciais de outras fontes – mapas digitais topográficos e temáticos, esquemas de infra-estruturas, BD externos.

Existem diversas classificações de DSR, segundo as suas características básicas, amplamente abordadas em diversas fontes bibliográficas (SABINS, 1997; CAMPBELL, 1996; NOVO, 1993; DRURY, 1990). Sublinhamos somente diferenciações mais importantes:

- (1) Segundo *princípios físicos de aquisição*: ativo ou passivo; podem ser utilizadas ondas eletromagnéticas e as de som¹.
- (2) Os equipamentos podem ser instalados e transportados sobre *vários tipos de plataformas*: *espaciais* (satélites estacionários ou por missão), *aéreas* (aviões, helicópteros, balões...) e *terrestres* (tripé...). Uma plataforma pode comportar vários sensores... As plataformas espaciais diferenciam os tipos de órbita (alta, média e baixa).
- (3) Os DSR podem ser classificados segundo tipos de **resolução** e recobrimento espacial (tamanho da cena).
- (4) Os DSR podem ser classificados segundo **tipos do sensor** (fotográfico, digital...) e o **princípio do seu funcionamento** (foto-efeito, pira-efeito, etc.) e **método de formação da imagem** (varredura espectral, tomada instantânea...), segundo as *características específicas* (regime estéreo; geometria complexa da imagem).

A possibilidade de adquirir uma determinada informação, identificar e interpretar os fenômenos ou objetos relevantes depende, em primeiro lugar, da **resolução** do sensor. Os DSR caracterizam-se por vários tipos de resolução: espacial, espectral, radiométrica e temporal. Sobre a expressão resolução da imagem normalmente compreende-se a resolução espacial.

Resolução espacial caracteriza o tamanho de objetos menores possíveis de serem diferenciados na imagem. Segundo as necessidades práticas podem ser utilizados DSR de resolução baixa (superior a 100 m), de resolução média (de 10 – 100 m) e resolução alta (menos de 10 m). Atualmente os DSR de resolução média representam a principal fonte informativa de estudos

¹ Apesar de quase sempre o SR ser associado com o espectro eletromagnético, em algumas das aplicações (estudos batimétricos) as ondas sonoras são insubstituíveis.

ambientais regionais e para o monitoramento. As imagens de alta resolução, adequados aos estudos de escala maior, com advento de novos sensores e barateamento de seus produtos, adquirem a tendência de uso mais freqüente. Alguns sensores específicos permitem chegar às resoluções excepcionais, como, por exemplo, as imagens radar que permitem identificar a camada do petróleo sobre superfície de águas com a espessura a partir de 50 mkm.

A *resolução espectral* identifica os intervalos do espectro eletromagnético registrados pelo sensor (Figura 10). Para análise ambiental e monitoramento ecológico este é o segundo parâmetro mais importante a ser considerado.

O intervalo mais usado de espectro – é o visível e infravermelho próximo. O intervalo do visível é diferenciado com bastante detalhe (distingue vários intervalos específicos de espectro que permitem análise de objetos específicos). Para aquisição de dados práticos o volume de informação espectral que imageamento integral no visível oferece é excessivo. Caso os objetos de estudo serem previamente conhecidos, podem ser escolhidas algumas bandas específicas, onde os objetos de interesse são representados com detalhamento maior (Apêndice 4). Para maioria de aplicações o imageamento multi-espectral dos sensores LANDSAT (USA), SPOT (França) e REKURS-O (Rússia) fornecem volume necessário de informação.

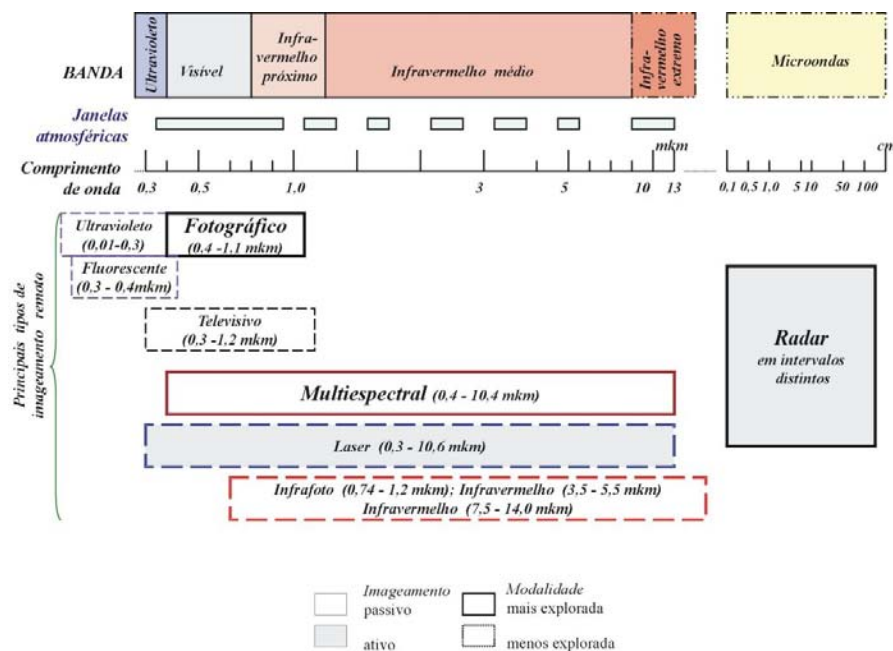


FIGURA 10 - Espectro eletromagnético e principais tipos de sensoriamento remoto (baseado em Petrov (1992))

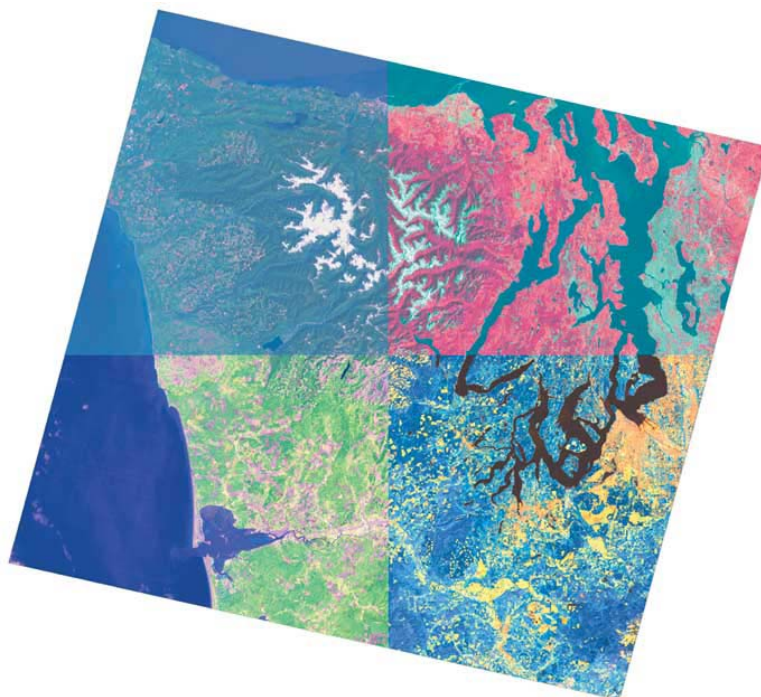


FIGURA 11 - Os segmentos da imagem LANDSAT TM representam distintas combinações de bandas espectrais (Fonte: ANDRIANOV, 1999): *esquerdo superior – visível, e os outros diferentes combinações de visível e infra-vermelho, evidenciando melhor a vegetação, objetos antrópicos e solos.*

As distintas combinações de bandas oferecem vantagens adicionais na aquisição de informações ambientais (Figura 11).

As imagens pancromáticas, normalmente, têm resolução espacial superior à dos multiespectrais e por isso são mais adequadas para os projetos em escalas superiores a 1: 50 000. Contudo, a evolução de sistemas de processamento permite hoje a fusão de bandas (pan- e coloridas) o que melhora a resolução espacial de imagens coloridas, levando à possibilidade do seu uso para mapeamentos temático nas escalas de até 1: 25 000.

As imagens infravermelhas, radar e *laser* têm grande potencial para estudos específicos devido a sua natureza física, porém ainda são pouco acessíveis para usos amplos em grandes extensões territoriais, devido a complexidade de equipamentos, custos e restrições ligadas às questões de segurança nacional. Porém, em algumas situações específicas o seu uso é viabilizado por altos encargos sócio-ambientais, em condições de risco ambiental, pois permitem identificar e às vezes medir com precisão a propagação instantânea de fenômenos e seus efeitos.

A resolução radiométrica consiste na capacidade do sensor distinguir as variações da resposta espectral dos alvos, expressa em número de níveis digitais registrados em função em função do número de dígitos binários (bits) necessários para armazenar o valor máximo de nível de cinza no sistema (do que maior o número de níveis de cinza que o sensor tem capacidade de diferenciar, maior é a resolução radiométrica do sensor). A maioria dos sensores imageadores (exceto os espectrômetros) possuem resolução radiométrica na ordem de 8 bits, ou 256 níveis de cinza. Outros, da geração mais recente, com IKONOS II detêm a capacidade de distinguir 2048 níveis de cinza ou tem resolução radiométrica de 11 bits, o que aumento seu poder de contraste e de discriminação da imagem. Porém, processamento e extração de informação radiométrica deste tipo de imagens ainda apresentam vários problemas tecnológicos, o que impede sua utilização plena e leva freqüentemente ao descarte do aproveitamento do potencial radiométrico da imagem.

Por fim, a resolução temporal, identifica com que freqüência o sensor obtém a imagem mesma área da superfície terrestre. Este parâmetro é extremamente importante para monitoramento de eventos ecológicos críticos. A maioria dos satélites efetua rastreamento com a freqüência de alguns dias, outros de algumas horas. Porém devem ser sempre tomados em conta dois fatores agravantes: (1) a encomenda e entrega de DSR pode levar um tempo bastante significativo; (2) aquisição de imagens e sua disponibilidade dependem das condições meteorológicas da área no momento do imageamento (exceto imagens radar e infravermelho termal), por isso mesmo um sensor que registra a cada 8 ou 14 dias, pode não disponibilizar imagem nenhuma em condições espectrais adequadas durante ano todo para um determinado lugar. *Condição de extrema importância a ser observada ainda na fase de elaboração e planejamento do projeto.*

Tudo acima analisado indica a multiplicidade de parâmetros, que devem ser considerados na escolha do sensor e de tipo de dados requeridos. Estes parâmetros definem-se por objetivos do projeto e disponibilidade de dados e de finanças.

3.4.3.3.2 Aquisição de dados ambientais a partir de DSR

Sensoriamento remoto compreende uma diversidade de métodos de aquisição de imagens em literalmente todos os intervalos do espectro eletromagnético e com mais diversa abrangência espacial, desde hemisfério até uma área de alguns metros quadrados, com isso a resolução espacial da imagem varia desde quilômetros até alguns centímetros.

As imagens adquiridas através das técnicas do sensoriamento remoto representam os modelos da superfície terrestre, que refletem a situação geoambiental real no momento da aquisição da imagem.

As principais vantagens destas imagens como fontes de dados geoambientais, como se sublinha na literatura, são as seguintes:

1. A possibilidade de imageamento complexo da paisagem, incluindo os componentes naturais e antrópicos;
2. A vasta região espectral e a possibilidade da variação de combinações espectrais para os estudos específicos;
3. As possibilidades de composição de mosaicos e as propriedades da abrangência panorâmica de imagens de alguns sistemas (de 10 mil km² até um hemisfério);
4. A variação de escalas e da resolução espacial adequados aos trabalhos de monitoramento ambiental e atualização do Cadastro geoambiental;
5. A periodização do imageamento – de dezenas de minutos até dezenas de anos – que permite a continuidade do processo e a revelação das regularidades da vida das paisagens;
6. A cobertura múltipla e “contínua” da superfície terrestre, como a condição indispensável de monitoramento das áreas. Possibilita a cobertura das áreas inacessíveis pelas vias terrestres ou fluviais;
7. A complementaridade e a possibilidade de fusão das imagens de sensores distintos, o que diminui a vulnerabilidade da qualidade das imagens em função das condições atmosféricas e da sua resolução espacial;
8. A disponibilidade de tecnologias de interpretação e a edição e impressão computadorizada da informação em diversas formas (numérica, gráfica, televisiva, fotográfica, digital, etc.), a compatibilidade de DSR com os parâmetros digitais;
9. A relativa rapidez e facilidade da sua aquisição que inclui as vantagens de ordem econômica comparado com os trabalhos de campo.

QUADRO 6 - Adequação entre a resolução do sensor e a aquisição de dados geoambientais (baseado em CZAPLEVSKI, 2002)

DADOS, INDICADORES E VARIÁVEIS AMBIENTAIS			RESOLUÇÃO DE SENSOR SATÉLITE			ESCALA DA IMAGEM FOTOGRAMÉTRICA		
			baixa	média	alta	pequena	média	grande
VEGETAÇÃO	Diferenciação de áreas por tipologia florestal	Florestal/não florestal	XX	XXX	XXX		XXX	XXX
		Cobertura densa ou rala	X	XX	XXX		XXX	XXX
		Até 5 tipos florestais grosseiros	#	X	XXX		XXX	XXX
		10-15 classes de florestas	#	#	X		XX	XXX
	Condições e estado de áreas florestais	Estado de densidade do substrato ¹	#	XX	XXX		XXX	XXX
		Estágio de desenvolvimento vegetativo ²	#	X	XX		XXX	XXX
	Áreas de desmatamento/corte seletiva	corte total	X	XX	XXX		XXX	XXX
		corte parcial	#	X	XX		XXX	XXX
	Áreas de reflorestamento	Regeneração Sucessão	#	X	XX		XXX	XXX
		Veget. natural Plantações regeneração	#	#	X		XX	XXX
Classes de intensidade de mortalidade (3-5 níveis)		#	X	XX		XXX	XXX	
MORFOMETRIA DA PAISAGEM	Indicadores da dissecação ³		X	XXX	XXX		XX ^A	X ^A
	Tamanho, forma, declividade		#	X	XX		XXX	X ^A
	Métrica de elementos (estradas, corpos de água, etc.)	Objetos grandes	#	X	XXX		XX	X ^A
		Objetos pequenos	#	#	X		XX	X ^A
GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	Deformações da crosta terrestre e evolução dos processos subterrâneos		XXX	XXX	XX		X ^A	X ^A
	Conteúdo físico-químico		XX	XXX	XX		XXX	X ^A
	Condições geológicas regionais, prospecção mineral		#	XXX	XXX		XXX	XX ^A
HIDROGRAFIA	Regime hidrológico dos corpos de água; o mapeamento da rede hidrográfica.		#	XX	XXX		XX ^A	X ^A
	Análise do conteúdo e da distribuição das fontes de águas subterrâneas		#	XX	XX		XXX	XXX ^A
	Análise da poluição dos corpos de água		#	XX ^D	XX		XXX	XXX
	Estudo da vegetação aquática		#	XX ^D	XX		XXX	XXX

QUADRO 7 - Potencial informativo de dados de sensoriamento remoto para os projetos de mapeamento geoambiental (quadro do autor)

ÁREAS DE PESQUISA	OS DADOS OBTIDOS POR MEIO DE SENSORES ORBITAIS E AÉREOS	ESCALAS DE LEVANTAMENTO	REQUERIMENTOS DA IMAGEM	MÉTODOS BÁSICOS DE INTERPRETAÇÃO
GEOLOGIA	Foto-geologia auxilia no entendimento e na revelação das condições geológicas regionais (ou locais), que podem ser deduzidos a partir das imagens aéreas;	1 : 25 000 – 1 : 10 000 - para especificação de pequenas detalhes	para uma melhor análise requer uma imagem estereoscópica vertical	Método de Nove Passos: 1. delimitação do traçado dos cursos fluviais 2. delimitação das bacias e sub-bacias hidrográficas; 3. análise numérico das formas e das redes de drenagem; 4. análise de declividade e das formas do relevo; 5. análise da textura da drenagem 6. análise da tonalidade e textura dos substratos rochosos*; 7. análise da distribuição da falhas, fraturas* 8. análise da rede de afloramentos rochosos*; 9. análise geobotânico*. <i>* últimos quatro somente possíveis com a foto aérea ou com bandas espectrais específicas (vermelho próximo, verde, etc.) das imagens de alta resolução</i>
	É um instrumento eficaz no descobrimento das novas jazidas de minérios e na identificação das dinâmicas geológicas contemporâneas;	1 : 10 000 – 1 : 20 000 - observação pode basear-se na análise de tonalidades, textura, etc..		
	Permitem análise de morfoestruturas; análise e mapeamento do relevo, dinâmica anual do relevo; identificação dos processos naturais e antrópicos que afetam a evolução do relevo... <i>A estereoscopia permite estudar as formas de relevo como um modelo tridimensional do terreno com todos os pormenores;</i>	1:20 000 - 1: 60 000 é preferível para identificação de estruturas médias		
	Permitem definição do conteúdo físico-químico das rochas geológicas;	Escalas variadas com precisão de alguns cm à mm		
	Auxiliam na avaliação de deformações da crosta terrestre e evolução dos processos subterrâneos;			

HIDROLOGIA	As características morfológicas e morfométricas do relevo; o regime hidrológico dos corpos de água; a modelagem do esgoto fluvial; o mapeamento da rede hidrográfica... <i>Muito importante para definição do padrão e da densidade de drenagem</i>	1 : 20 000 e maiores para uma avaliação grosseira da presença da poluição ou vegetação poderão ser utilizadas as imagens de escalas menores	Imagem radar	análise estereoscópica normal ou digital
	Foto-hidrologia permite identificação e análise do conteúdo e da distribuição das fontes de águas subterrâneas		foto vertical adquirida até as 9 da manhã(Sol até 26 sobre o horizonte) superfície de água deve estar lisa para o estudo da poluição ou da vegetação; para análise temporal sempre na mesma estação	
	Estudo da poluição dos corpos de água - principalmente em áreas urbanas e áreas de mineração		fotografias ou imagens falsa - cor (viva - vermelho e roxo ; fundo - preto e azul; algas superiores - tons de rosa)	análise radiométrica em escala muito grande para identificação
	Estudo da vegetação aquática		infravermelho colorido e pancromático	
PEDOLOGIA	A diferenciação espacial dos solos e o seu mapeamento; A definição dos parâmetros físicos dos solos (húmus, mecânica, salinidade, umidade, temperatura, etc.); A avaliação da produtividade e da aptidão dos solos...	1. Filme: pan-menos-azul - diversas cores (amarelo, laranja, vermelho...) aparecem em distintos tons de cinza 2. Infravermelho: muito recomendado, sobre tudo para identificação da umidade; 3. Multi-espectral: permite extração da informação complexa.	Procedimentos de análise: 1. forma da distribuição e feições; 2. tonalidade; 3. textura; 4. estruturas; localização e associação	
AGRICULTURA	A diferenciação das propriedades rurais e das terras lavradas; as áreas em degradação; o calculo da produtividade das colheitas; a produtividade dos pastos; o controle funcional dos sistemas de melhoramento; o mapeamento do desenvolvimento agrícola, o controle das queimadas, secas, inundações, etc.	Uso de scanner fotogramétrico, radar, sensores televisivos...		Processamento analógico e digital da imagem

BIOGEOGRAFIA	A estrutura espacial de biofáceis,	escala em nadir não inferior à 1:5000	Imagens falsa - cor	<p>Reconhecimento das espécies com técnicas de análise mista tonalidade/textura e estereoscopia em escalas grandes; em substratos heterogêneos foto colorida ou falsa-cor são indispensáveis</p> <p><i>Principais indicadores de diferenciação:</i> textura (grossa à fina); forma e densidade do dossel e coroa; cor e tonalidade da folhagem;</p> <p>Estereoscopia auxilia na diferenciação do porte (altura do substrato); <i>as sombras individuais auxiliam na identificação das árvores</i></p> <p>Processamento digital de imagem</p> <p>As fotografias devem ser tiradas em épocas de densidade máxima e florescimento da vegetação – meados do verão – essencial em séries temporais e para monitoramento</p>
	Investigações médico - geográficas...	1: 1000 e 1:50 000 (fotos pan e color)	Imagens e fotografia infravermelhas;	
	Identificação de mortes missivas dos espécimes.	1: 2 500 – 1: 3 000 detalhamento de informação é limitada;	Existência de fotos panorâmicas é oblíquas; Tecnologias laser;	
	Tipológica e distribuição espacial (tipos funcionais de cobertura vegetal e sua distribuição com relação de objetos de interesse)	1: 8 000 – somente possível discriminação da morfologia das árvores individuais; os conjuntos de vegetação apresentam-se com textura média e fina;	Fotografias especiais pancromáticas de alta resolução (precisão centimétrica);	
	Fisiografia florística (características físicas e morfológicas da vegetação)	< 1:15 000	Fotografia vertical obtida até 9 de manhã ou com sol em posição de até 26° sobre a linha do horizonte, principalmente em áreas com amplas superfícies hídricas, que causam reflexos e não permitem análise da vegetação sub-litorânea e aquática... Existência de séries temporais	
CONTROLE AMBIENTAL	A dinâmica sazonal das paisagens, as modificações antrópicas, os complexos tecnogênicos, controle das áreas de desertificação, do desflorestamento, da poluição atmosférica e dos corpos de água, da erosão dos solos, da gênese e da evolução histórica das paisagens...	– somente diferenciação fisiográfica.		
POPULAÇÃO E TRANSPORTE	A dinâmica do desenvolvimento dos assentamentos humanos; a distribuição e a dinâmica da rede de transportes e comunicações.		Existência de séries temporais	

Estas vantagens evidenciam a importância do sensoriamento remoto como um dos principais métodos para o monitoramento e mapeamento ambiental. É importante sublinhar a intercomplementaridade de dados de campo e os DSR. A sua utilização conjunta proporciona realização das pesquisas sincronizadas a todos os níveis territoriais: local, regional e global.

Os quadros a seguir refletem as principais regularidades na seleção de fontes de DSR em função da demanda de informações geoambientais e da escala de investigações (Apêndice 4 - Sensoriamento remoto como suporte de monitoramento ambiental e controle de condições ecológicas).

3.5 DADOS DIGITAIS E A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO CARTOGRÁFICA NA PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA TEMÁTICA

3.5.1 Conceito de automação cartográfica

As novas mídias e tecnologias computacionais de aquisição e processamento de informação, como foi mencionado antes, ascenderam a um lugar de suma importância na produção cartográfica, transformaram todo um contexto da comunicação cartográfica contemporânea e o papel da representação cartográfica como método de investigação.

O conceito da geomática, anteriormente definido, compreende uso de novas mídias e de tecnologias computacionais essencialmente em duas fases, conceitualmente distintas, de trabalhos:

1. aquisição de dados e informações:

compreende uso de meios tecnológicos (sensores imageadores digitais e analógicos, equipamentos geodésicos e GPS, outros tipos de meios computacionais e equipamentos de medição) sobre diversos portadores e plataformas (aeronaves, plataformas espaciais, navios, áreas de coleta *in situ*) para coleta e registro de dados em campo;

2. processamento, armazenamento e uso de recursos informativos:

compreende meios e métodos de organização, preparação, interpretação, armazenamento e disponibilização para uso em forma gráfica e alfanumérica de informações disponíveis. Fazem parte de referidos meios e métodos: automação cartográfica; manutenção computacional de bases de dados e bancos de metadados; tecnologias de busca e reposição de informação solicitada, novas mídias de publicação cartográfica (como WEB-cartografia, mapas digitais e eletrônicos),etc.

Sem duvida, o processo bilateral de “automação e digitalização” da produção cartográfica, tanto na fase de aquisição e preparação de dados, quanto na fase de edição, forma atualmente o eixo suporte da geomática e geoinformática. Hoje são impensáveis os projetos de mapeamento temático “manual” – o domínio absoluto da automação cartográfica é indiscutível.

As primeiras tentativas de otimizar o processo de produção cartográfica, ligadas às necessidades de mapeamento sistemático complexo dos extensos territórios nacionais, surgiram logo depois da Segunda Guerra Mundial. Porém, os avanços nesta área demoraram a se expandir até a época dos anos 70, quando surgiram primeiros PC. Na historia da automação cartográfica podem ser diferenciar seguintes etapas (KRAVCHENKO & CHEPKASOV, 1997):

1960-70: primeiras aplicações de técnicas cartográficas computadorizadas - registro de coordenadas de pontos e a programação de instruções, que com emprego de *coordinatógrafos eletrônicos* permitem reproduzir pontos, automaticamente agregando os sinais convencionais; uso de tubos catódicos para visualização em tela dos desenhos técnicos; primeiros sistemas de informação geográfica (estruturas matriciais essencialmente);

1970-80: desenvolve-se o manejo gráfico de dados combinados com dados digitais; uso do PC comum (1973) para manutenção de dados cartográficos; operações interativas em estações de trabalho;

1980-1993: desenvolvimento de sistemas cartográficos profissionais e disseminação dos grandes SIGs;

a partir de 1994: popularização dos SIG-tecnologias e da automação cartográfica; expansão de WEB - mapeamento...

Atualmente o conceito de **automação cartográfica** (*computer aided mapping(CAM), automated mapping, AMS, automated cartography*) compreende a utilização (emprego) de meios técnicos, equipamentos e softwares, inclusive dos sistemas de automação cartográfica (AMS), tecnologias computacionais da modelagem lógica e matemática para composição, design, redação, edição e utilização de mapas e outros produtos cartográficos. Tem por objetivo excluir procedimentos manuais laboriosos, aumentar produtividade de trabalho, qualidade dos mapas, confiabilidade dos resultados e da sua análise (BERLIANT, 1996). Para designar automação total dos processos de criação de alguns mapas utilizam termo de *mapeamento automático*. Via regra AM inclui etapas de introdução de dados em sistemas de automação cartográfica, sua transformação automática, processamento com auxílio de programas e *saídas/visualização* de dados cartográficos.

Assim, automação de um mapa é um sistema complexo de procedimentos tecnológicos cuja específica define-se em função de três condições essenciais (KAPRALOV, 2000; KUBATOVA *et al*, 1997):

- (a) características da fonte cartográfica;
- (b) meios tecnológicos disponíveis;
- (c) método de automação escolhido.

As três condições são estreitamente ligadas um ao outro e determinam a estrutura e ordem de procedimentos.

3.5.2 Métodos de automação do mapa

A literatura retrata amplamente vários dos métodos de automação de mapas (STOLPAKOV & KORNEVA, 2000; KAPRALOV, 2000; KRAVCHENKO&CHEPKASOV, 1997; KUBATOVA *et al.*, 1997): *entrada de dados a partir do teclado do computador ou outros arquivos em formatos distintos (inclusive raster); digitalização em mesa digitalizadora ou em tela e a escanização com posterior vetorização.*

Entrada de dados a partir do teclado do computador: compilação de arquivos em formato **.dat* ou **.asc*, que representam as tabelas ou listas (em alguns casos matrizes) de pontos com suas coordenadas planimétricas e altimétricas, que posteriormente podem ser processados em aplicativos gráficos e transformados em produtos cartográficos diversos. Deve-se prestar muita

atenção com que precisão e com que método as coordenadas dos objetos foram adquiridas e que capacidade de armazenamento o software de trabalho oferece (a maioria dos CAD trabalha com precisão simples). Na aquisição de coordenadas a partir de mapas em papel têm importância o grau de sua conservação, a escala e grau de generalização cartográfica, que caracterizam o original, e para que fins o produto final será utilizado. Aqui funciona a regra cartográfica tradicional: a aquisição da informação deve ser feita sempre a partir dos mapas de escala e com pormenor maior do que o produto em elaboração.

Entrada de dados a partir de outros arquivos em formatos distintos (inclusive raster): compreende as operações de conversão e/ou reconversão de arquivos de formatos distintos (*.dxf; *.dgn; etc..) em um formato digital requerido e sua posterior transformação. Esta é uma das operações mais utilizadas nos últimos anos, principalmente na utilização das imagens satélite, vetorização automática em software de processamento de imagem e uso de dados para produção de mapas em outros aplicativos. Muito importante ter em conta os problemas de conversibilidade entre arquivos gráficos de distintos formatos. Maioria dessas transformações afeta a integridade topológica e a qualidade de representação gráfica. Por isso, o procedimento aparentemente simples pode condicionar volume grande de trabalhos para restauração de informação perdida e correção de relações topológicas ou para completar a informação perdida na reconversão.

Digitalização em mesa digitalizadora ou em tela: representa um sistema de procedimentos de criação de arquivos vetoriais a partir do original cartográfico exposto em mesa digitalizadora ou em tela (depois de ser devidamente escanizado). Depende essencialmente da experiência do operador, da qualidade de originais em papel e da precisão de equipamentos. É um método cada vez menos popular, vista a presença persistente de erros grosseiros e laboriosidade do processo.

Escannerização com posterior vetorização: depende essencialmente da qualidade de originais em papel e da precisão de equipamentos. Atualmente, sem dúvida, se dá prioridade às tecnologias de escannerização, vista a qualidade de resultados e a morosidade laboral menor do processo. Escannerização leva minutos e a vetorização automática realiza-se sem participação do operador. Contudo as tecnologias scanner têm muitas "pedras submersas": as mais altas exigências para com os originais, dificuldades com reconhecimento de cores e exclusão de topônimos e sinais convencionais. O original deve ser muito fino e na base não escorregadia.

Fotogrametria digital: compreende a restituição fotogramétrica das imagens aéreas digitais ou de sensoriamento remoto de alta resolução com auxílio de mais modernos equipamentos e tecnologias computacionais. O método é mais preciso e mais adequado para aquisição de dados cartográficos digitais de alta precisão. A popularização dessa tecnologia representa o futuro da cartografia digital e solução de muitos dos seus problemas tecnológicos e conceituais.

A escolha do método de automação é feita a partir de alternativas disponíveis e com auxílio de alguns testes gráficos aleatórios de entrada de dados. Isso permite economizar o tempo e definir a qualidade ótima de trabalhos.

O processo de automação, vista a disponibilidade e propriedades tecnológicas dos sistemas, é um processo que exige um planejamento preciso de procedimentos, considerando noções básicas das características semânticas e topológicas dos objetos de representação.

3.5.3 Alguns conceitos do mapeamento digital

A evolução de novas tecnologias de coleta de dados, da automação e visualização cartográfica deu origem a uma série de novos produtos cartográficos: mapas digitais e computacionais, modelos digitais de terreno, etc. Alguns dos quais, vistos os objeto desta pesquisa, exigem uma definição.

As definições aqui selecionadas estão interpretadas de acordo com as recomendadas pela ICA (*International Cartographic Association*) e atendem plenamente aos objetivos do nosso trabalho.

Consideramos, assim, importante diferenciar (BERLIANT, 1996):

MAPA DIGITAL (*digital map*) – é um modelo numérico (modelo composto por dígitos de coordenadas de objetos) de um mapa; na sua essência o MD significa exatamente o modelo numérico (*digital*) ou *dados cartográficos numéricos*; é criado através da digitalização das fontes cartográficas, via transformação fotogramétrica dos materiais de sensoriamento remoto, através do registro digital de dados de trabalhos de campo (GPS – registros) ou com outros métodos. A metodologia de criação de MD deve estar de acordo com normas e regras de mapeamento, precisão exigida, generalização e para com sistemas dos sinais convencionais reconhecidos. MD serve de base para edição dos mapas em papel, mapas computacionais e mapas eletrônicos; faz parte dos bancos de dados cartográficos; representa um dos elementos mais importantes de fornecimento informativo dos SIG e ao mesmo tempo pode ser o resultado de funcionamento destas.

O mapa digital distinguiu-se, assim, do mapa computacional e do mapa eletrônico, - conceitos freqüentemente confundidos entre si. Assim se entende (idem):

MAPA ELETRÔNICO (*eletronic map*) – representação cartográfica, visualizada com auxílio dos softwares e meios técnicos em uma dada projeção, formato e sistema de sinais convencionais no vídeo (tela) do computador com base nos dados de mapas digitais ou dos bancos de dados do SIG. Quando há necessidade pode ser transformado ou completado com novos dados.

MAPA COMPUTACIONAL (*computer map*) – um mapa sobre papel, poliéster, filme fotográfico ou outros materiais adquirido com auxílio dos meios de mapeamento automatizado (digitalizadores, plotters, etc.)

Por conseqüência, a **Cartografia Digital** (*digital cartography*) – *representa a parte da Cartografia, que abrange a teoria e os métodos de criação e uso prático dos mapas digitais, eletrônicos e computacionais e outros modelos cartográficos digitais espacial-temporários (ibidem).*

Os MDs, fazendo a parte dos produtos cartográficos, muito raramente copiam os em papel e não são idênticos à estes. Um número específico de propriedades deve também determinar as especificidades da sua avaliação e uso (Quadro 8).

É evidente, que as propriedades diferenciadas impossibilitam a avaliação da qualidade dos mapas digitais como um produto cartográfico comum e através de critérios clássicos. Por isso, é de extrema importância estabelecer novos critérios de qualidade na produção cartográfica, baseados nos mais evoluídos padrões internacionais, garantindo a interoperacionalidade dos dados e a possibilidade de seu uso efetivo desde a fase de coleta até à edição final.

Visto isso, alguns cuidados relevantes devem ser considerados na execução do levantamento cartográfico geoambiental, envolvendo: *definição da escala do projeto, elaboração do mapa base, trabalhos e registros de campo e uso de tecnologia GPS e de sensores remotos com fins de mapeamento.*

QUADRO 8 - As Propriedades Específicas dos Mapas Digitais (quadro do autor)

MAPAS DIGITAIS	MAPAS EM PAPEL
1. MEIO DE CONSERVAÇÃO	
Arquivo digital, em formato predeterminado por sistema utilizado, sem prazo de conservação, contendo um modelo numérico da área com alta precisão de representação de coordenadas, impossível de ser alcançada na determinação das mesmas nos mapas analógicos (em papel);	Em papel ou poliéster (original gráfico) com tempo limitado de conservação, em função do qual, vista a vida útil do material, sucede a deterioração da precisão da imagem e consequentemente da determinação de coordenadas sobre este.
2. CONCEITO DE ESCALA	
Via regra os mapas são gerados em coordenadas geográficas reais e, dessa forma, são obviamente desprovidas do conceito de escala. Na tela ou em papel podem ter qualquer escala desejada, porém, herdada do original o conteúdo e o pormenor de representação de objetos (densidade e exatidão de informações). É importante observar, que quando estes parâmetros não são compatíveis para com provável uso dos mapas, as normas básicas da cartografia são violadas, o que deteriora bruscamente a qualidade do produto final.	É o atributo de base matemática do mapa mais importante, no que diz respeito a determinação de limitação de possibilidades e da adequação do seu uso. É um parâmetro constante da representação cartográfica, que determina uma série de características relevantes do produto: tamanho da área representada, tamanho da folha, conteúdo, precisão, generalização da imagem, etc.
3. PARÂMETROS FÍSICOS DO MAPA	
O parâmetro mais importante da conservação do mapa é o tamanho do seu arquivo em unidades de informação (bits), do qual depende a velocidade de representação do mapa em tela e as possibilidades de trabalhar com este em regime do tempo real.	Dizem respeito aos atributos físicos da folha, que tem limites lógicos quanto a comodidade e objetivos do seu uso – são os tamanhos expressos em cm. Para os mapas de relevo acrescentam a maior altitude pela vertical, para os globos – o comprimento do diâmetro.
4. BASE MATEMÁTICA DOS MAPAS	
O conhecimento total sobre a sua base matemática – projeção utilizada para representação cartográfica e todos os parâmetros dessa – tem grande significado, já que nela se fundamentam as operações de transformação em coordenadas geográficas reais.	
Tem base matemática flexível, isto é podem com relativa facilidade mudar de projeção cartográfica.	É um sistema rígido e constante de elementos matemáticos do mapa.
5. EXIGÊNCIAS QUANTO A CORREÇÃO GRÁFICA E TOPOLÓGICA	
São mais exigentes com a precisão e correção gráfica. Se "o papel tolera tudo", nos MDs os erros de falhas ou de presença dos objetos a mais, representam obstáculos para sua observação em tela ou para uso posterior: análise de relações topológicas em SIG, introdução de atributos; preenchimento com cores e etc.	Não exige cuidados especiais com preservação de relações topológicas dos elementos gráficos, já que uma vez impresso o mapa em papel não revela a maioria dos erros gráficos menores, confirmando a famosa expressão: "o papel tolera tudo".

6. CONTEÚDO E INFORMATIBILIDADE	
<p>Não se submetem à afirmação "<i>no mapa só está aquilo, que está</i>". Podem conter muito mais informações, do que se representa em tempo real, vista a possibilidade de conservação de uma grande quantidade de dados vinculados aos outros mapas, aos bancos de dados com acesso operativo.</p> <p>Conservam a informação em camadas temáticas (<i>layers</i>) separadas, mas interligadas, o que amplia as possibilidades da análise informativa e produção de produtos cartográficos derivados.</p>	<p style="text-align: center;"><i>"no mapa só está aquilo, que está"</i>.</p> <p>Limitam-se ao volume de dados representados (conteúdo) e à quantidade de informações, que o usuário pode adquirir do mapa direta e indiretamente (informação cognitiva), realizando várias operações de medição, comparação e transformação. Esta limitação deve-se à perpetuidade dos parâmetros do mapa e à estrutura das convenções utilizadas.</p>
7. CONTEÚDO DAS LEGENDAS E PREENCHIMENTO DE CORES	
<p>Freqüentemente, não podem e não devem corresponder com exatidão aos seus análogos ou fontes em papel. Em parte, isso depende das possibilidades técnicas de representação do mapa no monitor em zoom muito reduzido (resolução do equipamento e a configuração da paleta de cores do monitor) ou das características de meios de plotagem ou de edição em papel (resolução gráfica da paleta de cores etc.).</p>	<p>Compõe-se segundo normas precisas da cartografia clássica, visto a natureza e caráter da distribuição do fenômeno representado. As escalas de cores são elaboradas com auxílio de tabelas específicas, que representam cores, que podem ser adquiridos na impressão através da mistura de três cores básicas (RGB), e em função das convenções internacionais de representação de fenômenos.</p>
8. EDIÇÃO E USO	
<p>São distribuídos e impressos com mais facilidade sem controle e sem informação técnica (metadados) sobre a sua origem e precisão (tendência que se tente a superar através de normatização de metadados e seu uso obrigatório). Os mapas criados para um fim frequentemente são transferidos para os projetos e tarefas aos quais não correspondem pela sua qualidade.</p>	<p>Têm controle preciso de reprodução; qualidade controlada do produto final; pela estrutura clássica dos seus elementos informam obrigatoriamente sobre todos os parâmetros técnicos e atributos da base matemática do produto (metadados).</p>

3.6 PRINCÍPIOS METODOLÓGICOS DE REALIZAÇÃO DE PROJETOS CARTOGRÁFICOS GEOECOLÓGICOS

A concepção de uma série de mapas geocológicos como suporte do planejamento e como parte de realização de EIA deve obedecer a uma série de princípios metodológicos, entre os quais se diferenciam os *princípios gerais de concepção do mapeamento temático para planejamento, princípios específicos do mapeamento geocológico complexo, os princípios cartográficos de compilação e edição de uma série de mapas temáticos.*

Com objetivos práticos desta pesquisa foram diferenciados dentro de cada grupo de princípios mais importantes...

3.6.1 Critérios cartográficos para compilação e edição de uma série de mapas temáticos

A ciência cartográfica determina a necessidade de procedimentos específicos, para a compilação e edição de uma série de mapas temáticos, buscando o aperfeiçoamento e viabilização do processo, assim como a garantia da qualidade do produto cartográfico final. A literatura identifica seguintes critérios cartográficos para edição de uma série de mapas temáticos (RUDENKO, 1988; SALISHEV, 1978):

- (1) mapas devem ser desenhados numa escala predeterminada (mesmo trabalhando com as coordenadas reais, como acontece na cartografia digital, o projeto está relacionado com as fontes de determinada escala);
- (2) mapas devem ser referenciados à um sistema geodésico de paralelos e meridianos, isto é desenham-se numa projeção cartográfica;
- (3) mapas recebem título, inscrições (topônimos ou denominações), legenda e metadados.
- (4) mapas devem ser seletivos – representam somente as informações importantes, conforme os objetivos do projeto; e dão destaque aos objetos de maior relevância, sem sobrecarregar o mapa;
- (5) mapas devem ser generalizados – detalhes intrincados são simplificados, principalmente com a redução da escala;
- (6) mapas representam através de convenções cartográficas – todos os objetos devem ser representados com auxílio de sinais convencionais ou sinais cartográficos; uma boa convenção deve ser simples, distinta, pequena e fácil de desenhar e compreender (ser reconhecível pelos especialistas praticamente sem legenda);
- (7) escolha de base cartográfica deve ser criteriosa e considerando que vários dos mapas da série referem-se aos assuntos específicos; deve ser considerada a necessidade de aquisição de base cartográfica em escalas variadas, assim como preparação de diversas bases geográficas do

projeto (fixas e flutuantes)¹ capazes de completar adequadamente o *design* final das saídas cartográficas, visto que o estilo cartográfico dessas bases terá forte influência sobre a aparência e o potencial de seu uso;

- (8) deve ser considerada, dentro de um processo profissional a organização da edição cartográfica, distribuição adequada de tarefas entre os cartógrafos e especialistas em determinados temas. Visto que a realização do EIA é uma tarefa obrigatoriamente multidisciplinar, a qualidade e eficiência do mapeamento, tanto no contexto da documentação gráfica, quanto como método de investigação dependerá da organização adequada dos trabalhos, que deve garantir a exatidão temática, espacial e geométrica do projeto. Isto inclui também o planejamento e seleção de fontes de dados e de métodos de trabalho de campo, que devem ser comum, sobretudo, no que diz respeito aos procedimentos de levantamentos de informações espaciais (levantamentos que envolvem métodos geodésicos e topográficos);
- (9) todos os mapas do projeto devem ser executados com um único *layout* da folha ou da imagem *onscreen*, isto requer planejamento e arranjo cuidadoso, que visa o maior grau de harmonia e prevê a necessidade de espaços especiais para alocação de legendas e textos explicativos, indispensáveis nos mapeamentos que tem como função social – informar o público potencialmente leigo e despreparado;
- (10) os mapas destinados à resolução de problemas de planejamento devem apresentar um grau de perceptibilidade superior aos mapas científicos (destinados à um grupo restrito de especialistas); isto é, devem ser de mais fácil compreensão, o que se atinge através de uma escolha e elaboração adequada dos métodos de representação cartográfica e sistemas convencionais associativas, disponibilização de textos, gráficos e diagramas complementares explicativos;
- (11) a informação refletida no sistema de mapas deve conter os dados que correspondem aos períodos de tempo das principais etapas do monitoramento de impactos, da execução do cadastro ou do planejamento. O que é particularmente importante para os mapas que representam os indicadores ambientais dinâmicos.

¹ Estas podem variar desde um simples contorno da área de influência ou do contorno administrativo, até o uso de uma versão com sombreado de relevo. Algumas edições analógicas podem prever uso de um *overlay* transparente em separado, ou uma série deles, os quais podem ser colocados sobre os mapas para referência quanto à localização. Estes também podem incluir nomes de lugares ou de feições permitindo maior informatibilidade do produto gerado.

- (12) os mapas devem representar para além da informação primária uma nova informação, que pode ser adquirida somente a partir dos mapas, isto é devem produzir um novo nível do conhecimento do geossistema – seu conhecimento espacial-funcional;
- (13) a precisão e o detalhe dos objetos cartográficos devem corresponder com a realidade geográfica da região. Os mapas devem ser executados num período curto de tempo. O tempo entre a recolha de dados e a edição dos mapas deve ser o mínimo possível, principalmente para o segundo e terceiro grupo de mapas. Resulta assim, a necessidade de uma tecnologia digital de composição dos mapas que permita uma edição operativa em pequenas tiragens.

3.6.2 Princípios específicos do mapeamento geocológico complexo

Até então, os critérios do mapeamento geocológico não foram definidos de forma rígida. Entretanto, é indispensável diferenciar um conjunto de princípios que o mapeamento geocológico, como um método de investigação, deve atender (PETROV, 1992):

- (a) *biocentrismo* – como geocológicos podem ser considerados somente os mapas que representam as condições e estado da biota; outros fatores ambientais representam-se na medida da sua influencia sobre as condições da vida humana e de outros organismos vivos; neste contexto os mapas fitoecológicos ou ecossistêmicos refletem com maior completude os parâmetros do meio ambiente;
- (b) *antropocentrismo* – a geocologia considera homem (população, humanidade) não só na qualidade da fonte de distúrbios e impactos, mas também como vítima dos fenômenos naturais críticos e dos impactos por ele mesmo produzidos;
- (c) *factorialidade* – no sistema de mapas geocológicos devem ser incluídos alguns mapas especiais que representam o estado de determinados componentes ambientais, que constituem os fatores de desenvolvimento do respectivo geossistema: geológico, relevo, solos, hídrico, atmosférico, cobertura tecnogénica e fontes de poluição, condições geoquímicas, etc.. Estes mapas não podem ser designados rigorosamente ecológicos, pois representam um tipo específico de mapas do estado do meio ambiente.
- (d) *avaliação e prognóstico* – é uma das principais tarefas do mapeamento geocológico; os mapas devem representar o estado atual da paisagem e dos seus elementos, assim como prever as tendências da sua evolução em função das medidas do planeamento adotadas;

- (e) *visão sistêmica* – análise separada de elementos por si só é insuficiente para avaliação do seu estado e o prognóstico do comportamento do geossistema como um todo; a visão sistêmica das transformações da integridade genética e morfológica da paisagem servem de base para estabelecimento dos critérios geocológicos do grau de preservação do seu potencial natural e das transformações de qualidade de vida.

A realização do mapeamento complexo no âmbito de Estudos de Impactos Ambientais deve basear-se essencialmente nestes princípios.

Nesta pesquisa a consideração destes princípios exerce uma influencia crucial na definição de uma série típica de mapas geocológicos para e no processo de EIA. Diferenciada primeiramente em função do cruzamento da estrutura temática dos projetos cartográficos apreciados e analisada em função de coerência para com os princípios acima discriminados, a proposta foi assim completada e definida segundo princípios científicos sistêmicos e geocológicos.

3.6.3 Princípios gerais de concepção do mapeamento temático para planejamento

Os geossistemas são objetos de ação de distintos níveis de planejamento e definem-se como complexos organizados, que realizam no conjunto do seu funcionamento e realização de determinados objetivos, as transformações de recursos materiais, energéticos e informativos.

A visão do território – objeto do planejamento – como um sistema e utilização no seu estudo do método sistêmico, inclusive MCI, pressupõe a realização de investigações através de uma seqüência hierárquica de procedimentos. Apesar de sua ampla utilização prática, as fontes não identificam uma seqüência rígida de procedimentos e etapas de investigação. A maioria de autores diferencia de 8 a 12 etapas principais de investigação aplicada segundo os critérios sistêmicos.

De uma maneira geral podemos determinar seguintes etapas de investigação neste âmbito (RUDENKO, 1984):

1. definição e análise do problema;
2. diferenciação do sistema e sua delimitação: os limites do sistema determinam-se pela densidade de vínculos entre os componentes do sistema assim como entre os sistemas do mesmo nível;

3. definição de objetivos de planejamento do sistema a base do programa de desenvolvimento em perspectiva;
4. estudo do sistema;
5. construção do modelo gráfico de composição do geossistema;
6. diferenciação, modelagem e diagnóstico de principais elementos do sistema e seus vínculos funcionais (diagnóstico de recursos e condições para desenvolvimento; estado e potencial do subsistema social e econômico; revelação e análise de vínculos geo-econômicos)
7. síntese de informações sobre os vínculos e elementos do sistema;
8. decomposição de objetivos – diferenciação de objetivos específicos para otimização de elementos e vínculos do sistema:
 - 8.1. revelar carências em recursos para desenvolvimento planejado;
 - 8.2. analisar os fenômenos e fatores de restrição ao desenvolvimento;
9. estabelecer as prioridades e critérios de implantação de objetos industriais e sociais, necessários para funcionamento sustentável do sistema territorial;
10. análise de condições de desenvolvimento planejado e seleção de variantes adequados de implantação de empreendimentos; análise do potencial em recursos, previsão de comportamento do geossistema em função de intervenções planejadas a base normas e diretrizes estabelecidos na previsão de impactos;
11. realização por etapas de decisões tomadas e monitoramento de impactos.

As etapas diferenciadas de investigação podem ser modificados e detalhadas como consequência de níveis e prazos de planejamento.

O mapeamento sistêmico deve ser visto como criação de mapas como modelos convencionais lúdicos da realidade, baseado na metodologia sistêmica de investigação de fenômenos e do seu mapeamento. O mapeamento sistêmico representa assim um estágio superior do mapeamento temático complexo (BERLIANT, 1996).

Os princípios do mapeamento têm sua origem nas principais propriedades dos sistemas organizacionais complexos: integridade, diferenciação, autonomia relativa, divisibilidade, multiplicidade, estruturação, objetividade, não-tangibilidade, etc. (RUDENKO, 1984):

- (1) *objetividade* – o sistema cartográfico, como um todo, deve ser orientado para alcançar os objetivos finais de planejamento; o mapeamento de elementos distintos do sistema deve contribuir para eficiência funcional do sistema e prevenção da degradação ambiental;
- (2) *princípio de integridade e multi-estrutural* – necessidade de mapeamento do objeto de planejamento como um sistema multi-estrutural, que necessita de uma abordagem interdisciplinar e multifinalitária;
- (3) *princípio de seletividade* – para estudo e planejamento do desenvolvimento de sistema como objeto relativamente autônomo é necessária a diferenciação de todos os elementos e vínculos importantes do geossistema;
- (4) *princípio de autonomia relativa* – cada projeto cartográfico deve ter em conta, independentemente da sua real abrangência territorial, que os sistemas territoriais são autônomos de modo relativo, fazendo parte de uma hierarquia comum. Assim, cada sistema territorial faz parte de um sistema superior, que predetermina as suas propriedades fundamentais, como também recebe as influências e interage com os outros sistemas do mesmo nível. Na prática cartográfica isto significa que várias das propriedades ambientais do sistema para sua compreensão devem ser vistas no seu contexto espacial mais abrangente, que permite uma percepção clara de essenciais vínculos funcionais entre os sistemas do mesmo nível;
- (5) *princípio de estratificação* (composição estrutural) do sistema – conhecer o sistema significa identificar os seus vínculos funcionais. O que, porém, exige antes de tudo conhecimento de todos os seus componentes e suas particularidades;

Na concepção do plano de realização dos mapeamentos geocológicos se faz uso de um *modelo gráfico de composição do geossistema local*, que permita uma definição clara e precisa de todas as variáveis e seus vínculos de forma sistêmica (Figura 12). Com outras palavras, o modelo gráfico de composição do geossistema permite identificar graficamente e diferenciar segundo subsistemas, pela origem e conteúdo de indicadores, todos os componentes e vínculos do sistema ambiental (RUDENKO, 1984). Desta forma, permite planejamento sistemático do projeto de mapeamento, como método de análise ambiental

aplicada ao planejamento de transformação dos seus principais elementos. Isto possibilita os mapeamentos geocológicos básico e operativo coerentes, e por conseqüência a geração da avaliação e previsão mais fidedignas.

Os mapas geocológicos assim elaborados fornecerão critérios para tomada de decisões, proporcionarão sistematização de pesquisas sobre unidades de mapeamento, garantirão o enfoque adequado aos problemas ambientais emergentes e proporcionarão a fundamentação de respostas e ações adequadas.

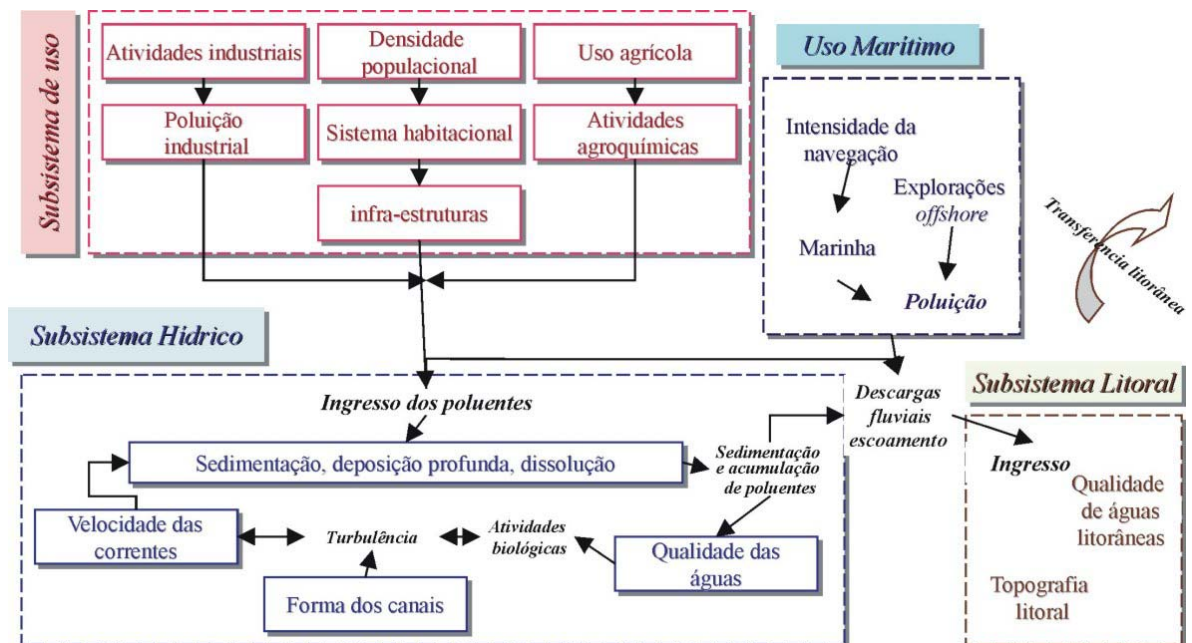


FIGURA 12 - Exemplo de um modelo gráfico de composição do geossistema

(fonte: Lee, 1982)

O exemplo de modelo gráfico do geossistema mostra claramente que este evidencia não somente as principais variáveis do sistema, mas permite julgar da sua hierarquia e identificar os principais processos ecológicos – negativos e positivos – que devem ser alvo de estudos e de monitoramento em cada subsistema em particular e entre estes.

- (6) princípio de *multifinalidade* – os projetos cartográficos devem refletir tanto as propriedades específicos do objeto de planejamento quanto os objetivos de planejamento;
- (7) princípio de *determinismo e comensurabilidade* – os mapas devem permitir a reflexão dentro de um modelo único tanto os elementos e suas características, quanto as relações e vínculos do sistema territorial. Isto significa a possibilidade de posterior
- (8) *determinação das tendências* da evolução do sistema: de extrema importância para o planejamento e monitoramento de impactos ambientais;
- (9) *princípio de não-tangibilidade parcial* de representações cartográficas – baseai-se no fato de exclusão (abstração) de algumas informações secundárias como consequência de diferenciação entre sistemas de convenções da investigação e a realidade, por um lado, e na representação de conhecimentos cognitivos ausentes na sua forma física no mundo real; ambos fatos condicionam a não tangência relativa entre o geossistema e sua representação cartográfica;
- (10) princípio de *hierarquia estrutural* – a noção de vínculos externos horizontais e verticais dos sistemas territoriais permitem realizar o seu mapeamento no contexto de níveis tradicionais de planejamento (municipal, regional, nacional...).

Os princípios acima assinalados representam fundamentos gerais de concepção de projetos cartográficos como suporte metodológico do planejamento territorial. Estes definem os procedimentos gerais de planejamento do processo cartográfico desde compilação de banco de dados necessários até compilação do *layout* final dos mapas do projeto.

O conjunto de princípios e critérios acima discriminados representa os fundamentos metodológicos de concepção e edição do mapeamento geológico.

Capítulo 4 - FONTES NACIONAIS DE DADOS E INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS: AS ORGANIZAÇÕES E O TIPO DE INFORMAÇÕES PRODUZIDAS

A aquisição e coleta de dados e informações para realização dos projetos de mapeamento temático é um processo bastante complexo.

Os problemas com aquisição de dados geoambientais se devem a uma série de fatores metodológicos e conjunturais, entre os quais podem ser mencionados:

- (1) relação complexa entre etapas de investigação, aquisição e processamento de dados (como mencionamos antes);
- (2) ausência de normatização metodológica em nível nacional tanto no que diz respeito aos procedimentos de campo, quanto à cartografia temática;
- (3) os problemas relacionados com coleta de dados no atual sistema de organizações que os produzem.

O segundo e terceiro dos fatores mencionados estão internamente interligados e definem a ausência do fluxo informativo no sistema nacional de produção de dados e informações geoambientais. O sistema, historicamente formado, de organizações nacionais que geram informações geoambientais ou dados necessários para sua produção, com toda sua complexidade e incoerência lógica, não pode ser nem ignorado, nem tomado como base para criação de BD para projetos de mapeamento temático complexo. Este sistema, por outro lado, é conhecido somente em traços gerais e necessita de um estudo mais profundo (Apêndice 1).

Sendo definidos os objeto e objetivos do projeto, deve ser feito um estudo "anatômico" das organizações que geram fluxo de informação a respeito do objeto do mapeamento com posterior

avaliação das possibilidades de uso e aproveitamento desta no projeto. Caso as informações disponíveis sejam inadequadas para uso direto, deve ser considerado uso de dados primários, contidos no sistema em questão.

No atual nível de conhecimento do sistema nacional de produção da informação e dados geoambientais (ou potencialmente geoambientais) se diferenciam seguintes componentes¹:

- (1) Organizações² que produzem informações geográficas e ambientais;
- (2) Documentos de representação da informação (sistema padronizado de documentos e de publicações das pesquisas);
- (3) Esferas e campos de informação geográfica e ambiental (fluxos de informação relacionada com um objeto de investigação e um campo conceitual, gerados por uma série de organizações);
- (4) Estruturas de informação geográfica e ambiental (sistemas de informação geográfica vinculados aos objetos territoriais administrativos).

Pode-se afirmar que o papel dominante na formação do sistema nacional ocupam as organizações que produzem informações a respeito dos objetos geográficos e seu estado.

O Apêndice 1 reflete as principais organizações nacionais que atuam na área geográfica e ambiental e constituem fontes potenciais da informação, potencialmente requerida nos projetos de mapeamento temático.

No contexto do sistema de produção nacional de dados e da informação geoambientais, segundo levantamento para 1º trimestre de 2002, foi possível identificar cerca de **56**³ instituições (desconsiderando os órgãos estaduais, que variam em número e grau de importância). Entre estas fontes se diferenciam: *13 bancos de dados nacionais; 22 órgãos de respaldo federal; 10 instituições de pesquisa geoambiental; 9 instituições que em potencial geram dados geoambientais.*

¹ sistematização segundo Koshkarev&Karakin, 1987

² - unidade elementar de produção de dados, que constitui elemento de um ou vários sistemas administrativos, considerando os vínculos horizontais.

³ A relação de órgãos desta natureza elaborada pelo IBICTI (1992) é sem dúvida muito mais abrangente, do que por nós elaborada, contudo compreende órgãos de caráter funcional distinto e não somente os que disponibilizam informações e dados ambientais.

As universidades, que, evidentemente, por razões físicas não fazem parte deste quadro, devem ser consideradas como fontes de grande potencial, sendo que preservam sempre o cunho científico da análise e procuram manter-se na vanguarda tecnológica das pesquisas. O uso de materiais de ONG's e empresas de consultoria é um tanto problemático, pois, principalmente na parte cartográfica, na maioria de vezes são trabalhos que não zelam nem pela preservação de contexto científico, nem pela padronização metodológica.

Deste universo **11 instituições geram dados cartográficos** e constituem fontes de mapas-base e de mapeamentos temáticos.

O conjunto de organizações normalmente apresenta estrutura vertical (hierarquia administrativa), horizontal (estudo de diferentes facetas de componentes e recursos ambientais) e regional (associados aos órgãos regionais de planejamento e gestão).

Nenhuma das organizações identificadas forma e disponibiliza um serviço de informação geoambiental, apesar de alguns sistemas territoriais tenderem à formação de estruturas verticais e territoriais completas que visam atendimento do seu setor (por exemplo, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com os institutos e empresas de pesquisa afiliadas em todo território nacional). Contudo, deve ser observado, que o estudo da geosfera como um grande sistema, a acumulação objetiva e disponibilização da informação geoambiental, como um objetivo produtivo, não representam tarefas de nenhuma organização específica (com algumas ressalvas ao IBGE). Normalmente, as organizações se dedicam aos estudos de componentes e recursos ambientais. Com isso, os enfoques da investigação se diferenciam instantaneamente em função dos problemas econômicos que as referidas organizações visam a atender.

Podemos ver que a tipologia de informações é bastante diversificada e varia não só em função do contexto temático, como, também, em função da forma e do tempo da coleta de dados e da produção de informação (Quadro 9).

QUADRO 9 - A tipologia das principais organizações segundo tipo de informações produzidas

TIPO DE INFORMAÇÃO SEGUNDO A ÁREA DE MODELAGEM INFORMATIVA	TIPO DE FLUXO DE INFORMAÇÃO, EM FUNÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DOS DADOS			
	DIRECIONADO		NÃO- DIRECIONADO	
	<i>REGULARIDADE DA PRODUÇÃO DA INFORMAÇÃO</i>			
	regular	<i>espontâneo em função das necessidades</i>	regular	<i>Espontâneo em função das necessidades</i>
1. TERRITORIAL 1.1 Contínua 1.2 Local	IBGE	Mapeamento Temático das empresas especializadas (TELESC, CELESC, CASAN, DER, etc.) Organizações de projetos e construção.	IBGE	Secretarias de estado, EPAGRI, EMBRAPA, etc.. Observações e pesquisas independentes
2 DE RECURSOS 2.1 individual 2.2 complexo de recursos	CPRM ANA DNPM EMBRAPA MAPA	INPE, EPAGRI	MIN. AMB. E DA AMAZ. LEGAL MIN. DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO	FATMA: EIA/RIMA STM PREFEITURAS – planejamento regional
3. COMPONENTIAL 2.2 os parâmetros e indicadores geoambientais 2.3 monitoramento e controle dos indicadores dos componentes ecológicos e econômicos	INMET MAPA INPE EMBRAPA DATASUS	INPE EMBRAPA ANA	INPE IBGE	UNIVERSIDADES FATMA IBAMA

Todo conjunto de organizações que produzem informação geoambiental pode ser dividido em três grupos, segundo tipo de informação e dados que produzem⁴:

1. informação sobre recursos naturais;
2. informação territorial- espacial;
3. informação sobre componentes da paisagem, estado do meio ambiente e elementos naturais de importância econômica.

Informações sobre recursos naturais

São geradas por organizações que produzem principais fluxos de informação a respeito de um tipo de recursos naturais, motivados pela necessidade de geração do suporte logístico da exploração econômica deste recurso. As relações funcionais entre estas organizações são definidas por vínculos funcionais destas para com atividade econômica principal, relacionada com este tipo de recurso. Como exemplo pode ser visto o sistema de produção da informação sobre os recursos agropecuários:

- (A) sistema universitário: faculdades e laboratórios especializados em pesquisa agropecuária e pedológica;
- (B) sistema administrativo e de pesquisa aplicada do MAPA (EMBRAPA, empresas estaduais - ex: EPAGRI, etc.);
- (C) órgãos de controle ambiental e de exploração (IBAMA, FATMA...);
- (D) empresas produtoras e de consultoria agropecuária.

Esta seqüência de organizações é, evidentemente, genérica. Cada uma das organizações produz seu tipo de informação sobre o recurso – primária e secundária – que, no conjunto, forma um *campo informativo* sobre o recurso. Cada tipo de dados gerados tem seu conteúdo e componentes, se caracteriza por um determinado nível de desenvolvimento conceitual. A estrutura deste campo informativo representa vínculos predominantemente horizontais, isto é não existe um fluxo hierárquico verticais de dados no sistema de organizações.

⁴ Sistema de diferenciação segundo Koshkarev & Karakin, 1987

Informação territorial - espacial

Constitui o complexo de informação geoambiental⁵ gerado por um órgão para um determinado território. No contexto da produção de informação territorial, e correspondentemente entre as organizações que a produzem, podem ser diferenciados dois grupos principais:

- (1) informação “contínua”, isto é a informação gerada para território de um país ou para uma das suas partes significativas, segundo uma metodologia comum. É mais frequentemente informação em escalas pequena e média. Exemplo característico representam atividades desenvolvidas pela IBGE, INPE e atividades vinculadas ao desenvolvimento do mapeamento sistemático...
- (2) informação local ou levantamentos para planeamento: consiste no estudo de determinados territórios, onde se pretende realização de algum projeto (Institutos de planeamento urbano, empresas de consultoria, ONG’s⁶, FATMA, DNPM, secretarias municipais, etc.)

Informação sobre componentes da paisagem e estado do meio ambiente

Por um lado, podemos considerar como tal a informação coletada sobre evolução dos componentes ambientais que influenciam o desenvolvimento econômico (atividades do INMET, ou do programa de monitoramento de incêndios florestais do INPE-EMBRAPA). Por outro lado, são informações e dados a respeito de componentes e recursos de importância ecológica e socioeconômica, coletados essencialmente por organizações gestores das áreas de preservação ou áreas ecologicamente críticas (como, por exemplo, áreas de mineração).

Como o controle geoecológico é uma área de atividades relativamente recente, existe ainda sobreposição das funções e atividades entre os órgãos de fiscalização e organizações de cunho essencialmente científico. De modo geral, o acesso a este tipo de informação é bastante limitado não só em termos físicos, como também em termos metodológicos, vista a ausência de compatibilidade de métodos e técnicas de medições. Uma fonte importantíssima de dados antro-ecológicos formam os dados sobre saúde humana gerados por sistema de dados do Ministério de Saúde (DATASUS) e instituições a este ligadas.

⁵ Informação inerente à mais que um componente e/ou recurso espacial em sua interdependência.

⁶ Como exemplo da crescente importância de ONG’s pode servir o registro da FATMA de Santa Catarina onde em 2001 constaram 94 organizações não-governamentais atuantes na área ambiental em todo Estado.

4.2 FONTES NACIONAIS DE DADOS CARTOGRÁFICOS

É evidente que para realização de projetos de mapeamento temático uma atenção especial deve ser dada a seleção das fontes cartográficas ou fontes de dados espaciais para elaboração de mapas-base.

Entendem-se como *fontes de dados espaciais* – sistemas de dados analógicos ou digitais que apresentam certo potencial para seu aproveitamento na geração de bases de dados georeferenciados em CAD/CAM ou SIG, e desta forma viabilizam execução de projetos de mapeamento temático digital. Distinguem: **(a) primários**, dados iniciais não transformáveis, normalmente adquiridos diretamente dos receptores ou sensores remotos durante a captura, por exemplo, no processo de sensoriamento remoto; **(b) secundários** transformados e derivados, por exemplo, dados de outros tipos de mapeamento. Podem ser diferenciadas fontes cartográficas analógicas ou digitais (em formato vetorial, raster ou qua-tree).

A relação de órgãos responsáveis pela produção cartográfica nacional apresenta-se no Quadro 10.

Ressalva-se, que a ausência da normatização cartográfica nacional, sobretudo no que diz respeito ao mapeamento temático em escala média, representa um grave empecilho no aproveitamento efetivo de vários mapeamento já efetuados, comprometendo a sua qualidade e compatibilidade para com outros documentos cartográficos.

Os cuidados que devem ser tomados na seleção de fontes cartográficas para criação de mapas-base constam no Capítulo 5.

QUADRO 10 - Fontes de dados cartográficos (quadro do autor)

INSTITUIÇÃO	COMPETÊNCIA
CARTOGRAFIA BÁSICA (fontes de mapas-base)	
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Mapeamento sistemático em escala pequenas e médias; mapeamento temático em todo território nacional
DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército	Divide com IBGE a responsabilidade pelo mapeamento sistemático; licencia atividades aerofotogramétricas em território nacional
DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação	Produção de cartas náuticas
ICA – Instituto de Cartografia da Aeronáutica	Produção de cartas aeronáuticas
Prefeituras, empresas de prestação de serviços comunais (energia, água, etc.), Institutos de Planejamento Urbano	Mapeamento cadastral e mapeamento topográfico na escalas acima de 1:25 000
CARTOGRAFIA TEMÁTICA	
INPE – Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais	Imagens satélite (CBERS, Landsat e AVHRR) e alguns tipo de mapeamento geoambiental
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Desenvolve em parceria (INPE, Governos Estaduais, IBGE e Universidades) diversos projetos de mapeamento temático, inclusive de Zoneamento Ecológico-Econômico
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral	Mapeamento geológico, hidro-geológico, geomorfológico e de recursos e da produção mineral. Mapeamento de riscos ambientais ligados aos processos geomorfológicos; levantamento geofísicos e geoquímicos
ANA - Agencia Nacional de Recursos Hidricos	Mapeamento hidrográfico e do potencial hídrico, classificação nacional de bacias hidrográficas e do seu potencial produtivo e energético
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia	Mapeamento climático e meteorológico; mapeamento de eventos críticos; monitoramento de tempo
<u>Instituições estaduais de pesquisa agropecuária e meteorológica.</u> Exemplo : CIRAM – Centro Integrado de Recursos e Informação Ambientais da EPAGRI -SC	Mapeamento de solos do Estado de SC; Levantamento ambiental e hidrometeorológico; Gerenciamento de bacias hidrográficas.
<i>Fontes de dados cartográficos (quadro do autor)</i>	

4.3 DISPONIBILIDADE DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO MERCADO BRASILEIRO

Como vimos anteriormente, uma das fontes de extrema importância para mapeamento geocológico são os dados de sensoriamento remoto. Apesar de grandes avanços tecnológicos nesta área em nível mundial, o seu uso em território nacional é condicionado à disponibilidade, ou, então, a possibilidade de aquisição e utilização de respectivos dados, por razões comerciais e legais (como no caso de fotografia aérea infravermelha ou laserscanner aerotransportável).

O mercado de dados do sensoriamento remoto é um mercado da informação, e como tal evolui e transforma-se muito rápido. As modificações são expressas em diversificação constante da oferta de dados e seu barateamento significativo, assim como em aumento de concorrência de fornecedores autorizados.

O Moskalenko (2001) diferencia as tendências mais importantes deste mercado global, que interpretados no que diz respeito às fontes de informação para estudos ambientais e atualizados conforme últimos acontecimentos nacionais apresentam-se de seguinte maneira:

- (1) Existência dos sistemas (cuja quantidade aumenta constantemente) que disponibilizam os dados via Internet sem encargos financeiros. Via de regra, são os sistemas meteorológicos com baixa resolução (1000 m e inferior):

METEOSAT (www.ccc.nottingham.ac.uk/pub/sat-images),

GOES (www.goes.noaa.gov),

GMS (<ftp://rsd.gsfc.nasa.gov/pub/Weather/GMS-5/gif/mapped>).

Entre estes sistemas a maior popularidade e disseminação adquiriram os dados dos satélites NOAA (www.saa.noaa.gov), principalmente do sensor AVHRR (1,1 km, 5 bandas espectrais), que tem alta resolução radiométrica (10 bits), possibilidade de calibração radiométrica e alta periodicidade de imageamento (2-3 horas). Dados deste sensor têm utilidade em diversas áreas práticas – como controle de incêndios e seus focos com 30m (!) no local.

Em 2000 foi lançada plataforma Terra com sensor MODIS, que potencialmente representa um forte concorrente ao AVHRR. O MODIS dispõe de 36 canais com de 250 a 1000 m de resolução e fixa de imageamento de 2000m. Seus dados também são disponíveis via

Internet. O sensor ASTER (comercial) da mesma plataforma dispõe de 14 canais com 15 e 30m de resolução no visível e 90m no infravermelho.

- (2) Entre os sistemas comerciais de resolução média-alta continuam em maior destaque os sistemas Landsat e Spot. O Landsat-7, lançado em 1999, estabeleceu um novo padrão de preços da imagem 180x183 km o que abriu significativamente o seu mercado. Além disso, o sensor instalado ETM+ dispõe de canal pancromático (15 m) e de canal termal (60m contra os 120m do Landsat-5). Melhorou também a cobertura da superfície terrestre com as imagens em boas condições meteorológicas. Para busca de dados sobre uma determinada área basta acessar os Internet-catalogos da USGS, Eurimage, INPE ou uma das empresas distribuidoras oficiais.

Sistema

SPOT, apesar dos sucessos do Landsat-7, continua ocupar uma das posições-chave no mercado. SPOT representa um sistema clássico (10 m no pancromático e 20 no multiespectral) – 2 canais no visível; 1 – no infra-vermelho próximo e 1 – no intervalo de 1.55-1.75 μm , destinado ao observação de índice vegetativo. Permite formação do par estéreo com recobrimento de 60%, que para uma cena de 60x60 km permite gerar modelos numéricos 36x60 km com passo da rede DTM de 10m. O sensor permite programação do imageamento de um determinado território. A política de preços também se tornou mais flexível, assim como foi mudado o conceito de dados de arquivo – todas as imagens desde 1986 com exceção dos últimos dois anos. Os catálogos de imagens são disponíveis no site da firma SpotImage ou concessionárias nacionais. No final de 2001 foi lançado SPOT-5 que realiza imageamento com resolução dobrada (5m no pancromático e 10m no multiespectral), além disso tem possibilidade de imageamento em regime especial com resolução de 2,5m. Outro sistema cada vez mais internacionalmente popular entre os usuários é o IRS (Índia). No Brasil, em função de diversos fatores (altos custos e direitos de propriedade de informação) estes dados, assim como do KOMPSAT, QuikBird e outros, não obtiveram uma boa disseminação. Os sensores dos satélites de última geração (IRS- 1C e 1D) permitem obter as imagens pancromáticas com 6 m e multiespectrais com 23 m de resolução. A insuficiência consiste na resolução radiométrica baixa do sensor pancromático (6 bit). Em 2002 planeja-se lançamento de duas plataformas IRS P5 e P6 com resolução de 2,5 m no pancromático.

- (3) O surgimento no mercado desde setembro-novembro 1999 de imagens de alta resolução do IKONOS-II, representou um acontecimento significativo no mercado. Junto com 1m de

resolução para imageamento pancromático o sensor realiza imageamento multiespectral com 4m, e alta resolução radiométrica 11bit. A empresa Space Imaging (www.spaceimaging.com) mantém os preços bastante altos, o que reduz a relação de custo/benefício para os projetos, que não tem exigências específicas.

Depois do problema no lançamento do QuickBird-1 em 2001 o IKONOS ficou por um tempo praticamente sem concorrência no mercado mundial, exceto as imagens históricas dos sensores russos (www.sovinformspuutnik.com ou www.geodesign.com.br) e satélites americanos CORONA, LANYARD e ARGON (<http://edcwww.cr.usgs.gov/webglis>). A situação tende a melhorar com entrada em funcionamento do QuickBird-2, OrbView-3 e 4 (www.orbimage.com) e com aumento da operacionalidade do sistema EROS, cujo imagens com praticamente mesmos parâmetros do IKONOS têm preço cerca de 40% inferior.

- (4) Cada vez está mais ampla a oferta de DSR de tipos alternativos – hiperespectrais, radar e laser. Earth Observing –1 (EO-1) com sensor hiperespectral com 220 canais e 30 m de resolução está funcionando, Porém os equipamentos e os softwares que permitem trabalhar com estes dados, assim como os métodos de sua análise e interpretação, representam ainda problemas de diversa ordem.

As imagens Radar representam-se no mercado essencialmente por imagens (históricas para o Brasil) dos sistemas Radarsat (www.rci.ca) e ERS (www.eurimage.com). O primeiro é mais caro em função de maior resolução (8m contra 30m) e maior número de regimes de imageamento. Em alguns casos representam interesses imagens históricas do sistema japonês JERS-1 (www.eurimage.com).

- (5) As imagens do satélite chino-brasileiro – CBERS – com duas câmaras CCD 4 e 5 canais e 80 e 20 m de resolução, respectivamente; são comercializados pelo INPE e apresentam encargos muito inferiores dos sistemas estrangeiros. Porém, o seu potencial interpretativo ainda é pouco conhecido em nível nacional. Com tempo, sem dúvida, ocupará um dos lugares mais importantes no fornecimento de dados para mapeamento e observações em escala média.
- (6) A disponibilidade de dados fotogramétricos, fornecidos por levantamento aéreo, hoje indispensavelmente apoiado por tecnologia GPS, está cada vez maior no Brasil. Nas últimas décadas, com demanda crescente em mapeamentos sistemáticos em escalas média e grande, cada vez mais empresas públicas, prefeituras e entidades governamentais de direito

contratam serviços de empresas nacionais de aerolevanteamento. Os materiais destes, normalmente no pancromático, em formato analógico e digital, considerando a expansão de tecnologias de processamento digital, estão cada vez mais acessíveis ao pesquisador (com ou sem encargos financeiros). As fotografias coloridas são normalmente raras. As tecnologias fotogramétricas em infravermelho, e outro tipo de sensores aerotransportáveis (como scanners radar, multiespectrais ou Laserscanner) ainda são limitados quando a disponibilidade em território brasileiro.

Como foi dito anteriormente, o mercado de DSR é muito volátil. Dentro de um ano podem ocorrer várias transformações: surgem novos sensores, tecnologias de processamento, equipamentos e próprios sensores mudam constantemente de preços. Portanto, é importante fazer uma sondagem do mercado quando o planejamento das investigações.

A disponibilidade de imagens e DSR de diversos sensores no mercado nacional (para maio de 2002) apresentam-se no Quadro 11.

QUADRO 11 - Disponibilidade dos principais sistemas de sensoriamento remoto para estudos geoambientais no Brasil (situação para junho de 2002 – levantamento do autor)

SISTEMAS DE SENSORES IMAGEADORES		Resolução espectral (Nº bandas)	Resolução espacial máxima (m)		Tamanho da cena/ faixa de observação (km)	Disponibilidade no Brasil/provedores e distribuidores ⁷	
			pixel	feição			
BAIXA RESOLUÇÃO satélites de órbita alta	AVHRR-3 (Advanced Very High Resolution Radiometer) NOAA-15 (1998)	5	1100	3300	Opera em três formatos ⁸ 2.833	Distribuidor - INPE www.cptec.inpe.br/satelite/indexp.html	
	SeaWiFS OrbView-2 (1997)	8	1130	3300	2800	Requisição da programação da imagem online através da ORBIMAGE www.orbimage.com .	
	VGT (Vegetation Sensor) SPOT 4 (1998)	4	1150	340	2250	INPE www.cptec.inpe.br/satelite/indexp.html	
	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectro-Radiometer) Resolução Média Espectrômetro	27	1000	3000	2300	somente através do programa MODIS exceto para sensor Aster http://modis.gsfc.nasa.gov/data/index.html	
	7	50	1500	1150			
	2	25	750				
MÉDIA RESOLUÇÃO satélites de órbita média	CBERS Satélite Chino-brasileiro (1998)	WFI	2	258	?	890	INPE www.dgi.inpe.br/html/Instrucoes-CBERS.htm
		High Resolution CCD Camera	5	10- 19,5	?	113	
		IRMSS	4	80 (160 termal)		120 950	
	ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) um dos sensores do sistema MODIS – EOS-AM-98	VNIR: 3 bandas	15 m		60	distribuidor no Brasil – firma ENGESAT imagens por programação www.engesat.com.br/satelites/aster.htm	
		SWIR: 6 bandas	20 m				
		TIR: 5 bandas	90 m				630
	Landsat 7	termal	60	180	185	INPE www.dgi.inpe.br/html/Instrucoes-CBERS.htm ; ENGESAT, INTERSAT e outras	
		6	30	90			
		pan	15	45			
	SPOT 1,2,3, 4 e	4	20	60	120	Até 1997 pelo catalogo da INPE recentes e para programação – ENGESAT e INTERSAT (SPOT 4) www.intersat.com.br/satelites/index.htm www.engesat.com.br/satelites/spot.htm	
pan		10	30				
SPOT 5	6 + pan	10 5		950 176			
LISS (Linear Imaging Self- Scanning) IRS (Indian Remote Sensing) – 1D(1997)	4	29,5 70,5 6	18	142	ALADO - Imagens de Satélite e Informática www.alado.com/satellite/portugues.html		
KOMPSAT	EOC, Electro- Optical Camera	4 pan	6,6		17 Representante oficial ENGESAT www.engesat.com.br/satelites/kompsat.htm		
AMI (Active Microwave Instrument) RADAR do ERS 1 e 2	SAR de Banda C	30	?	100	distribuidor oficial ENGESAT www.engesat.com.br/satelites/ers2.htm		

⁷ Dados sujeitos à constantes atualizações

⁸ High Resolution Picture Transmission. (HRPT); Local Area Coverage (LAC); Global Area Coverage (GAC)

	PCA RADARSAT (1995)		SAR de Banda C	10 - 100	N/A	200 -500	estão disponíveis imagens históricas através do INPE www.dgi.inpe.br/ ou recentes por programação RADARSAT-2 Project Reaches Milestone- www.mda.ca/radarsat-2/products/index.shtml e pela empresa TREETEK no Brasil www.threetek.com.br/radarsat.htm
ALTA RESOLUÇÃO satélites de órbita baixa	SOVIFORM SPUTNIK Spin-2	TK-350	Pan	N/a	10	200	Revendedor no Brasil -GeoDesign Internacional www.geodesign.com.br/ imagens1992-99 para algumas áreas do Brasil e por programação www.sovinformspunik.ru
		KVR- 1000	pan	N/a	2	40	
		DK -1 sistema de imageamento por missão	pan	1	n/a	100 400 para novos pedidos	
	Space Imaging EOSAT Ikonos 1		4 pan	4 1	12 3	11	Revendedores no Brasil: ENGESAT www.engesat.com.br/satelites/ikonos.htm e TREETEK www.threetek.com.br/radarsat.htm
	Earth Watch- Earlybird		3 pan	15 3	15 9	30 6	Por programação através da cia Earth Watch www.earthwatch.com e INTERSAT no Brasil www.intersat.com.br/satelites/index.htm
	Earth Watch- Quickbird		4 Pan	4 1	12 3	? ?	
	OrbView-3		4 pan	8 1	24 3	8 4	
EROS		multiesp	0,82	1,8	16	Por programação www.imagesatintl.com/satelites.html e INTERSAT no Brasil www.intersat.com.br/satelites/index.htm	
Fotografia aérea	Escala pequena: 1: 60 000 e menor		3	n/a	1m	10 km	Levantamentos executados por licitação pública e normalmente disponíveis junto aos órgãos públicos ou companhias de gerenciamento de infra-estruturas
	Escala média	1:40 000	3	n/a	0,5	1 km	
		1:15 000			0,3	2 km	
	Escala grande: 1: 15 000 e maior 1: 2 000		3	n/a	0,1 0,05m	1 km 0,1 km	
Novos sensores	ALTM <i>(Airborne Laser Terrain Mapper)</i>	IFV prox	0,25 –0,50	Altim 0,15	Faixa 50-700	Detentores do sensor no Brasil são as empresas ESTEO e GEOID http://www.esteio.com.br/ produtor empresa canadense OPTECH http://www.optech.on.ca/	
	Laserscanner	RGB IFV	0,05	Altim 0,15	n/a	Detentora empresa alemã Toposys http://www.toposys.com até ao momento não disponível no Brasil, licenciamento previsto para 07/2002	
	ENVISAT	ASAR (Advanced Synthetic-Aperture Radar) MERIS (Medium-Resolution Imaging Spectrometer) AATSR (Advanced Along-Track Scanning Radiometer) RA-2 (Radar Altimeter 2) MIPAS (Michelson Interferometric Passive Atmospheric Sounder) GOMOS (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars) 10 SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography)		ENVISAT Exploitation Program des British National Space Centres (BNSC) www.dfd.dlr.de/projects/ENVISAT/Index/glossary.html A ENGESAT comercializará os dados gerados pelo novo satélite, a começar pelos gerados pelo instrumento ASAR www.engesat.com.br/satelites/envisat.htm			

Capítulo 5 - MAPEAMENTO TEMÁTICO DIGITAL – PADRONIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS

Este capítulo sistematiza a metodologia de procedimentos de coleta, processamento e edição de dados cartográficos digitais, provenientes dos inventários ambientais e geoecológicos. Baseado na ampla pesquisa bibliográfica em normas internacionais de cartografia e de processamento de dados digitais, tem por objetivo estabelecer os procedimentos-padrão para formatação dos dados digitais espaciais e temáticos no que concerne aos componentes de um mapa geoambiental.

A referida padronização de procedimentos é de essencial importância, pois permite:

- a) facilitar os trabalhos de mapeamento digital temático;
- b) criar uma estrutura, conteúdo e a visão únicos das especificações dos dados digitais;
- c) garantir a qualidade e consistência do mapeamento final;
- d) preparação de dados para seu posterior uso em SIG, sem duplicação de esforços;
- e) possibilitar uma maior integração e interoperacionalidade¹ entre os dados digitais dos projetos distintos.

Para definir a metodologia-padrão de procedimentos foi necessário realizar o estudo da normatização cartográfica internacional e das suas tendências, diferenciando as normas de maior aceitação e respaldo, assim como as mais adaptáveis de ponto de vista dos objetivos desta pesquisa. A partir de normas selecionadas foi feita uma síntese seletiva, estruturando uma metodologia de padronização de procedimentos de mapeamento digital temático, que embasou os trabalhos cartográficos realizados no âmbito da pesquisa.

¹ Interoperacionalidade é a qualidade do arquivo gráfico digital de perpetuar e ser transferido de um sistema computacional e programativo para outro sem alteração e/ou perda de seus atributos.

5.1 NORMALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA INTERNACIONAL E MAPEAMENTO TEMÁTICO (breves considerações)

Atualmente, o desenvolvimento de normas cartográficas realiza-se em duas perspectivas fundamentais: genérica e específica (segundo o perfil da informação ou do produto). Neste sentido, a normatização representa um sistema de documentos hierárquicos: as genéricas definem o perfil das específicas, tornando os sistemas mais flexíveis e acessíveis em termos de implantação de novos complementos.

A maioria de normas internacionais, disponíveis atualmente para análise, são genéricas, as que se referem aos modelos conceituais genéricos de dados geoespaciais e de sistemas para seu processamento.

As normas específicas, referentes ao processamento e geração de dados temáticos ou de mapeamentos em escala específica, na maioria de países estão ainda em fase de elaboração. Neste caso o Canadá apresenta um sistema de normas mais evoluído (mais diversificado) e é a fonte de excelentes exemplos de integração sistemática de dados espaciais. Outros países, como Rússia e países da Comunidade Européia, desenvolvem projetos complexos de elaboração participativa de normas, tanto genéricas quanto específicas, visando a interoperacionalidade e controle de qualidade de dados e produtos cartográficos gerados.

Conforme os critérios de seleção de normas internacionais para embasamento deste trabalho (definidos no capítulo da metodologia da pesquisa) se diferenciam como mais avançadas e detalhadas três normas gerais, as que tratam de modelos conceituais do mapeamento digital como um todo em diversas escalas e com objetivos distintos (normalmente do mapeamento topográfico): SDTS (Spatial Data Transfer Standard), SAIF (Spatial Archive and Interchange Format) e DIGEST-C com vinculada a esta Urban Vmap (DC DSTF, 1991; DMA, 1996; DODISS, 1993). A sua seleção foi motivada também pelo fato de serem escolhidas como básicas para geração das internacionais CEN/TC 287 e ISO/TC 211, assim como para desenvolvimento do OpenGES Consortium (OGC). As comissões técnicas de vários países discriminam estas normas no topo da lista de normas funcionais de perfil genérico (Quadro 12).

QUADRO 12 - Principais normas internacionais de produção de dados espaciais e cartografia de perfil genérico (quadro do autor)

PROPRIEDADES	NORMAS CARTOGRÁFICAS INTERNACIONAIS:		
	SDTS	SA & IF	DGIES&UVMAP
Objeto de normatização	Estabelece modelos conceituais e parâmetros de transferência de informação espacial desenvolvida por varias agencias federais de USA.	Interoperabilidade de dados espaciais e espaciais – temporais produzidos ao nível do território canadense.	Uniformização de métodos de aquisição de dados espaciais e de edição cartográfica digital
Agencia executora	USGSE	Surveys and Resource Mapping Branch of the British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks	National Imaging and Mapping Agency of USA (NIMA)
Inter-operacionalidade	Compreende cerca de 93 diretivas e abrange os formatos vetorial-topológico e raster	Compatível com SQL, OpenGIS e outras normas como SDTS e DIGEST	Considera formatos raster e vetor (spaghetti, chainmode e topológico) e métodos de reconversão, uso de codificações para anotações.
observações	Obrigatória para todas as agencias provedores de informação espacial para o Governo de USA	Atualmente utilizada em todo Canadá e a extensão norte noroeste de USA	Fornece suporte para execução de produtos vetoriais (VPF) de escala grande como os mapas urbanos.

A principal característica destas normas genéricas é a sua versatilidade. As normas como DIGEST &Uvmap, apresentam um sistema complexo de documento, sendo as suas vantagens funcionais avaliadas pelo seguinte (HADZILAKOS *et al.*, 2000):

- (1) dispõe de alto nível de fundamentação teórica (extensa e complexa);
- (2) dispõe de modelo conceptual avançado, que admite diferenciação de níveis de complexidade de dados;
- (3) alguns de seus parâmetros estão disponíveis para sugestões e alterações;
- (4) considera a produção cartográfica de escala grande e integração de dados cadastrais;
- (5) sustenta quatro níveis de topologia vetorial;
- (6) enfatiza o controle de qualidade;
- (7) compreende a compilação complexa de metadados, cobrindo todos os aspectos de dados geoespaciais e seus atributos;
- (8) aceita a transferência de dados incompletos, i.e. dos que não atendem por completo à um modelo específico de dados geoespaciais, o que é de extrema importância para atividade prática;
- (9) não limita os atributos técnicos dos sistemas computacionais;
- (10) maioria de provedores de SIG's comerciais produzem os conversores de formatos adotados aos parâmetros da norma;
- (11) aberta a customização sem afetar a funcionalidade de ferramentas do software;

- (12) é amplamente difundida na Europa e USA, dispõe de atualização e suporte contínuo;
- (13) tem maior peso em questões de natureza político, econômico e social, que afeta positivamente sua aceitação e renome no mundo inteiro;
- (14) é compatível como europeia CEN/TC 287 e a internacional ISSO TC 211;
- (15) acessível via Internet sem custos.

Todas estas observações justificam a seleção de parâmetros técnicos e de procedimentos fundamentais de controle de qualidade do mapeamento a partir desta fonte, já que a mesma garante padrão universal, suporte, atualização e interoperacionalidade. Por outro lado, atualmente deve ser observada também a coerência entre as normas internacionais e as novas diretrizes metodológicas do IBGE.

As normas genéricas permitem extrair os parâmetros semânticos e topológicos do mapeamento digital, estrutura genérica de coleta, avaliação e processamento de dados geoespaciais. Por outro lado, as normas temáticas (disponíveis essencialmente no Canadá e USA) permitem analisar as metodologias consolidadas de mapeamento geocológico e de uso de solo, apreciar seus parâmetros cartográficos digitais e avaliar a possibilidade de adaptação destas experiências em nível nacional.

Contudo, o mapeamento temático demanda a definição de distintos parâmetros de levantamento e processamento de dados que implicam em critérios de qualidade do produto cartográfico final, como sua exatidão temática e espacial. Para definição mais adequada destes parâmetros foi necessário recorrer às diversas normas de caráter específico, basicamente canadenses, que discriminam os procedimentos de controle de qualidade e de levantamentos de campo para os fins de mapeamentos ambientais em diversas escalas, assim como avaliam o potencial de suas aplicações em função da exatidão espacial. Assim, foram consideradas e trabalhadas como fontes de maior valor as:

- (1) **Standards for predictive ecosystem mapping: Inventory Standard.** RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Ecosystems Working Group Terrestrial Ecosystem Task Force Resources Inventory Committee. Version 1.0. November 1999;
- (2) **Standards for Terrestrial Ecosystem Mapping in British Columbia.** RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Ecosystems Working Group Terrestrial Ecosystem Task Force Resources Inventory Committee. Version 1.0. May 1998;

- (3) **Guidelines and standards to terrain mapping in British Columbia.** RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Surficial Geology Task Group Earth Sciences Task Force British Columbia. January, 1996;
- (4) **Geospatial Positioning Accuracy Standards.** PART 4: Standards for Architecture, Engineering, Construction (A/E/C) and Facility Management . FGDC. FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. July 1, 1998.

A seqüência metodológica, abaixo definida, segundo a normatização vigente discrimina procedimentos genéricos para elaboração de todos os mapas geocológicos e deve ser tomada como base para execução de mapeamentos temáticos do gênero.

5.2 ESTRUTURA GERAL DO PROCESSO DE MAPEAMENTO TEMÁTICO DIGITAL

A Figura 13, na seqüência, apresenta um esquema geral de procedimentos, que constituem o processo de mapeamento temático. É importante observar que a execução sistemática e rigorosa de todas as etapas do processo constitui a condição necessária para garantia da qualidade do produto final. O conteúdo e as especificações de cada etapa são abordados na seqüência.

5.2.1 Planejamento do projeto de mapeamento temático

A qualidade dos mapas digitais (MDs) depende em muito da estruturação do processo da produção, dos meios técnicos e dos software escolhidos, assim como dos próprios procedimentos para sua criação e processamento. Este parágrafo discrimina os principais passos necessários para desenvolvimento do mapeamento geocológico. A compreensão e execução precisos de todos os passos são imprescindíveis para atender os objetivos do projeto e as exigências de qualidade do produto cartográfico final.



* etapas obrigatórias somente para os mapeamento de inventário geoecológico; os mapas que refletem indicadores geoambientais sintéticos normalmente excluem estas etapas, considerando que são gerados por geoprocessamento

FIGURA 12 - Esquema geral do processo de mapeamento temático (fonte: RIC, 1998)

O planejamento é o passo mais importante do processo de mapeamento. A realização dos objetivos e a qualidade do produto cartográfico final dependem de como foi realizado o planejamento do projeto.

5.2.2 Definição do projeto, desenvolvimento dos objetivos e do plano de trabalhos

Devem ser realizados nesta etapa seguintes passos:

- a) definir os propósitos e objetivos do projeto;
- b) determinar as necessidades e exigências do contratante (mapas, textos interpretativos, relatórios, legendas, BD, estatísticas, etc.);
- c) delinear os limites da área sobre o mapa-base;
- d) definir a escala e o nível de controle de exatidão;
- e) desenvolver um plano simples de trabalhos;
- f) definir os dados e tributos a serem coletados;
- g) definir a equipe e material logístico;
- h) definir as exigências da editoração digital/SIG;
- i) consultar as normas e manuais técnicos em vigor para padronização da edição topológica e cartográfica.

A definição do projeto consiste na determinação prévia clara e precisa do objeto, dos objetivos, dos métodos e parâmetros técnicos de execução do MD.

Compreende-se como,

Objeto: área (território), especificidade de fenômenos;

Objetivos: predestinações do uso do produto cartográfico finais e dos seus derivados;

Parâmetros técnicos: projeção cartográfica; escala e/ ou detalhe das informações; rede geodésica; fontes de dados cartográficos, software, equipamentos, etc.

A definição do projeto resume-se na elaboração de uma nota ou minuta de intenções, que determina a estrutura dos trabalhos a ser seguida.

O planejamento de procedimentos permite desde início avaliar corretamente a capacidade laboral e de tempo do processo, as forças e os meios necessários para chegar a um resultado final adequado.

O **planejamento** do projeto deve incluir:

- (a) **A escolha adequada da fonte cartográfica.** Esta ligada não somente com o conteúdo e atualidade dos dados e informações que devem ser representados no mapa, mas com opção adequada de detalhe das informações que o arquivo digital deve absorver, principalmente se o projeto está vinculado ao mapa-base com uma determinada escala. O grau de detalhe de um mapa, obviamente, depende dos objetivos do seu uso. Não se deve querer criar um mapa único para todas as ocasiões. O uso de mapas de uma seqüência hierárquica de escalas não é menos atual para os mapas digitais do que para os seus análogos em papel. A afirmação – “do que mais pormenorizado é melhor” – para os mapas digitais não serve. O uso de tecnologias computacionais acrescenta o fator de volume do mapa, que este ocupa no disco, da velocidade de trabalho em tempo real no monitor e limitações do campo da tela (LEBEDEVA & ILUITIN, 2000). Por isso a escolha da fonte pode levar a elaboração de uma série de mapas: de gerais para toda região até mais complexos para determinadas áreas-chave. *O detalhe excessivo de informações pode refletir-se negativamente na perceptibilidade do mapa, aumentando a quantidade de elementos não importantes e encobrindo os elementos preponderantes.*
- (b) **A fonte(fontes) do mapa digital deve ser avaliada:** sua condição física (se for a fonte em papel – o grau de deformação); métodos e a precisão da aquisição de dados digitais (se a fonte é numérica); a atualidade da fonte (datas de edição ou da última redação); a existência de informação auxiliar (autores, editores, dados sobre redes de apoio geodésico; dados sobre projeções e base matemática como um todo, etc.). A ausência ou qualidade baixa de qualquer dos parâmetros designados pode, a partida, definir baixa qualidade do produto cartográfico final, que os usuários vão comparar não com a fonte de dados, mas com a realidade. O aumento da exatidão do mapa ou recorrência para as fontes auxiliares (por exemplo – imagens fotogramétricas) a primeira vista podem complicar o trabalho, porem aumentam a sua rentabilidade e qualidade no final.
- (c) **Seleção adequada do método e de meios de automação do mapa,** que devem corresponder aos objetivos do projeto e opções de uso final do mapa;
- (d) **Descrição da seqüência exata de procedimentos,** o que previne os passos em falso ou falhas em etapas importantes;

- (e) Depois da definição de fontes deve **ser projetado o formato e conteúdo do arquivo(s) digitais** de dados da respectiva fonte;
- (f) Define-se o volume total de trabalhos e elabora-se um **cronograma de execução**. Todas as camadas temáticas devem passar pela seqüência tecnológica de automação, correção e vinculação com atributos antes da comparação conjunta e *design* final.

5.2.3 Compilação de BD existentes sobre a área

Visa facilitar os procedimentos de mapeamento temático da área e consiste em:

- a) determinar que tipo de informação e de mapeamentos já existem para área de estudo e/ou áreas adjacentes; qual é a sua utilidade para desenvolvimento do projeto;
- b) definir a base geográfica adequada para projeto;
- c) realizar a revisão das fotografias aéreas e adquirir as fotos mais recentes na escala e qualidade necessários para realização dos trabalhos;
- d) realizar uma revisão das classificações bioclimáticas, florísticas, ecológicas (etc..), que envolvem a área de estudo;
- e) todas as fontes de dados ambientais devem ser coletadas e organizadas em um banco de dados.

5.2.4 Reconhecimento em campo

É um procedimento indispensável para estabelecer a relação entre as feições discriminadas na foto aérea e as características das unidades da paisagem em campo. A visita de reconhecimento se realiza após de principais informações ambientais serem compiladas e as fotografias aéreas adquiridas (sempre na escala superior ou igual à do mapeamento final).

O reconhecimento de campo deve proporcionar a compreensão preliminar:

- a) do padrão espacial da distribuição das feições da paisagem (i.e. efeitos microclimáticos e antrópicos, padrão de alteração dos solos, geologia e vegetação);
- b) da relação entre as propriedades naturais da área e as feições poligonais;

- c) da relação entre a morfologia das feições no terreno e polígonos na fotografia aérea;
- d) da facilidade de acesso e das possibilidades logísticas para trabalhos de campo.

É necessário sublinhar que a visita de reconhecimento deve ser obrigatória para toda equipe do projeto. O volume de futuros trabalhos de campo dependerá da completude e complexidade de informações iniciais a respeito de processos e situação ecológica na área. Em áreas de acesso difícil e com custos elevados da logística a visita de reconhecimento é recomendada após de pré-classificação dos polígonos sobre a fotografia aérea.

5.2.5 Desenvolvimento do projeto da legenda

Após um estudo prévio e a visita de reconhecimento deve ser elaborada uma legenda de trabalho ou chamado *projeto da legenda*, que deve considerar uma representação harmônica e sistêmica de todos os fenômenos e objetos de mapeamento presentes na área de estudo. Para os projetos de mapeamento geoecológico complexo (como os exigidos em EIA/RIMA) a elaboração do projeto da legenda tem importância específica e deve basear-se na análise do modelo gráfico de composição do geossistema local.

O modelo gráfico de composição do geossistema representa um esquema (como foi exemplificado do Capítulo 3) onde são referenciados graficamente os principais componentes do geossistema e vínculos funcionais entre estes, e constitui um instrumento do seu conhecimento. O emprego de modelo gráfico permite compreender toda a complexidade de vínculos e da estrutura do geossistema. Permite detectar os problemas e relações latentes, ocultos para observação direta, e ao mesmo tempo reintegrar para análise os elementos das avaliações setoriais. Em termos gerais o modelo gráfico do geossistema deve diferenciar quatro aspectos principais: produtivo, não produtivo, componentes gerais e vínculos externos. O caráter e complexidade de vínculos que são diferenciados entre estes definem os aspectos e diversidade dos problemas geoecológicos característicos para região, permitem prever os impactos possíveis e realizar o prognóstico de desenvolvimento em função de introdução de novos objetos de planejamento na estrutura já existente.

Para mapeamento geocológico o modelo de geossistema permite fazer um rol de problemas e fenômenos naturais, antrópicos e geocológicos sujeitos ao mapeamento, ordenando-os temática e hierarquicamente. A Figura 14 apresenta um modelo gráfico do geossistema da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, criado para elaboração do projeto de legenda par área-piloto, enquanto o *arquivo “mapoteca geocologia”.doc (CD-ROM)¹* mostra o projeto de legenda para área piloto elaborado na sua base.

A elaboração do projeto de legenda com base no modelo gráfico do geossistema garante a completude estrutural do projeto e o cumprimento dos três de princípios mais importantes do *design* cartográfico: concepção antes da compilação; harmonia e hierarquia; incentivo à emoção e compreensão fácil.

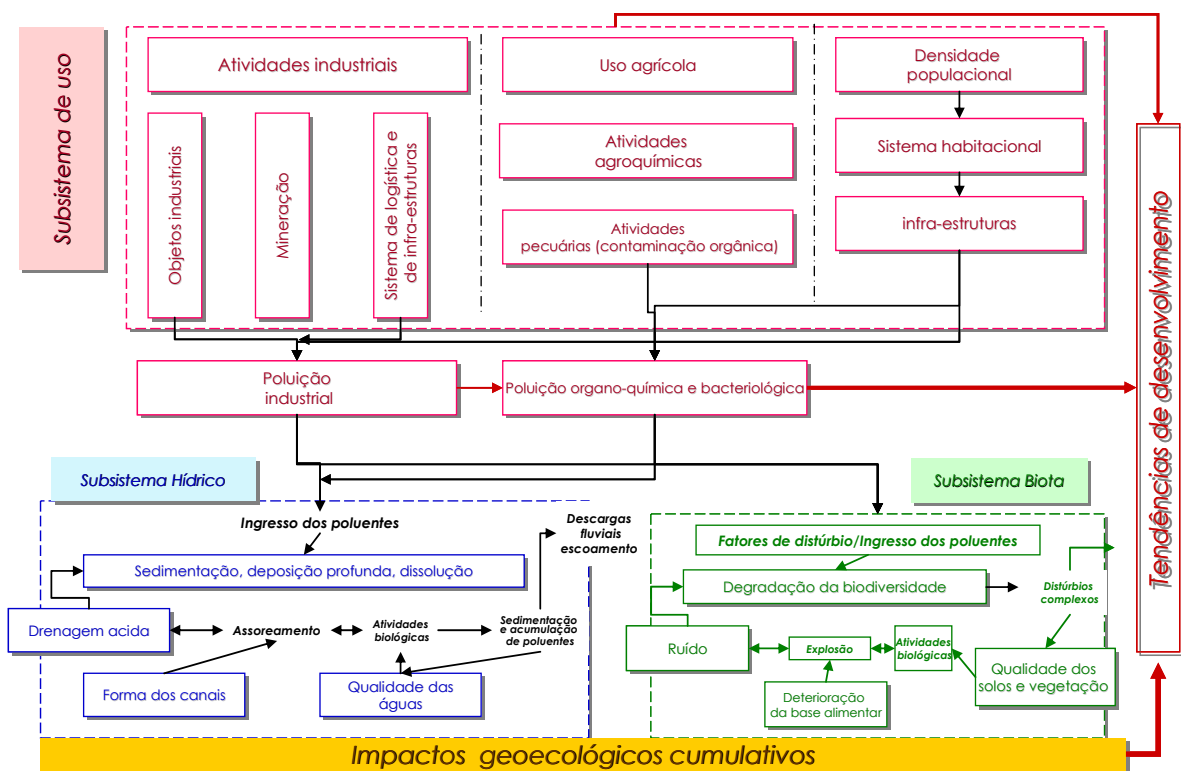


FIGURA 14 - Modelo gráfico simplificado do geossistema da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita (figura do autor)

¹ Acesse pasta: CD: / Apêndices digitais/ mapoteca geocologica.doc

A partir do momento em que se inicia a elaboração dos mapas de cada tema particular os procedimentos de compilação da legenda final se diferenciam em função do objeto da representação de cada mapa. Contudo, a legenda de trabalho bem elaborada permite estabelecer a harmonia gráfica e semântica entre todos os mapas do projeto.

5.3 MAPA – BASE: BASE MATEMÁTICA E GEOGRÁFICA DO PROJETO

5.3.1 Conceito

O mapa-base representa um ponto de partida para a construção posterior dos modelos cartográficos temáticos, que representarão os resultados do estudo ambiental.

Numa visão atual, o conceito de **mapa-base** se refere *ao produto cartográfico digital, editado em um dos formatos operacionais do CAD ou CAM, gerado através da seleção objetiva de níveis de informação gráfica a partir do mapa topográfico ou geográfico geral de alta qualidade, imprescindivelmente provido de metadados completos. O mapa-base tem como principal função configurar a base de elementos gráficos plani-altimétricos, geográficos e específicos (geodésicos e cartográficos) suficientes e necessários¹ para comportar as informações temáticas produzidas e para geração de produtos cartográficos derivados, previstos no projeto em questão.*

O mapa-base deve ser gerado, de preferência, a partir de folhas atualizadas do mapeamento sistemático e de levantamentos cadastrais, ou levantamentos cartográficos compatíveis com estes, criados em escala única e segundo a norma comum – condição indispensável, que garante o uso multifinalitário do mesmo. As fotografias aéreas digitais e principalmente ortofotos

¹ As exigências para com a necessidade e suficiência de elementos do mapa-base dependem da escala e do grau de generalização da imagem cartográfica, definidos para cada projeto em particular.

digitais, também podem ser utilizados na qualidade de base cartográfica do projeto, e freqüentemente são mais apropriadas para o fim¹.

Os mapas-base são fontes das bases matemática (projeção e escala) e geográfica (objetos geográficos do território georreferenciados dentro do padrão da precisão exigida) para mapeamento temático. Enquanto a base matemática garante a qualidade geométrica do produto e sua compatibilidade com outros documentos cartográficos, *a construção precisa e suficiente da base geográfica é de essencial importância para comparação e análise da interdistribuição dos objetos temáticos do mapa.*

5.3.2 Base matemática e georreferenciamento

O mapa é construído na base de rígidas regras matemáticas. Os elementos matemáticos de um mapa são: o *sistema de coordenadas, a escala e a projeção*. Todos os elementos do mapa-base selecionado devem corresponder aos parâmetros do projeto de mapeamento.

5.3.2.1 Sistema de coordenadas:

A posição dos pontos sobre a superfície terrestre é reconhecida através das suas coordenadas, definidas segundo dois métodos principais:

- 1) georreferenciamento com relação à um esferóide (coordenadas geográficas) com especificação da latitude, longitude e altitude. Onde a latitude e longitude são expressas em graus, minutos e segundos, enquanto a altitude em metros com relação ao nível médio do mar (NMM). Uso de coordenadas geográficas é comum em mapeamentos de escala média e pequena. A maioria dos SIG ou CAD, no entanto, não realiza cálculos de área e distância neste sistema, o que requer sua transformação para projeção planimétrica;

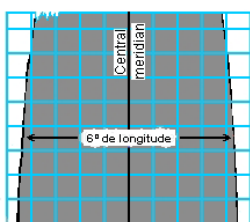
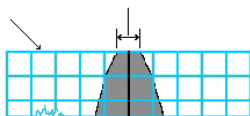
¹ Muitos dos profissionais não familiarizados com os mapas topográficos, poderão com uma relativa facilidade assimilar a base fotográfica, o que viabiliza certos objetivos do projetos. Em alguns casos de extensão regional (áreas sem mapeamentos atualizados) uso de mosaicos digitais pode ser justificado.

- 2) georreferenciamento com relação de um sistema de coordenadas (projeção) planimétricas, com especificação do norte, leste e altitude, onde, norte e leste são expressos em metros com relação a uma origem de coordenadas, enquanto a altitude em metros com relação ao *datum* vertical local.

5.3.2.2 Projeção:

A projeção cartográfica representa um método matemático escolhido para representação da superfície curva da Terra (ou de um elipsóide) sobre um plano. Existe um número muito grande de projeções cartográficas. *A escolha das projeções depende essencialmente dos objetivos do projeto e predestinação do mapa, temática e a extensão da área representada, assim como da localização geográfica do território. Com objetivos de mapeamento topográfico sistemático os países grandes, como o Brasil, são obrigados dividir o seu território em áreas, normalmente designadas zonas ou faixas. Uma das projeções destinadas à resolução desse tipo de problema é a Universal Transversa de Mercator, amplamente utilizada para os territórios com extensão expressiva na direção norte-sul.*

A UTM pode ser definida como projeção do globo sobre um cilindro horizontal tangente em toda extensão de um meridiano (ou sobre um cilindro que corte a esfera – secante). As faixas da superfície terrestre representadas constituem fusos 6° de amplitude, conhecidas como fusos da *Carta Internacional ao Milionésimo*. A origem das coordenadas planas em cada fuso – no cruzamento do Equador com o Meridiano Central (numeradas a partir do meridiano 177°W com sentido Oeste-Leste, utilizando um sistema de eixos coordenados cartesianos no plano) com acréscimo das constantes 500.000 metros para as ordenadas e 10 000 000 m para abscissas (só para Hemisfério Sul, evitando coordenadas negativas). A denominação dos eixos é dada como E (este) e N (norte) correspondentemente.



Na UTM a escala é verdadeira ao longo do meridiano central. A partir do meridiano central, o fator da redução da escala cresce para leste e oeste até atingir o máximo nas bordas do fuso (a 3° do M.C. – 1,0010). As deformações variam por zonas paralelas ao meridiano do centro entre 0,99960 no centro do fuso até 1,00097 nos cantos do mesmo. A distorção

das distâncias, direções e das áreas cresce rapidamente a partir de 15° do meridiano central. *As deformações são importantes também nos extremos sub-polares dos fusos, onde as variações podem atingir alguns milhares de metros.* Assim, somente o Equador e o meridiano central representam as linhas retas. De uma maneira geral, visto que a projeção é conforme, os ângulos e superfícies de uma pequena área (caso do mapeamento topográfico) são suficientemente verdadeiros.

A UTM é utilizada no Brasil para o mapeamento sistemático desde 1955. Para o Estado de Santa Catarina, utiliza-se o Fuso-22S, compreendido entre 48°W e 54°W. Por ser exatamente a projeção utilizada para execução do mapeamento topográfico (escalas 1:10.000 – 1:25.000 e 1:50.000), que fornece os mapas-base para mapeamento temático, *é a projeção utilizada na criação de mapas geocológicos e geoambientais nas referidas escalas.* Os mapeamentos sistemáticos em escalas maiores (como mapeamentos cadastrais) ou aplicações específicas (mapeamentos para fundamentação de projetos locais) requerem o uso de projeções derivadas particulares que minimizam as deformações, como RTM e LTM (Regional e Local Transversa de Mercator) devido às distorções. A necessidade de emprego das projeções RTM e LTM somente é justificável para os mapeamentos de alta precisão em escalas grandes (superiores 1:500), como os levantamentos cadastrais. São dispensáveis para mapeamentos temáticos, devido o valor desprezível das distorções (na ordem de alguns cm) com relação à exatidão de dados temáticos.

Em muitos aspectos, o funcionamento do SIG e a realização dos projetos de cartografia digital estão vinculados à problemática de modelagem das relações espaciais dos objetos de mapeamento (topologia). Por exemplo:

- (a) facilmente analisar e avaliar quantitativamente o modo de apresentação das feições;
- (b) referenciar os atributos das feições com o banco de dados;
- (c) armazenamento mais fácil;
- (d) criação rápida dos *buffers*;
- (e) *overlays* e cálculos das áreas.

Contudo, a representação de dados espaciais em formato digital está amarrada ao plano de um mapa. As projeções cartográficas são as ferramentas de representação do elipsóide da Terra no plano e as áreas calculam-se no plano do mapa, não no elipsóide. Por definição, as relações topológicas não são afetadas através de transformações de projeção. Porém, as áreas, formas, os

ângulos e as distâncias o são. Por isso, a escolha adequada e a precisão nas operações de transformação das projeções devem ser considerados *apriori* em qualquer projeto de cartografia digital.

5.3.2.3 Datum:

Um datum representa uma superfície de referência ou um modelo matemático que substitui a superfície real da Terra nas aplicações cartográficas.

Um datum geodésico é destinado ao posicionamento planimétrico ou altimétrico de pontos sobre a superfície terrestre. É definido:

- uma origem fisicamente materializada (marca de origem);
- as coordenadas geográficas do marco de origem;
- um modelo matemático de simulação da superfície terrestre (elipsóide de referência¹);
- a altura geoidal do ponto de partida;
- a orientação do modelo matemático (azimute de partida).

Diferenciam para fins cartográficos os *data* planimétrico e altimétrico.

(I) Datum Planimétrico ou Horizontal:

Um datum planimétrico ou horizontal é estabelecido a partir da latitude e da longitude de um ponto inicial, do azimute de uma linha que parte deste ponto e de duas constantes necessárias para definir o elipsóide de referência. Assim, forma-se a base para o cálculo dos levantamentos de controle horizontal (Figura 15). Os parâmetros do Datum permitem também comparar as medições de distintos sistemas de referencia, assim como converter um para outro.

Para os países Sul-americanos foi recomendada em 1969 a utilização do Datum designado de **SAD-69**² (através da aprovação do relatório final do Grupo de Trabalho sobre o Datum Sul-

¹ Figura matemática mais adequada à representação da forma da Terra em função da simplificação dos cálculos e da boa aproximação relativa à sua forma real. Veja também o glossário.

² *South American Datum, 1969* - Datum horizontal do Sistema Geodésico Brasileiro, definido no Vértice de Triangulação Chuá (MG), com orientação para o Vértice de Triangulação Uberaba (MG), tendo como superfície de referência o elipsóide recomendado pela União Geodésica e Geofísica Internacional, 1967.

americano pelo Comitê de Geodésia, reunido na XI Reunião Pan-americana de Consulta sobre Cartografia). Porém, apenas em 1979 ele foi oficialmente adotado como sistema de referência para trabalhos geodésicos e cartográficos desenvolvidos em território brasileiro (IBGE, 2001A).

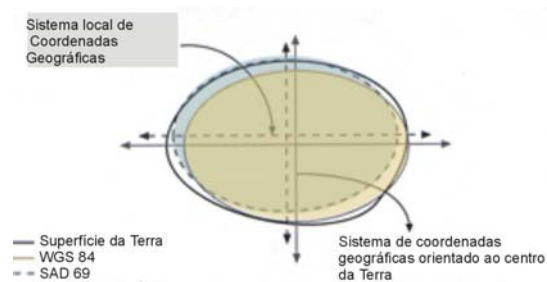


FIGURA 15 - Sistemas Geodésicos de Referência¹

Os seguintes parâmetros foram adotados na definição deste Sistema (IBGE, 2001A):

Superfície de referência : Elipsóide Internacional de 1967(UGGI67).
 semi-eixo maior : 6378160 metros.
 achatamento : 1/298,25
 Ponto datum : Vértice Chuá,
 Coordenadas geodésicas:
 Latitude - 19°45'41,6527'' S
 Longitude - 48°06'04,0639'' W
 Azimute (Chuá – Uberaba) 271°30'04,05''
 Altitude ortométrica : 763,28
 Orientação elipsóide-geóide no ponto datum : $\eta = 0,31$; $\xi = -3,52$; $N=0$ m

A partir de 1997², os usuários do Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE passaram a receber as coordenadas das estações planimétricas resultantes do ajustamento global, concluído em meados de 1996, o que conseqüentemente gerou uma nova materialização da rede planimétrica em SAD-69, a qual passará a ser identificada de **SAD69-1996**.

O SAD-69 (original) e o **SAD69-1996** (materialização 1996) possuem a mesma definição, suas coordenadas diferem somente devido as observações adicionais e as técnicas de ajustamento

¹ Define-se por *Sistema Geodésico Brasileiro* - SGB - o conjunto de pontos geodésicos (dos quais as coordenadas geográficas, planas ou cartesianas foram determinadas com mais alta precisão possível no momento da sua aquisição) implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras nacionais, a qual estão referidas todas as informações espaciais no Brasil (IBGE, 2001 A).

² As mudanças necessárias foram condicionadas em função da implantação do Projeto SIRGAS – veja Glossário.

empregadas. Portanto, segundo COSTA (2001), *não existem parâmetros de transformação disponíveis para transformar uma materialização em outra. As diferenças entre os dois conjuntos de coordenadas (denominadas de distorções), possuem valores que variam, no contexto nacional, em média, 4 metros, sendo que nos extremos sul e nordeste do país estes valores podem chegar a 15 metros.*

Com o reajustamento da rede planimétrica brasileira, visto o impacto da inclusão de novas observações e de uma metodologia de ajustamento mais rigorosa, que altera a geometria (forma) da rede, foi possível detectar distorções existentes antes do processo de reajustamento. *Estas distorções não podem ser estimadas através de uma simples transformação de similaridade* (IBGE, 2001A). A observação cuidadosa deste problema deve ser feita no planejamento de projetos cartográficos, onde por ventura não será possível aquisição de base cartográfica atual, referenciada ao SAD69-1996, e existe a necessidade de se lançar novas coordenadas (materialização 1996), via regra adquiridos com GPS na base cartográfica antiga.

As diferenças de coordenadas provenientes de duas materializações distintas, denominadas por distorções, não têm um comportamento sistemático e homogêneo, o que dificulta ainda mais o estabelecimento de um procedimento para que possam ser estimadas. Além disso, a rede reajustada faz parte da estrutura de alta precisão, o que na maioria das vezes não é a estrutura que serviu diretamente de apoio a um determinado mapa. Os erros decorrentes das distorções da rede em diversas escalas de mapas aparecem como um deslocamento, que poderá ser significativo dependendo da escala de mapeamento e da sua localização geográfica (IBGE, 2001A). O Quadro 13 mostra estas variações e identifica que os deslocamentos correspondentes às distorções máximas são negligenciáveis nas escalas inferiores à de 1:50 000.

QUADRO 13 - Efeito das distorções em diferentes escalas devidas ao reajuste do SAD69

(Fonte: COSTA,2001)

Escala	Deslocamento em metros
1:1 000 000	0,02
1: 500 000	0,04
1: 250 000	0,08
1: 100 000	0,15
1: 50 000	0,3
1: 25 000	0,6
1: 10 000	1,5
1: 5 000	3,0
1: 2 000	7,5
1: 1 000	15,0

As informações a respeito de procedimentos de ajuste de medições e de eliminação de efeito de distorções devem ser disponíveis no arquivo de metadados (ou relatório final) da fonte cartográfica do mapa-base (normalmente na parte de metodologia) ou solicitados aos especialistas do IBGE (no caso de um levantamento específico), que os desenvolvem em função das especificidade da Rede de cada região.

O uso de GPS para obtenção de coordenadas impõe a necessidade de conhecimento de procedimentos da transformação de um sistema de referências (WGS, 1984) para outro (SAD69-1996). No Brasil estes procedimentos são formulados na Resolução da Presidência da República N^o23 de 21/02/89 (IBGE, 2001 B), e compreendem seguintes parâmetros:

Parâmetros/Sistemas	Córrego Alegre ¹	Astro. Datum Chuá	WGS84
Dx (m)	138,0	77,0	-66,87
Dy (m)	-164,4	-239,0	4,37
Dz (m)	-34,0	-5,0	-38,52

Apesar de maioria de software geodésicos realizarem os procedimentos de conversão de sistemas de referência automaticamente alguns cuidados especiais devem ser tomados, sobretudo na conversão dos valores altimétricos. Todos os procedimentos específicos necessários devem ser previstos no planejamento da missão e de trabalhos de campo, assim, como descritos posteriormente, caso sejam efetuados, nos metadados do arquivo cartográfico.

(II) Datum Altimétrico ou Vertical:

Destinado ao posicionamento altimétrico de pontos sobre a superfície terrestre. É materializado por um ponto fixo, cuja altitude sobre o nível do mar é conhecida. Usualmente utiliza-se o nível médio dos mares como altitude zero. O datum vertical constitui referencial geodésico para

¹ Os mapas mais antigos do Brasil adotavam o datum planimétrico Córrego Alegre. Mais recentemente, o datum planimétrico SAD-69 passou a ser utilizado como referência. Modernamente, com o advento das medições GPS, tem sido comum o emprego do datum planimétrico global WGS-84.

medição de altitudes. Deve ser sempre especificado quando um mapa representa fenômenos que refletem os valores de elevação.

No Brasil para medição de altitudes é utilizado um conjunto homogêneo de marcos geodésicos com altitudes de alta precisão¹ em todo o território nacional é formalmente denominado Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) (IBGE, 2002).

Atualmente, grande parte das altitudes² da RAAP refere-se ao Datum de Imbituba, isto é, ao nível médio do mar no Porto de Imbituba (SC) entre 1949 e 1957. Os data altimétricos atuais mostram-se cada vez mais inadequados às necessidades da Geodésia atual³, devido principalmente ao grande período decorrido desde sua definição e também, no caso de Imbituba, à localização desfavorável em relação à RAAP (IBGE, 2002). Com a finalidade de determinar e acompanhar a evolução dos *data* altimétricos do Sistema Geodésico Brasileiro foi concebida em 1997 a RMPG (Rede Maregráfica Permanente para Geodésia), que permitirá que os níveis médios em toda a costa brasileira sejam determinados e correlacionados e proporcionará a correlação entre todos os demais referenciais altimétricos.

5.3.2.4 Escala:

A escala cartográfica reflete o *grau de redução do tamanho de objetos de representação no mapa comparado com os seus tamanhos reais no território*. A definição adequada da escala do mapa-base para mapeamento temático digital depende da escala das investigações geoambientais e condiciona as escalas possíveis das saídas cartográficas finais (e/ou as escalas da visualização).

Deve-se assim fazer uma distinção clara entre a escala definitiva (fisicamente ausente) de visualização do projeto em formato digital (isto é mapa eletrônico ou mapa computacional) e a

¹ Uma precisão melhor que 5 mm...

² A pequena porção da RAAP existente no Amapá não pôde ser conectada ao Datum de Imbituba, levando à utilização do nível médio no Porto de Santana entre 1957 e 1958.

³ A RMPG (Rede Maregráfica Permanente para Geodésia) foi concebida em 1997 pelo Departamento de Geodésia do IBGE com a finalidade de determinar e acompanhar a evolução dos *data* altimétricos do Sistema Geodésico Brasileiro. Três estações já se encontram em operação: Macaé (RJ), com observações desde 1994, Imbituba (SC), desde 1998 – ambas aprimoradas em 2001, através da instalação de novos equipamentos digitais – e Salvador (BA), instalada ao final de 2002 e contemplada com equipamento digital em outubro de 2004.

escolha obrigatória da escala cartográfica do projeto, considerando os objetivos da investigação, e em função desta definição dos parâmetros metodológicos e de qualidade dos produtos gerados. O Quadro 14 reflete a relação entre as qualidades do produto digital e a sua escala cartográfica.

QUADRO 14 - Influencia da escala cartográfica na qualidade de produtos cartográficos digitais (quadro do autor)

Propriedades qualificativas do mapa	Escala cartográfica
Precisão	Depende da qualidade de medições de campo, eficiência de equipamentos e capacidade do software utilizado. <i>Escala cartográfica não exerce influencia direta sobre a precisão.</i>
Exatidão temática	Mostra o quanto exato os objetos reais são apresentados no mapa. Exatidão de interpretação depende, sobretudo, da metodologia da classificação realizada, escala do projeto cartográfico e a <i>porcentagem</i> de checagens amostrais realizados. <i>Obviamente, do que maior escala menos abstraídas são as representações e é maior a porcentagem de checagens em campo.</i>
Exatidão espacial	Refere-se à exatidão do posicionamento relativo ao sistema geodésico, <i>não depende da escala do mapa ou da escala de visualização</i> , e sim da metodologia de medições do campo e <i>porcentagem</i> de checagens.
Exatidão posicional	Representa a estimativa de erros de posições geográficas de objetos no mapa. O erro máximo permitido é estipulado normalmente dentro das normas cartográficas como <i>porcentagem</i> de erros de todos os objetos posicionados no mapa e <i>tem como critério a escala de mapeamento</i> (maior escala – menor o erro admissível, e vice versa).
Exatidão espacial (geométrica) relativa	O grau de veracidade de formas representadas tem dependência direta do grau de generalização das feições que depende <i>diretamente da escala de representação</i> .
Exatidão da digitalização	Refere-se aos erros comuns da digitalização tem mais vínculo com a escala de coleta de dados do que com a do projeto cartográfico propriamente dito.
Resolução espacial	Considerando que os <i>mapas analógicos</i> preservam todos os tamanhos e feições constantes a sua resolução espacial <i>está expressa na escala</i> . No <i>produto digital</i> a resolução espacial define o tamanho mínimo da feição que pode ser visualizada ou representada, portanto depende da evolução de equipamentos de visualização e plotagem, assim como da fonte de dados (como imagem satélite ou mapa analógico) que predetermina a resolução espacial do projeto.
Densidade de dados	DD do mapa analógico coincide com a resolução espacial e é limitada pela escala. No mapa digital é limitada somente pela precisão do projeto e por tanto teoricamente infinita. Na prática dependerá do grau de detalhe do inventário, da natureza de dados e suas convenções cartográficas, que especificam o tamanho da feição mínima.
Grau de detalhe de dados	Representa no mapa digital a quantidade de informação (bits) associada à cada feição em função da precisão do projeto, depende das capacidades de armazenamento do software e teoricamente infinita. Porém na prática o grau de detalhe é limitado pelo grau de densidade das feições lineares, por um lado, por outro não existe necessidade de representação de dados que superam a exatidão espacial requerida.

Na relação entre a escala do mapeamento e a escala de investigação nos estudos ambientais dois momentos podem ser considerados como cruciais para compreensão:

1. O mapeamento temático geoambiental constitui uma metodologia de investigação de evolução espacial de fenômenos de distinta natureza (geológicos, geomorfológicos, pedológicos, etc.); e representa freqüentemente o principal método de pesquisa; nestes casos, como, por exemplo, para o mapeamento geológico, a escala de mapeamento e a escala de investigação representam um só, em todos os seus aspetos;
2. Quando o objeto de estudo é constituído por um ou vários processos geoambientais que excedem os limites de uma área geográfica (objeto de mapeamento), a escala de investigação não coincide com a escala do mapeamento final; a necessidade de intercomplementaridade de escalas do mapeamento na realização do projeto é evidente.

Na escolha de escala para mapeamento, vinculado ao projeto de planejamento territorial, influem essencialmente o nível territorial de execução do plano: área administrativa, município, estado, etc. Entretanto, em cada caso concreto a escala dependerá dos objetivos de criação do mapa: em função das exigências específicas de detalhe, plenitude, precisão e exatidão de medições e representações sobre o mapa. Uma exigência importantíssima nesta escolha é a preservação da veracidade geográfica da imagem de objetos e fenômenos em função de nível territorial do planejamento.

A questão da escolha da escala para o mapeamento temático de uma região deve ter em conta uma série de condições importantes (RUDENKO, 1984):

- a) Para cada nível territorial de planejamento os mapeamentos temáticos devem ser executados em escala única com objetivo de garantir a metodologia única do imageamento do conteúdo principal, seleção e imageamento dos principais objetos e fenômenos, o que garante a concordância e possibilidade de cruzamento entre os mapas, assim como análise conjunto dos produtos gerados;
- b) A necessidade de garantir uma determinada complementaridade (plenitude) da composição temática dos mapas, da sua pormenorização e das possibilidades de representar as principais características da área em planejamento;

- c) A possibilidade de garantir a precisão adequada da imagem temática, assim como das medições nele realizadas para produção de modelos gráficos derivados (cortes, perfis, diagramas, etc.);
- d) A correspondência com as escalas tradicionalmente adotadas para os mapas urbanos, municipais, regionais, etc.;
- e) A existência das publicações cartográficas ou dos materiais do sensoriamento remoto de determinada escala, uso dos quais é possível e/ou necessário nos trabalhos realizados;
- f) A racionalidade da criação dos mapas principais (refletem o conteúdo principal de fenômenos e objetos de planejamento) e complementares (apresentam detalhes e particularidades de objetos ou, ao contrário, generalizam a sua imagem). As escalas destes mapas podem variar aumentando ou diminuindo em função dos objetivos da sua criação.
- g) A necessidade de uma ampliação significativa das escalas para geração de fragmentos de áreas específicas da região ou para objetos locais de planejamento, para o estudo mais detalhado de processos e fenômenos ou para a implantação de objetos socioeconômicos;
- h) A possibilidade de elaboração de mapas complementares em escalas subdivisíveis ao numerador da escala dos mapas principais¹;
- i) A necessidade da utilização de escala única para os mapas principais das distintas unidades administrativas de planejamento do mesmo nível territorial, que garante a cobertura contínua de todo território nacional e facilita a transferência de informação para níveis superiores.

Deve-se ressaltar que na escolha de escalas para execução de mapeamentos aplicados ao planejamento formaram-se certas tendências e tradições (Quadro 15).

¹ Condição necessária para proporcionar as observações de proporcionalidade de fenômenos geoambientais em escalas distintas de análise ambiental aplicada.

QUADRO 15 - Escalas tradicionalmente adotadas para mapeamentos no âmbito de planejamento territorial
(quadro do autor)

Mapas	Estado	Região	Município	Cidade	Local
Principais	<1: 1 000 000 ou inferiores	1 : 500 000	1 : 100 000 1 : 50 000	1:50 000 1:25 000	1:200 - 1: 5000
Complementares	1:500 000 1: 10 000 000	1: 250 000 1:1 500 000	1:100 000 1: 25 000	1: 2 000 1:5000 1: 100 000	1:25 000 1:50 000

A padronização das escalas é um recurso que permite aumentar o nível da qualidade de trabalhos de mapeamento e aperfeiçoar a metodologia de sua execução, garantindo a transferência de resultados e experiências. Deve-se sublinhar a necessidade de adaptação da escolha de escala e do conteúdo de mapas em função não só do tamanho, como também da configuração do território. Em casos de configuração complexa a maioria de produtos gerados devem prever a disponibilização de mapas-enclave, gráficos, diagramas e textos explicativos dentro da área do mapa principal.

As escalas de projetos tradicionalmente adotadas, nem sempre são aceitáveis, por várias razões acima assinaladas, sobretudo para os projetos de índole local (que podem variar significativamente limites da área em função da capacidade do empreendimento causar impactos de distinta ordem). Nestes casos surge a necessidade de definir as escalas distintas para mapeamento e para estudo geocológico, de modo a permitir uma reflexão espaço-temporal adequada dos fenômenos e objetos mapeados.

Entre diversas formulas para determinação da escala, disponíveis em referências de cartografia clássica, consideramos de maior interesse prático, seguintes:

(a) Para projetos de temática genérica Sykov (1979) *apud* Rudenko (1984) propõe:

$$E = \frac{1}{L : K - S}$$

onde,

E- escala do mapa;

l – extensão da região pela latitude (ou longitude);

K – formato pretendido da folha de plotagem (cm);

S – área do mapa reservada para legenda e design(cm).

Visto que atualmente os mapas são gerados em formato digital, esta fórmula é extremamente útil para definição da escala do *layout* final e da impressão, ambos são importantíssimos na definição de custos finais do projeto e divulgação de resultados.

- (b) A completude da imagem, complexidade e exatidão de informações representadas continuam prevalecer sobre a qualidade de precisão dos produtos cartográficos temáticos, quando são comparados com mapas topográficos. Por essa razão, as escalas de mapeamento para projetos locais não necessariamente correspondem para com escalas cadastrais, porém sempre tomam em conta a densidade de informações exigida e a densidade de objetos pontuais do mundo real a serem mapeados. A escala do mapa, que toma em conta referidas condições, pode ser calculada pela fórmula do SALISHEV (1978):

$$E = \sqrt{\frac{n_o}{g}}$$

onde,

E - escala nominal (km);

n_o - densidade desejada de objetos pontuais no mapa (numero de objetos / 100 cm²);

g - densidade real de objetos pontuais (numero de objetos / 100 km² do território).

- (c) A escala do mapa, que garante a representação do objeto de tamanho menor pode ser calculada (SALISHEV, 1978):

$$\frac{1}{N} = \frac{1}{10^5} \sqrt{\frac{P}{p}}$$

onde,

N - numerador da escala nominal;

P - tamanho do objeto menor na realidade (km²);

p - tamanho mínimo do contorno correspondente ao referido objeto (cm²).

As fórmulas acima selecionadas podem ser utilizadas em conjunto na fase preliminar do projeto para comparação de resultados e seleção adequada da escala, compatibilizando todos os parâmetros necessários.

A definição e seleção adequada de todos os parâmetros da base cartográfica de mapeamento é uma das questões mais importantes do planejamento do projeto cartográfico. As demais questões relacionadas com a preparação e validação do conteúdo do arquivo gráfico do mapa-base são abordadas na descrição do modelo cartográfico “0” do grupo de mapas genéricos, da presente proposta.

5.4 PRÉ-CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE MAPEAMENTO

Esta etapa de trabalhos está essencialmente associada aos mapeamentos de inventário com uso de imagens aéreas ou de sensoriamento remoto, visto que para mapeamentos sintéticos, baseados em técnicas de geoprocessamento, as etapas de pré-classificação, análise e síntese de dados são metodologicamente indivisíveis.

A pré-classificação das unidades de mapeamento visa:

1. definir os procedimentos metodológicos de diferenciação e classificação das unidades de mapeamento e descrever a metodologia de elaboração do mapa;
2. diferenciar principais unidades e objetos de mapeamento segundo a metodologia de estudo de fenômenos;
3. realizar a pré-classificação das unidades de mapeamento, selecionando os pontos de difícil classificação para checagem em campo.

O processo de pré-classificação compreende, assim, a delimitação dos polígonos e objetos no mapa e sua diferenciação (classificação) segundo a legenda de trabalho. A seqüência metodológica desta etapa depende da especificidade do tema e dos fenômenos mapeados¹.

5.5 LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Os levantamentos de campo, no âmbito de mapeamento geocológico, têm por **objetivo** checagem, interpretação e confirmação da classificação das unidades, fenômenos e objetos de

¹ veja os mapas da estrutura morfológica e de estrutura produtiva da paisagem elaborados para área piloto

mapeamento, impossíveis de serem interpretados a partir de outras fontes de informação ou suas combinações. O apoio de campo é requerido essencialmente para mapeamentos de inventário geocológico. Contudo, é essencial também para geração de relatórios, refinamento dos sistemas de classificação e para avaliação e controle de qualidade dos produtos cartográficos. A especificidade das observações realizadas depende dos objetivos do tema mapeado, em particular, e dos propósitos finais do projeto cartográfico, como um todo.

5.5.1 Tipologia de levantamentos em campo

Basicamente são diferenciados três tipos ou formas de levantamentos de campo para suporte de projetos cartográficos geocológicos: levantamentos complexos, levantamentos amostrais sintéticos e checagens visuais.

Levantamentos complexos têm por objetivo prover maior detalhe possível de dados geocológicos a respeito do objeto ou unidade de mapeamento, considerando a sua integração no sistema de classificação proposta, confirmando e completando-a, desenvolvendo a descrição e as estatísticas das observações realizadas (RIC, 1998). Os levantamentos complexos realizam-se de modo seletivo (são escolhidos para realização de observações complexas das unidades de mapeamento com características-padrão da área de estudo) ou ao longo dos perfis transversais e/ou longitudinais da área, visando às observações das regularidades de transição de uma unidade de classificação para outra. Em ambos os casos os registros devem conter dados descritivos, quantitativos e estatísticos das observações realizadas em cada amostra analisada.

Os levantamentos complexos são normalmente requisitados em mapeamentos de inventário complexo com uso combinado de fontes fotogramétricas e de sensoriamento remoto. O tipo de coleta de dados e de posterior análise, que respectivos levantamentos compreendem, é entendido como cadastro geoambiental de um ponto amostral correspondente a uma unidade de mapeamento¹.

¹ Este tipo de levantamentos é valiosíssimo de ponto de vista informativo. Os dados coletados nunca perdem atualidade e com tempo adquirem valor cada vez maior, considerando a necessidade de monitoramento ambiental.

Os levantamentos complexos são normalmente realizados nos trechos muito restritos e mais importantes do projeto, devido custos onerosos. Considerando que deste tipo de levantamentos depende a consistência das classificações, não só de inventário como dos mapeamentos sintéticos também, os pontos de levantamento devem ser selecionados com um cuidado especial.

Os pontos de levantamento (local a partir do qual a descrição vai ser realizada) devem ser considerados representativos (típicos) para cada polígono em particular e para todos os polígonos do mesmo tipo, em geral. Para as unidades de mapeamento, classificadas como heterogêneas, o tipo dominante do fenômeno deve ser descrito com detalhe e as demais variações discriminadas por checagens ou descrição sintética. O tamanho dos polígonos checados depende da natureza do mapeamento e pode variar de 0,25 ha (1 cm² na escala de 1:5 000) até 625 ha (1 cm² na escala de 1: 250 000).

Deve ser ressaltada a importância da elaboração da metodologia comum de levantamento e de registro de dados por uma equipe multidisciplinar, onde todos os aspectos geocológicos, considerados tanto diretamente no mapeamento, quanto na geração da análise final da área, sejam considerados. O modelo de descrição adotado para este trabalho consta no Apêndice 3.

Levantamentos amostrais sintéticos visam normalmente dois objetivos: (1) para inventário – uma averiguação das características-padrão das unidades de classificação e o registro das suas propriedades específicas não identificadas na fotointerpretação (depósitos de materiais superficiais, ação de fatores e processos de modificação e da drenagem, etc.); (2) processo de controle de qualidade – checagens da exatidão e confiabilidade do produto cartográfico gerado.

Este tipo de levantamentos compreende um registro reduzido de dados, que se resume à identificação e alocação do ponto, ao controle de indicadores e parâmetros de fotointerpretação, ao registro de observações GPS e outros dados relevantes, observados no momento da pesquisa. As descrições amostrais sintéticas são mais indicadas para aplicação em conjunto com levantamentos complexos nos trajetos em áreas de difícil acesso.

Checagens visuais compreendem breves registros das observações em campo sobre a coerência entre a classificação dos polígonos no mapa preliminar ou final e as suas condições ou manifestações no terreno. Incluem: registros fotográficos (compreendem: número da tomada e data, coordenada do ponto de tomada e o rumo da visada, altitude aproximada do local, tipo do

filme e/ou maquina, condições meteorológicas); registros GPS; dados de identificação das unidades de mapeamento com auxílio da legenda de trabalho do mapa; anotações de confirmação, correção e complementação da classificação ou dos limites poligonais. As correções e confirmações devem de preferência também serem demarcadas sobre um exemplar experimental impresso do mapa.

O tipo de levantamentos a serem realizados e o modo do seu registro, assim como a quantidade dos polígonos checados¹ (ou porcentagem do total de unidades de mapeamento) depende dos objetivos e escala do projeto (ou, por consequência, do padrão de exatidão e de confiabilidade predefinidos).

Normalmente os projetos de mapeamento em escala grande e média usam tipos combinados de levantamentos de campo, onde são presentes três ou dois tipos de levantamento. Com isso, deve ser observado que nos mapeamentos interpretativos e sintéticos a preferência é dada aos checagens e descrições sintéticas, que visam a confirmar a presença dos fenômenos que compõem os indicadores sintéticos. Por outro lado, os mapeamentos de inventários exigem a obrigatoriedade de levantamentos complexos. Sendo que, com o maior o numero de pontos checados o mapa será mais confiável e exato.

A estrutura tipológica dos levantamentos de campo ou a seqüência relativa de pontos com distinto tipo de levantamento é registrada normalmente em forma de proporção numérica, por exemplo (Quadro 16) (RIC, 1998):

5 : 20 : 75

(levantamentos complexos : descrições objetivas : checagens visuais)

5.5.2 Definição do nível de intensidade espacial de levantamentos de campo

Nível de intensidade espacial de levantamentos de campo (ILC) – é a medida de densidade espacial de levantamentos e pode ser caracterizada como porcentagem de polígonos

¹ veja - intensidade de levantamentos de campo

inspecionados em campo com relação ao total mapeados, ou como densidade de checagens em campo por área do projeto (número de amostras por unidade de área) (RIC, 1998; TRIM, 1996).

No âmbito do mapeamento geocológico podem ser diferenciados de 4 à 6 níveis de ILC (Quadro 16) (RIC, 1998; NSDI, 1998; TRIM, 1996). Os referidos níveis definem a qualidade final do mapeamento e seus usos possíveis, seus custos e tempo requerido para execução. Portanto devem ser definidos e considerados ainda na fase inicial do planejamento do projeto.

O Quadro 17 em seguida, transforma a relação percentual em densidade de checagens por unidade da área mapeada, que pode ser usada para estimar a quantidade de checagens necessárias em áreas de diferentes tamanhos em função do padrão de exatidão exigido. Isto permite realizar um planejamento aproximado de levantamentos de campo e estimar os seus custos, já que a definição precisa é possível somente após da pré-classificação dos polígonos.

A escolha do nível de ILC depende basicamente de dois fatores: objetivos do projeto e perfil do usuário. Se os mapas serão usados no processo de tomada de decisões, as escalas grandes e alto grau de confiabilidade são exigidos. Ambas as características induzem aos altos custos de mapeamento. Se os mapas serão usados no processo de planejamento regional ou estratégico, as escalas grandes são desnecessárias e o ILC deve ser de custos baixos. Os níveis inferiores de ILC não significam necessariamente que o mapa perde a confiabilidade (ou que tem baixa qualidade), mas que está mais generalizado.

Entre outros fatores secundários, que influenciam a densidade e checagens constam: a complexidade de geossistemas, relação entre as variações ecológicas e perceptibilidade dos seus atributos na fotointerpretação, assim como a competência e experiência do especialista ou da equipe.

As normas internacionais citadas indicam, em função da relação custo/benefício, como nível mais adequado para planejamento ambiental regional (1:20000 – 1: 50000) - o nível 4. Este nível garante, que para cada 100 há, na escala de 1:20 000, será feita pelo menos uma descrição complexa em áreas homogêneas (exemplo áreas de manejo florestal). Caso os baixos custos e confiabilidade são admissíveis, pode ser realizado o nível 5 (R) de ILC.

QUADRO 16 - Níveis de intensidade espacial de levantamentos de campo

(Fonte: RIC, 1998; NSDI, 1998; TRIM, 1996).

ILC	% de polígonos inspecionados	Proporção ¹ entre os tipos dos LC	Escala sugerida do mapeamento	Área representada por 0,5 cm ²	Tamanho ² da área mapeada (ha)	Específica de LC	Aplicações (exemplos)
1 (A)	76-100	2:15:83	1: 5 000 1: 10 000	0,25-0,5 ha	20-500	a pé	EIA, manejo florestal, medidas agrocológicas, mapeamentos geotécnicos locais
2 (B)	51-75	3:17:80	1: 10 000 1: 20 000	0,5-2,0 ha	100 – 10.000	a pé e de automóvel	Manejo florestal e agrícola
3 (C)	26-50	5:20:75	1: 10 000 1: 50 000	0,5-12,5 ha	5.000 – 50.000	a pé e de automóvel sobrevôo	Mapeamento do potencial florestal e ecológico, planejamento regional
4 (D) ³	15-25	5:20:75	1: 20 000 1: 50 000	2,0-12,5 ha	10.000-500.000	a pé e de automóvel - sobrevôo	Planejamento e gestão ambiental, gestão de biodiversidade, uso do solo; mapeamento de geossistemas
5 (E) ⁴	5-14	5:20:75	1: 20 000 1: 50 000	2,0-12,5 ha	10.000-1000.000	Veículos - sobrevôo	Planejamento e gestão ambiental, gestão de biodiversidade, uso do solo; mapeamento de geossistemas
R ⁵	0-4	0:25:75	1: 20 000 1: 50 000	12,5-306,0 ha	50.000-1000.000+	veículos	Planejamento regional e ambiental estratégico

QUADRO 17 - Seleção de ILC segundo combinação dos fatores de escala de mapeamento e densidade de amostragem (fonte: RIC, 1998)

ILC	Numero de checagens por 100 ha ⁶			
	1:5000 (940 ha/folha)	1:10 000 (3.800 ha/folha)	1:20 000 (15.100 ha/folha)	1:50 000 ⁷ (60.400 ha/folha)
1	0,9 – 1,2	3,8 – 5,0	15,0- 19,0	91,0-120,0
2	1,3 – 1,8	5,1 – 9,0	20,0- 29,0	121,0-178,0
3	1,9 – 3,7	8,0 – 14,0	30,0 – 59,0	182,0-350,0
4	3,8 – 6,3	15,0 – 25,0	60,0-100,0	364,0-607,0
5	6,4 – 19,0	26,0 – 76,0	101,0-302,0	650,0-1820,0
R	18,0 – 94,0 +	77,0 – 370,0 +	303,0 – 1500,0+	2275,0-9100,0+

¹ As proporções indicadas (*levantamentos complexos: descrições objetivas: checagens visuais*) são aproximadas; cada projeto deve indicar as proporções adequadas a cada área mapeada em particular, definidas por especialista.

² Depende da definição exata da área do projeto

³ Nível mais recomendado para maioria de mapeamentos proporcionando um balanço razoável entre os custos e confiabilidade do mapeamento

⁴ É recomendado quando o nível 4 é muito caro e a baixa confiabilidade é aceita.

⁵ Nível R (reconhecimento) pode ser conduzido por especialistas experientes em levantamentos ambientais na região

⁶ Os valores indicados são médios e aproximados, baseados na ponderação dos polígonos de 3-4 cm²; as estimativas das áreas da folha e densidade de amostragens por hectare são baseadas na área das folhas padrão de impressão. Os valores específicos devem ser estabelecidos para cada área particular.

⁷ Baseado na idéia de que uma folha de 1:50 000 compreende cerca de quatro folhas de 1:20 000

Por outro lado, o ILC nem sempre está relacionado com a escala do mapeamento. Todos os níveis de ILC podem ser realizados em todas as escalas de mapeamento. Porém os mapas em escalas inferiores à 1: 30000, são normalmente utilizados para planejamento regional estratégico, sendo os níveis de 1 à 3, com altos custos, inadequados nestes casos (RIC, 1998).

Deve ser tomada em conta a relação entre a escala das saídas cartográficas e a escala das imagens aéreas ou de sensoriamento remoto utilizados como fonte de dados para mapeamento. A escala do mapa final não deve ser significativamente maior do que a escala nominal da fotografia aérea, e nunca superior a da imagem satélite, considerando que o reconhecimento e delimitação de pequenas unidades de mapeamento e elementos da paisagem será impossibilitada, deteriorando a qualidade do mapeamento.

5.5.3 Plano de levantamentos de campo

A elaboração de um plano de levantamentos de campo é essencial para conduzir os trabalhos em breves períodos que complementem no momento exato os procedimentos de mapeamento. Os procedimentos bem planejados garantem uma relação ótima de custo-benefício e a qualidade adequada do produto cartográfico final. Na elaboração de um plano de levantamentos de campo devem ser considerados (TRIM, 1996):

- (a) Tamanho da área mapeada;
- (b) Topografia e acessibilidade;
- (c) Estudos preliminares (número, tipo e locais);
- (d) Informações preexistentes (classificações, inventários, etc.);
- (e) Requisições de dados complementares e de atributos para BD do projeto (medições de poluição, biodiversidade, etc.);
- (f) Interpretação e os relatórios que devem ser produzidos;
- (g) Intensidade de levantamentos de campo prevista e a tipologia de descrições (levantamentos complexos: checagens...);
- (h) Probabilidade de identificação de novas unidades de mapeamento; questões de pré-classificação e de desenvolvimento da legenda de trabalho;

(i) Nível de experiência da equipe multidisciplinar.

O plano de levantamentos de campo deve integrar estas informações para definir os trajetos a serem percorridos e para demarcação de pontos amostrais, com vista de garantir a coleta adequada e suficiente de informações para finalização de mapeamentos. Para elaborar um plano de trabalhos de campo deve-se:

- (1) imprimir na escala menor o resultado da pré-classificação, onde estão devidamente sinalizadas todas as delimitações poligonais questionáveis;
- (2) demarcar sobre esta impressão uma seqüência racional e lógica de acesso aos pontos, que exigem determinado tipo de checagens, elaborando um roteiro de levantamento com discriminação de requerimentos de levantamentos e coleta de dados;
- (3) transferir o roteiro do mapa para uma planilha de levantamentos de campo;
- (4) elaborar as fichas de registro para distintos tipos de levantamento previstos;
- (5) elaborar as listas de materiais e equipamentos necessários, inclusive veículos, discriminando os responsáveis pela sua calibração, transporte e manutenção;
- (6) projetar o tempo total necessário para execução dos trabalhos e elaborar o cronograma;
- (7) definir a equipe principal e auxiliares;
- (8) gerar uma planilha de custos.

O tempo necessário para realização dos LC, depende das condições de trabalho: a complexidade de trajetos, o tempo de observações necessário em cada ponto, o uso de meios de locomoção ou não, o tipo de dados coletados e a experiência da equipe. Dependendo de todas estas condições, os trajetos de inventário geocológico têm a tendência de progredir na medida de 4 a 10 polígonos com descrição complexa por dia, incluindo pontos de checagem visual em número maior (RIC, 1998). Os dias com mau tempo também devem ser incluídos na previsão da quantidade de horas necessárias para LC.

Os trajetos a percorrer são demarcados em função de número de pontos amostrais e as propriedades da área. E normalmente são traçados em forma de perfis transversais ou radiais (Figura 16).

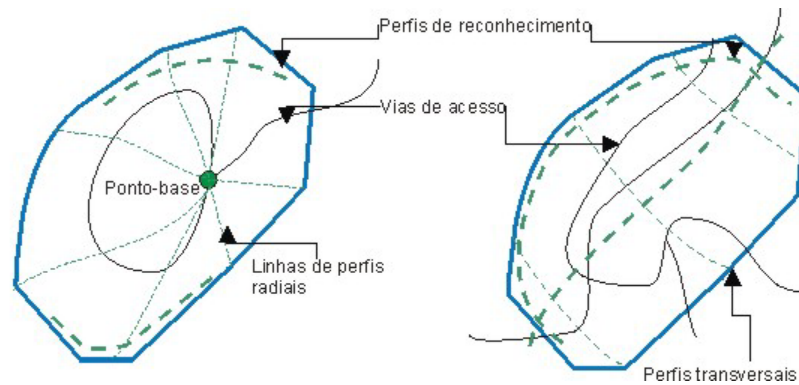


FIGURA 16 - Demarcação dos trajetos de levantamentos de campo (figura do autor)

(a) – áreas de difícil acesso; (b) bacia hidrográfica.

As demarcações tipo (b) são comuns em bacias hidrográficas de distinta ordem, enquanto os de tipo (a) são próprios em áreas com difícil acessibilidade. Em áreas relativamente pequenas (até 50ha) e com acesso fácil uma equipe realiza levantamentos em até 1-3 dias. Em áreas extensas ou com difícil acesso normalmente se realiza um trajeto de reconhecimento comum para toda equipe. Este deve incluir pontos com melhor visibilidade da área (por exemplo: sobre divisores de água), que permitem observar e discutir a interpretação de fenômenos mais importantes ou de maiores dúvidas da pré-classificação. Após de estabelecer um consenso em questões problemáticas a equipe pode ser subdividida para percorrer os trajetos independentemente. Neste caso, as subequipes devem elaborar os relatórios diários, que são aprovados na reunião da equipe no final do dia.

Deve ser observado que a principal qualidade do plano de LC é a sua flexibilidade ou a possibilidade de adaptação às condições reais do terreno.

5.6 SÍNTESE E ANÁLISE DE DADOS DO MAPEAMENTO

A etapa de síntese e análise de dados cartográficos compreende os procedimentos de digitalização e formatação de atributos gráficos e alfanuméricos¹ das unidades de mapeamento.

5.6.1 Atributos alfanuméricos

Atributos alfanuméricos proporcionam informação descritiva sobre as características das entidades gráficas. Relacionam-se com ditas entidades através de identificadores comum, que se armazenam tanto em registro alfanumérico como em gráfico.

Após a conclusão de trabalhos de campo, os dados coletados devem ser padronizados e analisados para caracterização geral da área.

Os dados de campo podem ser organizados em um BD temporário com auxílio do EXEL², dBase ou Foxpro. Estes aplicativos permitem a transferência de dados para principais SIG e a realização independente das estatísticas básicas dos fenômenos ambientais observados (a vegetação, o uso de solo, poluição, etc.).

Os dados alfanuméricos relacionados com as unidades de mapeamento podem ser armazenados de duas formas principais: em tabelas georreferenciadas do SIG, mais fácil correlação com feições e objetos do mapa, ou BD relacionados aos arquivos gráficos, de mais fácil acesso com software não-SIG.

Na seqüência devem ser especificados os formatos dos arquivos (condicionados por softwares utilizados) de dados que serão disponibilizados para impressão e análise digital (caso está prevista a preparação de dados para SIG).

¹ Os dados alfanuméricos são descrições e as características das entidades gráficas. Geralmente são armazenados em formatos convencionais para este tipo de informação. As informações alfanuméricas e gráficas se encontram completamente integradas, sendo esta integração, junto com a capacidade de gestão de ambos os tipos de dados, o que caracteriza os Sistemas de Informação Geográfica. Os dados alfanuméricos compreendem os atributos alfanuméricos propriamente ditos e os **Dados geograficamente referenciados**. Este tipo de dados descreve incidentes ou fenômenos que se produzem em uma localização específica. Em diferencia de atributos estes dados no descrevem uma entidade gráfica, mas proporcionam informação (número de indivíduos/espécies encontradas, magnitude de processos negativos, características do geossistema) associada à uma unidade geográfica. Este tipo de dados se armazena de forma separada e não se relaciona diretamente com unidades de mapeamento.

² Permitem uso de filtros de informação e posterior exportação de dados tabulares para os SIG.

5.6.2 Atributos gráficos

Os dados gráficos são descrições digitais das unidades de mapeamento. Incluem as coordenadas, sinais e símbolos que definam os elementos cartográficos de um mapa. Os sistemas digitais utilizam estes dados para gerar um mapa ou representação gráfica.

(1) Organização do arquivo gráfico.

Em sistemas vetoriais de automação as informações representadas no mapa organizam-se em grupos e subgrupos temáticos (camadas), diferenciados em níveis de dados que contêm objetos homogêneos de representação cartográfica, espacialmente relacionadas entre si. Trata-se não somente da melhor organização operacional de dados, como também de limitações tecnológicas, já que a compilação de objetos poligonais e pontuais num mesmo *nível* é tecnologicamente impossível. Normalmente esta diferenciação do conteúdo do mapa vetorial é feita segundo critérios dos autores do projeto, obedecendo, contudo, a lógica de organização temática de dados.

Na concepção da estratificação gráfica do mapa deve-se ter em conta:

- (a) Os objetos com atributos gráficos e alfanuméricos distintos devem ser armazenados em camadas distintas;
- (b) O acesso de dados específicos e a correção do modelo gráfico devem ser fáceis e em tempo real;
- (c) O sistema de atributos gráficos para cada nível de informação e descrição da estrutura do projeto deve ser elaborado na fase de planejamento do projeto;
- (d) Deve ser realizado planejamento das legendas e dos parâmetros que definem os objetos no mapa.

Todas as feições mapeadas devem ser classificadas em tipos e classes distintos. Cada classe de feições deve ter uma combinação única de nível de armazenamento, estilo, cor e peso da linha.

As normas internacionais do mapeamento temático indicam também a necessidade de codificação de cada feição mapeada (válido para mapeamentos temáticos sistemáticos, como, por exemplo, de ecossistemas, conduzidos por uma instituição), onde cada polígono está vinculado à uma tabela de atributos com no máximo de 10 caracteres (RIC, 1998 B). Esta codificação é coordenada e necessária para identificação das feições quando a sua exportação para outros tipos de mapas, tanto em termos de escala quanto tema. No Brasil, o IBGE já estabeleceu os códigos par mapeamento sistemático.

Em função da variação da tipologia das feições os dados do mapeamento devem ser organizados em grupos (camadas) e níveis. Um esquema geral de estratificação do arquivo deve ser gerado, especificando classe das feições, grupo, nível ou nome do arquivo que a contem. Em software que formam sistemas de níveis deve ser especificado o nome de cada nível. A divisão em arquivos separados pode ser recomendada vista a sua compatibilidade com o DOS (RIC, 1998 B). Um esquema típico de estratificação do mapa digital topográfico para planejamento de atributos gráficos e alfanuméricos, assim como para elaboração de legendas, pode ser visto no Quadro 18.

Os atributos gráficos de objetos definem-se em função da Legenda do projeto, prevista pelas normas cartográficas em vigor e anota-se em forma de tabelas, que junto com uma amostra experimental de impressão constituem principal documento de orientação para automação do mapa pelo operador. Existem várias formas de representação de tabelas de convenções cartográficas dependentemente do tipo e especificidade do produto cartográfico produzido.

Correlação dos atributos:

Quando as feições são classificadas e estratificadas os atributos alfanuméricos podem ser vinculados às bases gráficas ou aos polígonos e objetos de mapeamento. A seqüência de procedimentos depende da especificidade do software.

5.6.3 Implementação da topologia

Topologia é usada especificamente para expressar relações espaciais entre as feições do mapa. Esta etapa define como os dados espaciais são armazenados no arquivo gráfico. Os dados espaciais como objetos topológicos se diferenciam como (FGDC, 2000, RIC, 1998 B):

QUADRO 18 - Esquema típico de estratificação do arquivo digital de um mapa topográfico

(fonte: STOLPACOV & KORNEVA, 2000)

Nº	GRUPOS TEMÁTICAS	NÍVEIS	TOPOLOGIA
01	BASE MATEMÁTICA	- pontos astronômicos, pontos de apoio geodésico e altimétrico, pontos - anomalias de inclinação magnética ; - regiões de anomalias magnéticas	Ponto lineares poligonais
02	RELEVO E GEOGRAFIA	- curvas de nível; - isóbatas - isógonas - cotas altimétricas	Linhas ponto
03	HIDROGRAFIA E HIDRO- CONSTRUÇÕES	- oceanos, mares, lagos, rios, represas, canais; - lagos, rios, represas, canais e vales fluviais; - características de rios, canais e correntes; - represas, fontes, gêiseres, açudes, poços, perfurações; - marcos de nível e profundidade; - pântanos, terrenos salinizados; - vias marítimas; - áreas de inundação e zonas de cheias.	Polígonos Linhas Pontos Polígonos Pontos Polígonos Linhas Superfícies
04	HIDROGRAFIA COMPLEMENTAR	- margens, rifes, bancos-d'areia, quebra-onda (poligonais); - cataratas, condutas de água, locais de travessia; - rochas, pedras, bancos-d' areia, faróis.	Linhas Pontos
05	POVOAMENTOS	- cidades, bairros, regiões de construção, partes de cidades, construções isoladas; - povoados, aldeias, pontos de nomadismo.	Pontos/polígonos
06	LINHAS DE COMUNICAÇÕES E DE TRANSMISSÃO DE ELETRICIDADE	- linhas de comunicações de eletricidade e dutos.	Linhas
07	CAMINHOS DE FERRO	- caminhos de ferro, monocarris, metro, etc.	Linhas
08	AUTO-ESTRADAS, ROTAS VIÁRIAS, PASSAGENS	- auto-estradas, vias, passagens, autódutos, etc.	Linhas Pontos
09	OBRAS DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES	- construções de sistemas de transporte (poligonais); - construções de sistemas de transporte (pontuais); - pontes, estacadas, túneis, passagens aéreas (poligonais); - pontes, estacadas, túneis, passagens aéreas (pontuais);	Polígonos Pontos Polígonos Pontes
10	FRONTEIRAS, LIMITES, LINHAS, SINAIS	- fronteiras, muros, cercas, meridianos e paralelos; - sinais de limites e fronteiras governamentais; - sinais específicos (vegetação, pântanos, etc.)	Linhas Shered cell
11	OBJETOS INDUSTRIAIS; OBJETOS AGRO- INDUSTRIAIS E SOCIOCULTURAIS	- poligonais; - lineares; - pontuais.	
12	SUPERFÍCIE TERRESTRE	- solos, areias, superfícies - solos, areias, superfícies - solos, areias, superfícies	Polígonos Linhas pontos
13	SUPERFÍCIE TERRESTRE COMPLEMENTAR	- geleiras, correntes de lava, buracos, ravinas, colinas, morenas, desabamentos, vales, precipícios, rochas, crateras, etc.	Pontos ou linhas
14	VEGETAÇÃO	- polígonos florestais, de vegetação, bosques; - faixas florestais, arbustos, plantações, jardins, hortas, pastos, etc. - árvores separadas.	Polígonos, superfícies Pontos
15	NOMENCLATURA GEOGRÁFICA	- topônimos e outras subscrições de texto em níveis segundo a orientação temática.	

(1) ponto

Inclui todas as 0d-feições ou objetos pontuais, como cotas ou pontos dentro dos polígonos. Dispõe de georeferenciamento. E pode ser caracterizado pelo alinhamento ou orientação, expresso em ângulo no sentido horário e rumo. Podem ser representados com células (*cells*), cujos parâmetros de escala e alinhamento são registrados na matriz de transformação.

(2) polilinha (*linestrings, arc*)

as feições lineares são feições unidimensionais (1d), incluem linhas e arcos, que podem ser considerados como linhas; são sempre digitalizadas a partir do centro do objeto linear como *linestrings*. Os patterns (adornos ou células) ou outras técnicas de representação podem ser aplicadas para feições lineares.

(3) polígono (área)

todos os polígonos devem ser definidos como conjunto de *linestrings*, que se interceptam em nó final; sua topologia deve ser definida posteriormente no mapeamento final. Os *shapes* ou *complex shapes* não devem ser empregues nesta fase. Os polígonos que cruzam os limites das folhas devem ser amarrados em ambas e seus limites fechados ao longo da borda interna dentro do limite da área mapeada. Para garantir um fechamento perfeito entre os polígonos que excedem os limites da folha, são necessárias feições específicas, chamadas *poligon neatlines*, que representam a área completa formada por polígonos representados em cada folha; este tipo de feição é formado por elementos lineares que ultrapassam os limites de cada folha cruzada e com nós precisos em pontos de cruzamento da folha.

(4) cobertura poligonal (*coropleta*) (porção espacialmente completa da área mapeada, onde os polígonos confinam sem se sobrepor)

representa os polígonos confinantes que recobre uma área de mapeamento sem se sobrepor; a cobertura pode ser contínua (cobrir toda área de mapeamento) e descontínua (cobrir uma parte da área ou conter *holes*). A cobertura consiste numa seqüência de vértices que se conectam no ponto final. Os polígonos são digitalizados por linha simples, sem duplicação. Cada polígono representa uma seqüência fechada de *linestrings*, que contem um ponto

interno (pode ser representado por *text node*). As seqüências formadas por *linestrings* sem ponto interno representam as áreas excluídas da cobertura.

- (5) rede (*linestrings* unidas por pontos comum e entrecruzadas, registrados no mesmo plano)
- (6) região (área que pode estar sobreposta à outra e pode ser composta por vários polígonos deslocados)
são polígonos que podem ser capturados como objetos completos, incluindo holes (buracos, ou áreas excluídas) (implica na duplicação das feições lineares que representam mesmo limite entre o enclave e o polígono que o inclui, ou entre os dois confinantes); pode conter um ponto ou linha dentro (software topológico) ou representado com uma ou mais *linestrings* que se interceptam somente no nó final, com *holes* representados por polígonos internos digitalizados por uma linha única no sentido ante-horário, os pontos dentro do polígono podem ser representados por *text node* (software não topológico).
- (7) rota (uma seqüência de linhas unidas que formam uma rota)
- (8) segmento dinâmico (seção da rota com determinados atributos)

Maioria dos SIG suporta a topologia dos dados. Para os CAD, que não suportam a topologia, deve ser especificado claramente como as classes de feições devem ser representados (veja, por exemplo, as especificações da IBGE no arquivo *validação.doc*¹ no CD-ROM), especificando a topologia de dados espaciais para cada nível.

5.7 MAPEAMENTO FINAL E SAÍDAS CARTOGRÁFICAS

O mapeamento final compreende:

- (1) correção, ajuste e edição final das unidades de mapeamento;
- (2) edição de BD relacionado;
- (3) edição de textos, subscrições (*labels*) e topônimos do mapa;
- (4) revalidação da classificação das unidades e objetos de mapeamento;

¹ acesse pasta /Apêndices digitais/ validação.doc

- (5) elaboração da legenda final do mapa;
- (6) configuração e reedição (caso seja necessário) dos arquivos para impressão ou visualização em escalas distintas.

A preparação de saídas cartográficas (*layout*) pode exigir alguns cuidados especiais, que devem garantir a consistência da visualização da imagem cartográfica em distintos formatos.

A organização do espaço do mapa compreende: *arranjo geral de bordas, caixas e formas; figura; legenda; título; créditos; escala; orientação; limite; centro óptico; densidade de dados.*

Elementos essenciais de uma saída cartográfica:

Moldura:

Exceto os mapas destinados somente para processamento em SIG, os mapas possuem uma moldura. O tipo mais comum representam duas linhas pretas separadas de 1/4 a 1/2 polegadas (0,6 a 1,3 cm), entre as quais são colocadas as graduações em graus (ou km) dos meridianos e paralelos (RAISZ, 1969). A parte interna da moldura denomina-se de **quadro** e contem o mapa propriamente dito. O espaço existente entre as linhas da modula pode ser utilizado para disponibilização das informações complementares. A margem externa da moldura deve constituir pelo menos 2,5 cm para os mapas grandes e 1,3 cm para mapas pequenos (BOM & MORAIS, 1993).

Malha de coordenadas:

Para os mapas de alta qualidade (como topográficos ou de navegação) deve ser traçada com linhas finas nas cores preto/cinza escuro ou marrom, se a saída for impressa sobre o papel branco¹. O texto das coordenadas deve ser na cor preta, com letras simples e de tamanho pequeno. É admissível a interrupção da malha para melhor perceptibilidade em locais de maior densidade de informações. Para os mapas temáticos comum, mapas turísticos, mapas produzidos a partir das imagens satélite ou as impressões dos mapas eletrônicos, a apresentação de uma malha completa é desnecessária, a não ser em casos de projeções cartográficas incomuns. Nestes

¹ Se for apresentado em tela escura deve ser usada cor clara ou branco para ambos.

casos, o referencial geodésico pode ser apresentado em forma: (1) de uma barra de intervalos em preto e branco na linha interna da moldura; (2) de marcos regulares na linha interna da moldura; (3) marcos de interseções dos paralelos e meridianos em quatro extremos do mapa ou em pontos ocasionais de maior relevância para área mapeada.

QUADRO 19 - Intervalo da malha das coordenadas segundo a escala

(fonte: BOM & MORAIS, 1993)

Escala do mapa	Intervalo de Coordenadas geográficas	Intervalo de coordenadas UTM	
		Intervalo do reticulado	Valor do intervalo
1:50 000	5'	10 cm	5 km
1: 100 000	10'	10 cm	10 km
1: 250 000	30'	10 cm	25 km

Titulo:

O título deve expressar claramente o conteúdo informativo do mapa, assim com dispor de nome da área, discriminar o tipo do mapa, o ano da publicação ou da aquisição de informações (ex. imagem satélite). O tamanho e a cor das letras devem ser compatíveis e em harmonia gráfica com todo o quadro, ao mesmo tempo em que têm maior destaque e logo atraem a atenção. O título fica melhor colocado no canto superior esquerdo do mapa, porém pode ser exposto em qualquer lugar com espaço adequado disponível.

Escala:

As escalas gráficas são preferíveis, uma vez que acompanham as reduções ou ampliações impressas e on-screen da imagem cartográfica. *As subdivisões muito pequenas (talão) devem ser utilizadas somente nos mapas de escalas grandes, pois dão uma falsa impressão de possibilidade das medições precisas.* A escala gráfica deve ser concebida na cor preta e disposta na parte de baixo ou no lado direito do mapa.

Ponto de norte e norte magnético:

Como referencial o ponto de norte, de uma maneira geral, é desnecessário¹, pois convencionalmente os mapas desenham-se com Norte² para o topo da página. Porém, o mesmo deve ser inserido em plantas, mapas de escala grande ou produtos semelhantes, que são usados para orientação e referenciamento em campo. Nestes casos também é indispensável a diferenciação entre o norte verdadeiro, norte geográfico e norte magnético. A locação deve ser feita no canto direito-baixo do mapa de uma forma ordenada e chamativa.

Legenda:

A Legenda do mapa - é uma relação de sinais convencionais utilizadas no mapa e suas explicações descritivas. Geralmente as legendas são criadas na base da classificação dos objetos imageados e representam seu modelo gráfico. As legendas grandes e complexas subdividem-se em blocos e sub-blocos, com isso os meios gráficos e subscrições obedecem e sublinham a subordinação hierárquica dos objetos e fenômenos. A legenda apresenta um elemento subordinado ao mapa, por isso não deve chamar mais atenção do que a própria imagem cartográfica. O texto da legenda deve ser editado na cor preta.

Dados complementares e metadados:

Um mapa pode ser enriquecido pela adição das fotografias, gráficos, esboços, tabelas, etc. A disposição desses complementos não deve afetar a prioridade da imagem cartográfica principal, isto é, devem ser seguidas as regras do design cartográfico.

Os metadados inseridos na área de impressão compreendem: (1) localização da área representada na unidade da federação; (3) divisão administrativa; (4) projeção cartográfica; Data e elipsóide de referencia (5) fontes de dados; (6) nome do órgão contratante e executor; (7) projeto e equipe executora; (8) ano de execução; (9) articulação das folhas ou mapas; (10) outras informações. Referidas informações devem ser postas em letras pretas de menor tamanho possível (segundo

¹ Não representa elemento obrigatório da representação cartográfica previsto na norma cartográfica nacional em vigor.

² Norte representa o ponto de intercessão do horizonte com meridiano sideral, mais próxima ao pólo norte.

escala) no canto direito inferior ou no rodapé do mapa. Os itens (5) – (10) podem ser colocados no espaço entre as linhas interior e externa da moldura.

5.8 CONTROLE DE QUALIDADE

Controle e avaliação da qualidade do mapeamento geoecológico é de extrema importância devido os altos custos e quantidade do tempo que este requer, assim como devido a complexidade dos procedimentos que envolve. Como resultado os produtos de mapeamento e BD, a estes associados, beneficiam diversos usuários durante anos posteriores, influenciando a evolução dos trabalhos científicos, cartográficos e de planejamento territorial por muito tempo. Por tanto, a certificação da qualidade do mapeamento é indispensável.

A **avaliação da qualidade de um mapa** representa a conclusão sobre a qualidade, confiabilidade e a utilidade do produto cartográfico para fins determinados, realizada na base do seu estudo (análise). Inclui a avaliação de todos os elementos: adequação da escolha da projeção cartográfica, da escala do mapa, composição do mapa, dos métodos de representação cartográfica, qualidade do *design*, etc. A avaliação geral forma-se na base do estudo da complexidade do conteúdo do produto, do grau de ocupação com elementos gráficos, da precisão geométrica, da veracidade e atualidade, assim como na análise da perceptibilidade e da estética geral do produto (BERLIANT, 1998).

As tecnologias de criação dos MD desenvolvem-se constantemente, assim como aumenta cada vez mais o grau de aproveitamento prático das potencialidades informativas do produto e em consequência a quantidade de funções que o mesmo realiza. Deste modo o conteúdo do conceito da qualidade do mapa digital evolui constantemente. Os mapas digitais produzidos até 1994 - 95 (e em alguns casos ainda hoje) não atendem em absoluto ao conceito atual da qualidade e deveriam ter uma distribuição limitada.

5.8.1 Os princípios básicos do sistema de controle da qualidade

As ações relacionadas com o controle da qualidade da produção devem ser sistemáticas, isto é, organizadas e constantes em todas as etapas da execução, independentemente da complexidade do processo como um todo e do número de pessoas, que realizam o projeto.

Para que o produto cartográfico criado atenda às exigências mínimas de qualidade devem cumprir-se seguintes **princípios básicos do sistema de controle de qualidade** (ASTAKHOV, 2000):

- (1) a obrigatoriedade do controle em todas as etapas de entradas e saídas de informação;
- (2) o autocontrole do operador – correção do trabalho no final do turno de trabalhos;
- (3) a realização do controle em segunda mão, isto é a redação por especialista mais qualificado;
- (4) o controle e aprovação pela entidade independente;
- (5) o máximo de execução de controle com os meios de programação;
- (6) a realização do princípio – "vetorização com controle" e redação posterior menor possível;
- (7) o controle contínuo da seqüência correta de execução de fases e etapas do projeto;
- (8) acompanhamento e redação de tecnologias de execução (trabalho em conjunto com o conselho de redação);
- (9) a execução precisa de cronograma preestabelecido.

O controle e avaliação da qualidade final do mapa digital, assim, é um processo complexo e contínuo que compreende no contexto de princípios acima vistos três etapas essenciais: avaliação da qualidade do mapa-base; procedimentos de edição digital; procedimentos finais de controle e avaliação da qualidade do mapa. As técnicas e critérios de avaliação da qualidade do produto cartográfico digital se diferenciam essencialmente em função dessas três etapas.

5.8.2 Procedimentos de edição digital

A redação de um mapa – isto é a coordenação técnica e científica da criação de um produto cartográfico em todas as suas etapas desde planejamento até a edição (BERLIANT, 1996). Assim sendo é um processo contínuo de controle de execução e aperfeiçoamento do produto cartográfico.

A redação de um arquivo digital, no sentido restrito da palavra, compreende a identificação e correção de erros na implementação da topologia e na estratificação do arquivo, e via regra, constitui o segundo passo na criação de um mapa digital, depois da entrada de dados gráficos.

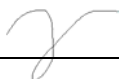

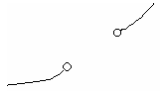
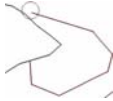
O arquivo digital de um mapa temático deve apresentar todas as unidades de mapeamento topologicamente limpas (FGDC,2000; RIC, 2000; RIC, 1998):



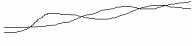

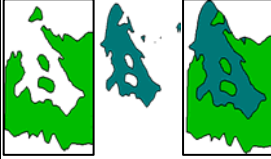
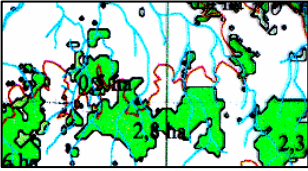
- 1) todos os polígonos devem constituir áreas fechadas; a junção deve ser exata em ponto ou nó com coordenada exata em x, y, (e z onde aplicável);
- 2) linhas e polígonos devem ser contíguos (linestrings) nos limites da área mapeada;
- 3) todos os polígonos devem conter somente um nó de junção e somente um ponto no seu interior para linkagem de atributos;
- 4) polígonos não devem ser inferiores à 0.5 cm² (7 mm x 7 mm);
- 5) não são permitidos nó ou pseudo-nó (dois nó sobrepostos ou onde somente dois arcos se juntam) oscilando;
- 6) não são permitidos vértices em excesso¹ (vértices devem ser espaçados separadamente mais de 5 metros na escala de 1:50,000, 2 metros - 1:20 000, 1 metro - 1:10 000 e 0.5 metros -1:5 000)
- 7) exceto onde é inevitável por limitações do software, arcos não devem conter os pseudo-nó (pontos de junção das linhas com atributos idênticos).

È praticamente impossível conseguir uma gráfica impecável depois da digitalização ou vetorização, mesmo quando o programa dispõe de funções de correção automática. A tecnologia e os métodos da transformação posterior dos mapas digitais vão definir em muito na qualidade do produto final. Os erros mais comum que comprometem a qualidade de arquivos são vistos no Quadro 19. A maioria desses erros podem ser identificados com auxílio de programas, se as mesmas permitem construir e preservar as relações topológicas dos objetos. Esta última qualidade representa a mais importante particularidade dos meios de produção dos mapas digitais de alta qualidade. Assim, por exemplo, em ARC/INFO todos os tipos de erros gráficos mencionados no Quadro 20 revelam-se automaticamente.

¹ A densidade máxima (ou mínima) permitida dos vértices (ou equivalente ao comprimento mínimo (máximo) do vetor) determina o número de vértices por unidade do sistema de coordenadas. Sua definição depende do PEC estabelecido para o produto.

QUADRO 20 - Erros topológicos típicos em arquivos vetoriais (adaptado com modificações e completado de KAPRALOV E.G.(2000)

DESIGNAÇÃO	RAZÃO DE EXISTÊNCIA	MÉTODO DE DETECÇÃO	OBS:
FALHAS			
1. perda do objeto	Falta de atenção do operador ou a queda do sistema	<i>Digitalização:</i> compara-se na luz o original e uma cópia gráfica impressa da digitalização, ou sobreponha-se em tela (com aumento da escala - zoom) com o original escaneado. Via regra este tipo de erros é inevitável	Nas tecnologias de vetorização o controle automático disponível nos software comum é suficientemente confiável.
2. aparecimento de objetos em excesso	Via regra pela entrada dupla ou deslocamento casual do objeto	Vetorização automática dos mapas raster: utiliza-se a operação de eliminação (<i>delete</i> ou <i>eraiser</i>) no arquivo raster dos objetos que já obtiveram análogo vetorial.	É essencial considerar o planejamento preliminar das operações por níveis de informação, onde é possível estipular o número inicial de objetos por nível e o número de objetos digitalizados (é viável no caso de abrangência espacial limitada).para confirmar a necessidade de identificação mais precisa de erros. No MicroStation a ferramenta <i>Edit-Selelet by Atribut</i> –possibilita a execução dessa comparação
3. <i>transposição do objeto para outro nível (lauer) – erro na transição e relação de dados por nível</i>	Falta de atenção do operador ou a baixa qualidade do material digitalizado		
ERROS GRÁFICOS (MÉTRICOS) DOS DETERMINADOS OBJETOS			
1. <i>formação de nós</i> 	Intercessão ou adesão com os arcos já existentes na ausência de visualização suficiente ou os saltos da mão do operador	Busca de auto-intercessões de arcos com ferramentas do software	É confiável somente a busca com o programa. O controle confiável em tela é impossível
2. <i>fragmentação do objeto</i> (a) <i>formação dos nós fictícios</i> (b) <i>formação de rompimentos</i>	 A seleção errônea dos arcos pelo operador ou a interpretação incorreta da imagem cartográfica	 Visualização de todos os pseudo-nós ou nós dependurados com ferramentas do software.	A eliminação é confiável somente com a eliminação de erros um por um com uso de ferramentas de edição – <i>Modify Element e/ou Create Complex Chane</i>
3. <i>descontinuidade dos contornos poligonais</i>	Erro do operador ou qualidade ruim do material vetorizado	Visualização em tela dos objetos não contíguos 	A eliminação é confiável somente com a eliminação de erros um por um com uso de ferramentas de edição – <i>Modify Element e/ou Create Complex Shape</i>
4. <i>violação das condições geométricas</i>	característica para produtos em grande escala onde representam-se objetos antropogênicos, que têm ângulos retos, elementos paralelos, retos e simétricos, etc.	São necessárias as funções de verificação das condições automáticas	Somente possível verificação programativa. Se o software não disponibiliza as ferramentas de apoio nesse sentido os erros são inevitáveis

<u>ERROS MÉTRICOS DE INTERPOSIÇÃO</u>			
1. <i>falha de conexão</i>	Característica na digitalização dos originais separados ou ausência de apoio tecnológico – modolos de operação de conexão automática		Utilizar apoio tecnológico do programa (conexão automática) ou ferramentas de edição (<i>Modify Element</i>). Quando a criação de layers utilizar aqueles que necessitarão de conexão na qualidade de layers passivos.
2. <i>os objetos sem interseção real interceptam-se</i>		Visualização de nos em grande escala e uso de ferramentas adequadas para eliminação dos erros 	
3. <i>ausência de igualdade entre linhas realmente idênticas</i>	É comum quando acontece entrada repetida das partes das feições de um objeto complexo, ou com uso de tecnologias defasadas de digitalização	Não permitir a entrada dupla. A tecnologia deve permitir montar os objetos de arcos (correntes) 	Se os objetos foram montados de arcos (<i>Create Complex Chane</i>) o erro não acontece. As feições confinantes devem ser copiados para layers e não digitalizados duas vezes.
<u>ERROS COM INTERPOSIÇÃO DE POLÍGONOS NO LAYOUT</u>			
1. o polígono da mesma classe é dividido em vários (o aparecimento de objetos menores dentro de polígonos maiores com a mesma cor)	É freqüente para vetorização automática das imagens raster, quando o programa interpreta os polígonos da mesma classe com conjunto de pequenas áreas		Caso os erros dessa natureza estejam abundantes é recomendável a reclassificação e re-vetorização do arquivo. Se o erro for raro é possível a reedição das feições com ferramenta <i>Create Region sobrepondo-se em tela (com aumento da escala - zoom) com a imagem original georreferenciada (formato .tif ou .gif)</i>
2. <i>"submersão" de polígonos em layout</i>	Erro do operador no planejamento da estrutura dos layers em sistemas não topológicos		Controle visual do layout em tela e na plotagem experimental. Os polígonos sobrepostos devem reeditar-se com <i>hole</i> (buraco) das feições do polígono menor
3. <i>submersão dos layers com objetos lineares, pontuais e textos</i>	Erro do operador no planejamento e estrutura dos layers		Controle visual do layout em tela e na plotagem experimental. Para evitar os erros os referidos níveis que deverão ser sobrepostos às informações em polígonos por operações de <i>referenciamento</i> na seqüência correta

QUADRO 12 - Erros topológicos típicos em arquivos vetoriais (adaptado com modificações e completado de KAPRALOV E.G.(2000)

A identificação automática de menores e imperceptíveis com os olhos nus rupturas e interseções, que surgem em distintas situações, até na digitalização mais competente, é particularmente cômoda, porem a eliminação desses erros em regime automático é muito tenebrosa. Pois pode afetar a qualidade do produto, já que o programa nesta operação pode produzir outros erros,

eliminação dos quais vai ser mais difícil ainda. A prática dos trabalhos mostra que, mesmo com uso de algoritmos eliminação automática de erros uma parte de trabalhos deve ser executada manualmente.

A averiguação e correção de erros topológicos deve proceder paralelamente com controle da estratificação temática do arquivo digital, onde se verifica a consistência lógica da divisão dos objetos de mapeamento entre os níveis e grupos de informação segundo sua natureza e escalas previstas de saídas cartográficas (veja resolução espacial no § a seguir). Os erros de deslocamento de objetos entre os níveis não são permitidos, pois induzem erros graves de análise e de composição do layout final. O controle de níveis e de correção topológica deve ser registrado em tabelas especiais de controle, compreendendo o nível, a topologia dos objetos, número dos objetos, quantidade de erros constatados/corrigidos, atributos.

5.8.3 Procedimentos finais de controle e avaliação da qualidade do mapa

A conclusão final sobre a qualidade de um mapa baseia-se no estudo e avaliação das suas propriedades mais importantes como um arquivo gráfico digital e como uma fonte específica de informação. Tradicionalmente, a confiabilidade e qualidade gráfica do produto representam a base da avaliação final de qualidade de um mapa.

Confiabilidade:

A qualidade de confiabilidade reflete o quanto corretamente o mapa e sua legenda apresentam as propriedades e características dos objetos de mapeamento.

A confiabilidade do mapa é a principal qualidade estimada para mapeamento temático.

Em termos práticos a confiabilidade é considerada com relação aos três tipos de informação representada: limites poligonais, simbologia dos objetos pontuais e os textos (TRIM, 1996).

A confiabilidade dos limites poligonais é normalmente assegurada com controle da precisão e exatidão do mapeamento. O posicionamento e definição da simbologia pontual dependem da experiência do cartógrafo, sobre tudo. O grau de adequação da toponímia e de textos colocados

no mapa depende da metodologia do mapeamento e das habilidades do cartógrafo em associar as unidades de mapeamento com outros sinais e textos.

Todos os aspectos da confiabilidade são determinados essencialmente a partir da fotointerpretação, da metodologia de avaliação do indicador geoambiental sintético e da metodologia de geoprocessamento. Para conferir a confiabilidade do mapa alguns limites poligonais são checados em campo aleatoriamente ou seletivamente.

É usual a avaliação qualitativa e quantitativa da confiabilidade do mapa.

5.8.3.1 Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa da confiabilidade consiste no controle da metodologia do mapeamento e da edição do mapa. A especificidade do mapeamento geoecológico exige que sejam realizados procedimentos adicionais da avaliação final da *linhagem*¹ após o término do mapeamento.

Para mapeamentos de inventário geoecológico, recomenda-se delineamento de pelo menos três perfis de observações para verificação da exatidão espacial e temática do mapa (RIC, 1998).

Para os mapeamentos interpretativos são normalmente selecionados alguns pontos aleatórios para averiguação da presença dos fenômenos-chave, que caracterizam o respectivo indicador.

A diferença entre a avaliação qualitativa e quantitativa consiste no modo como a seleção de trajetos e pontos de observações é feita, e também no processamento dos resultados das observações. A avaliação qualitativa, via regra, é mais sistemática e objetiva, porém não realiza as apreciações estatísticas. Por outro lado, este tipo de avaliação busca abranger o maior número possível de polígonos, considerando o tempo e os meios de acesso disponíveis. O resultado da avaliação qualitativa permite julgar o quanto mapa é confiável tematicamente e pode ser usado para definir os pontos de avaliação quantitativa.

¹ Linhagem são informações sobre dados da carta e é um aspecto de qualidade que diz respeito a história do mapeamento, ou seja, o executor, tipo de método utilizado na produção, tipo de dado, data da produção, material utilizado, entre outros.

5.8.3.2 Avaliação quantitativa

O objetivo da avaliação quantitativa é gerar as estatísticas de exatidão do mapa e realizar a auditoria do projeto. Alguns princípios básicos podem ser preestabelecidos (FGDS, 1998; RIC, 1998):

- (1) Identificar os aspectos do projeto que requerem avaliação quantitativa. Estes podem ser todas as unidades do mapeamento, ou determinados objetos ou problemas específicos, identificados na avaliação qualitativa. Por exemplo, exatidão na identificação de fontes da poluição ou fatores de modificação da unidade geocológica de mapeamento.
- (2) Identificar os atributos específicos que devem ser averiguados em cada ponto de controle (classificação da unidade de mapeamento, suas propriedades...) e determinar a escala de variação dos valores:
 - 1) absolutamente errado;
 - 2) é compreensível porém errado;
 - 3) razoável;
 - 4) bom;
 - 5) absolutamente certo.
- (3) Realizar uma seleção aleatória das amostras. O número máximo das amostras a serem avaliadas depende do total de polígonos mapeados e meios disponíveis. Porém, para que a avaliação atingisse a consistência o número de amostras não deve ser inferior à 30% das unidades de mapeamento para avaliação da exatidão temática (ou exatidão da interpretação)(RIC, 1998). Por outro lado, o número mínimo de pontos recomendados para avaliação da exatidão espacial não deve ser inferior à 20 pontos de controle por folha (FGDC, 1998).
- (4) Os trajetos de acesso e a seqüência de testes de exatidão devem ser identificados e impressos sobre o mapa avaliado. Considerando que no âmbito do mapeamento geocológico os trajetos de testes devem percorrer as feições mais importantes da paisagem, devem ser demarcados 10-20 pontos com intervalo fixo sobre cada trajeto.
- (5) Em cada um dos pontos definidos os atributos predefinidos são averiguados;

(6) Os dados coletados são analisados e as estatísticas são geradas. Os valores adquiridos para cada polígono devem ser comparados com os do mapa. Os parâmetros da qualidade são definidos em função da escala do mapa e sua predestinação, ou objetivos do seu uso, e intensidade de checagens de campo. Os critérios da qualidade são definidos como valores mínimos admissíveis de frequência de erros.

Como o mapeamento temático é uma espécie de arte, e sempre envolve síntese de informações e generalizações, é muito difícil definir claramente o que é certo ou errado. Por tanto, várias fontes recomendam para análise da exatidão temática uso da lógica “fuzzy”, que disponibiliza várias opções para determinar a natureza e distribuição de erros, sua magnitude, importância e fonte das falhas.

Em diante são abordadas as especificidades de avaliação da confiabilidade e outras qualidades do mapeamento geoecológico.

(A) Precisão:

Reflete o grau de exatidão com que as coordenadas dos pontos de controle e apoio horizontal e vertical são representados no espaço de coordenadas digitais, isto é compreende a quantidade de dígitos que podem ser definidos e armazenados para referidos valores. Os produtos digitais armazenam os referidos valores em unidades reais de medida, com precisão de até alguns milímetros (ou inferior). A precisão do produto temático depende inteiramente da base matemática do mapeamento, provida pelo mapa-base, e especificações de apoio de campo discriminados pelo executor. A precisão dos produtos digitais depende também das propriedades do equipamento e do software utilizado para execução do projeto. Os CAD e SIG do sistema Windows armazenam as coordenadas X, Y e Z como números reais dos pontos flutuantes no espaço de trabalho, limitado pela sua capacidade de memória virtual. A maioria dos software trabalham com precisão simples (*single-precision*) – com 32 bits reservados para registro das coordenadas do ponto. Alguns dos software profissionais, como grandes sistemas SIG (ArcInfo, por exemplo) disponibilizam a precisão dupla (*double-precision*) – com 64 bit, ou então dobro da memória, que proporciona maior precisão. Normalmente a precisão dupla garante armazenamento de catorze dígitos decimais, enquanto a simples somente sete (BCME, ago.

2001). Por exemplo, no armazenamento da coordenada “5.523.474.032” o dígito “...4.032” será perdido no registro com precisão simples. Estes pormenores devem ser observados sempre quando existe necessidade de reconversão de formatos dos arquivos digitais do mapa-base ou das cartas temáticas (dentro do mesmo software ou aplicativo e, sobretudo, entre os sistemas CAD distintos) para que não haja perda de precisão ou para que esta continue atender aos parâmetros exigidos do mapeamento. As informações e observações sobre a reconversão dos formatos devem constar no relatório final e metadados do projeto.

(B) Exatidão:

A qualidade de exatidão reflete o quanto é exata a delimitação e classificação das unidades de mapeamento.

Podem ser avaliadas no âmbito do mapeamento geocológico: exatidão posicional absoluta (altimétrica e planimétrica); exatidão posicional relativa ou geométrica; exatidão temática ou de interpretação; exatidão da digitalização e exatidão das medições GPS.

(C) Exatidão temática ou de interpretação:

Exatidão temática ou de interpretação também pode ser chamada de *completude* do mapeamento, que representa um processo de delineamento e classificação dos objetos do mundo real como feições espaciais identificados com atributos de texto¹. A exatidão temática reflete quão próximo à realidade (completo) os dados são representados. Depende do caráter do território mapeado e dificuldade de distinguir as unidades adjacentes, que também dependerá da capacidade do interprete de diferenciar as tonalidades e texturas da imagem interpretada. Depende, também, da escala e porcentagem de checagens do campo realizadas. No contexto do mapeamento geocológico, a metodologia clara da diferenciação e classificação dos objetos do mundo real

¹ Todas as designações, termos, explicações, convenções de letras ou números utilizados no mapa representam-se em forma de texto. Diferenciam três tipos de subscrições nos mapas: **topônimos**, isto é os nomes próprios dos locais e objetos geográficos, incluindo *hidrônimos*, *orônimos*, *etnônimos*, *zoônimos*, etc...; **termos**, que refletem os conceitos geográficos, geológicos, socioeconômicos, etc.; **subscrições explicativas**, isto é diversos tipos de explicações sobre as propriedades qualitativas, quantitativas, cronológicas, geodésicas (e etc.) dos objetos representados. Os parâmetros físicos do texto e seus atributos gráficos permitem a utilização do texto como um elemento das convenções cartográficas

incluindo as fontes adequadas de informação e os níveis de intensidade de trabalhos de campo são imprescindíveis para avaliação da exatidão temática. Com outras palavras, a linhagem do mapeamento deve ser avaliada e checada por etapa pelo executor. Com finalização do mapa a classificação dos polígonos e objetos representados pode ser averiguada em pontos aleatórios, segundo níveis de intensidade de levantamentos de campo (Quadro 15). Devem ser analisadas seguintes questões (BCME, 1998):

- (a) quais das feições foram omitidas?;
- (b) quais das feições não existentes foram representadas?;
- (c) a classificação dos fenômenos representados é correta?;
- (d) quanto atuais são os dados?;
- (e) como são exatas as localizações do mundo real? (reflete as observações da exatidão posicional)

(D) Exatidão posicional absoluta (altimétrica e planimétrica):

Ou exatidão da representação com relação ao datum geodésico, especifica o quanto é exata a locação das feições no espaço de coordenadas (ou plano da projeção) com relação à sua posição verdadeira no terreno. A exatidão posicional (avaliada como planimétrica e/ou altimétrica) pode ser estabelecida como desvio (erro) máximo permitido entre as coordenadas das feições mapeadas e as coordenadas adquiridas através do rasteiro em pontos de checagem relativamente a RGN (de 1ª, 2ª ou 3ª ordem) (FGDC, 1998; RIC, 2000). O referido erro é especificado como porcentagem da probabilidade de erros: 90% de todos os pontos testados devem ter posicionamento conforme o PEC, ou até 3% de pontos checados podem ter erro superior ao PEC. A localização dos pontos checados deve ser estabelecida através do transporte de pontos de controle ou rastreamento com GPS (equipamentos de precisão com tempo de observações acima de 3 minutos (RIC, 2000)).

Assim, como da precisão, a avaliação da exatidão posicional das cartas temáticas somente é viável para os documentos de escala grande, criados sem mapa-base a partir de dados de levantamento de campo, e para levantamentos de inventário com base de processamento de imagens. Em todos os outros casos o mapa-base deve fornecer os parâmetros da exatidão posicional, segundo as especificações do Decreto Lei 89.817 de 20/06/84.

A exatidão posicional das unidades de mapeamento temático (polígonos) (veja Apêndice 5) é definida em função da escala e objetivos do mapeamento e se refere à avaliação da exatidão planimétrica.

As etapas para avaliação da exatidão são seguintes (Brasil, 1984; FGDC,1998):

- 1) Escolha e identificação de pontos bem distribuídos e bem definidos no mapa a ser controlado. As normas internacionais recomendam o mínimo de 20 pontos por folha, porem no mapeamento temático pode não ocorrer o número suficiente de polígonos para definição deste número de pontos; como alternativa o número de pontos pode ser definido em função do nível de intensidade de levantamentos de campo (por exemplo, para nível A os pontos devem ser definidos em 90% dos polígonos mapeados, etc.);
- 2) Identificação dos pontos de controle homólogos no documento cartográfico de controle (deve ter escala no mínimo três vezes maior do que o documento avaliado);
- 3) Coleta de coordenadas dos pontos nos dois documentos (no de avaliação e no de controle) ou aquisição de coordenadas em campo;
- 4) Comparação entre as coordenadas e controle de qualidade. Criação de tabelas com os dois grupos de coordenadas, cálculo dos resíduos, os resíduos médios:

Nº	descrição	<i>x_{ic}</i>	<i>x_{id}</i>	ΔX (m)	ΔX^2 (m)	<i>y_{ic}</i>	<i>y_{id}</i>	ΔY (m)	ΔY^2 (m)

O desvio-padrão nas coordenadas N, E:

$$S_x = \sqrt{\left[\sum (x_{id} - x_{ic})^2 / n \right]}$$

$$S_y = \sqrt{\left[\sum (y_{id} - y_{ic})^2 / n \right]}$$

onde,

x_{id}; *y_{id}* – coordenada do ponto i no mapa;

x_{ic} ; *y_{ic}* – coordenada do ponto i no documento de controle;

n – número total de pontos da amostra;

i – numero do ponto de 1 à n.

O erro planimétrico é definido como $\sqrt{\left[(x_{id} - x_{ic})^2 + (y_{id} - y_{ic})^2 \right]}$
o desvio padrão planimétrico é definido como:

$$S_p = \sqrt{\left[\sum ((x_{id} - x_{ic})^2 + (y_{id} - y_{ic})^2) / n \right]} = \sqrt{\left[S_x^2 + S_y^2 \right]}$$

O *desvio-padrão* é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90 % de probabilidade, que define a exatidão de documentos cartográficos. Essa probabilidade corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão (PEC=1,6449*EP). Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC planimétrico estabelecido.

(E) Exatidão posicional relativa (interna) ou consistência lógica:

Especifica o grau da veracidade da representação das formas poligonais no espaço de coordenadas com relação das suas formas no mundo real, assim como suas relações topológicas. A forma verdadeira dos polígonos pode ser estabelecida:

1. através da restituição fotogramétrica;
2. medições em campo;
3. locação do perímetro ou de vértices internas com GPS.

A exatidão/erro pode ser estabelecida como desvio máximo permitido entre o tamanho e forma do polígono mapeado e forma e tamanho do mesmo definido por um dos métodos anteriormente citados (RIC, 2000). Segundo padrões internacionais a área calculada de cada feição digital não deve se diferenciar mais que em 15% da área definida em campo ou do seu perímetro calculado com auxílio do GPS (MELPBC, 2000; FGDC, 1998; RIC, 1998). A quantidade de feições avaliadas depende da escala e objetivos do mapeamento. A exatidão posicional relativa é estimada como porcentagem de probabilidade de erro: 90% de todos os polígonos avaliados não devem exceder os 15% de desvio da forma e da área dos polígonos reais.

(F) Exatidão da digitalização:

Especifica a proximidade espacial entre as formas das feições e sua posição no espaço digital de coordenadas com relação à sua forma e localização no mapa analógico ou outra fonte de dados, excluindo erros de interpretação. Considera os erros comuns associados com o processo de edição digital do mapa. A exatidão requerida das feições mapeadas depende da escala do levantamento e pode ser especificada em termos de desvios entre o original dos dados e a edição vetorial do mapa.

A exatidão da digitalização é avaliada no âmbito do mapeamento geocológico em dois casos específicos: exatidão da digitalização do mapa analógico (como fonte de dados geoambientais) e exatidão da digitalização das feições adquiridas por fotointerpretação.

No primeiro caso o desvio entre o original e a impressão do arquivo digital na mesma escala não deve exceder 0,5 mm (RIC, 1998). Isto significa que, por exemplo, para mapa na escala de 1:20 000, todas as feições devem permanecer dentro de 10m de variação da sua localização no espaço de coordenadas digitais.

No segundo caso, trata-se do controle de ajuste de polígonos de fotointerpretação e de interpretação das imagens remotas, que de alguma forma conhecida com a avaliação da exatidão posicional relativa dos polígonos.

A coerência geométrica e topológica das unidades de mapeamento geocológico é de extrema importância, considerando a necessidade de monitoramento da evolução temporal dos fenômenos.

O CANALEJO *et al.* (1998), recomendam seguinte procedimento para controle de polígonos digitalizados:

- (1) referenciar a imagem raster ao arquivo vetorial, sobrepondo aos ambos uma malha de quadrados 10 x 10 km; ou 1 x 1 km (em função da escala);
- (2) operador deve anotar em pontos próximos aos nós da malha a distância entre o ponto no desenho vetorial e o seu homólogo na imagem raster;
- (3) o erro médio quadrático das distâncias medidas não deve exceder o padrão da exatidão espacial do projeto:

$$S = [\sum ((x_{ri} + y_{ri}) / (n-1))]^{1/2} \leq 50\text{m (para escala de 1:50 000)}$$

onde,

x_{ri} – x residual do ponto i;

y_{ri} – Y residual do ponto i;

n – número total de pontos da amostra.

(H) Exatidão das medições GPS:

Sempre que os equipamentos GPS são utilizados para levantamento ou checagem de dados, as especificações do fabricante e as normas de levantamento adotadas devem ser especificadas (no

Brasil os levantamentos com GPS são normatizados pelo IBGE e/ou editais de licitação pública). A precisão dos equipamentos utilizados, metodologia e tempo das observações devem ser compatíveis como PEC¹ estabelecido para escala do mapeamento.

Nos mapas analógicos, onde a escala é constante, o PEC define duas características importantíssimas da representação: a exatidão posicional e a resolução espacial (definida como a distância mínima entre dois objetos ou espessura do traço). Em formato digital esta associação só está presente quando o mapa-base foi criado através da digitalização do mapa analógico. Em casos de mapa-base de origem digital (direto da restituição) as propriedades de exatidão posicional, resolução espacial e grau de detalhe tornam-se potencialmente distintas (GOODCHILD, 2001; RIC, 2000). A exatidão torna-se mais dependente da precisão das medições e do software. A resolução espacial e grau de detalhe não dependem mais diretamente da fração mínima da representação, já que na visualização as feições podem ser captadas tanto como áreas quanto pontos. Portanto isto leva à uma aparente ausência da limitação física da representação. Por outro lado, a desconsideração de um valor limítrofe para resolução e grau de detalhe do mapeamento leva à perda do sistema de convenções cartográficas, por este preservado². Por tanto, na avaliação da qualidade do mapa digital deve ser analisada a coerência entre os parâmetros da exatidão, resolução espacial e nível de detalhe tanto para visualização em tela, quanto para composição do layout em uma determinada escala.

(I) Resolução espacial, tamanho mínimo de polígono versus exatidão

A resolução espacial do mapeamento *reflete o grau de proximidade com que as unidades de mapeamento podem ser discriminadas. Compreende a separação mínima entre os dois pontos de uma mesma feição e a distância mínima entre duas feições distintas* (MELPBC,2000). O GOODCHILD (2001) define a resolução espacial do mapa digital como a distância mínima em que as mudanças da representação são captadas³, medida em unidades de comprimento (mm).

¹ Padrão da exatidão cartográfica

² Este tipo de pormenores são dificilmente conhecidos por iniciantes ou público em geral o que leva os a pensar na ausência da escala nas representações cartográficas digitais..

³ O autor sublinha que a resolução espacial representa uma variável da função contínua das variáveis espaciais x e y.

Normalmente uma linha não pode ser traçada a distância inferior à 0,5mm uma da outra. Isto significa que no mapa analógico 1:20.000 a resolução espacial (distância mínima entre os objetos representados) corresponde à cerca de 10 metros no terreno (o que significa que uma feição inferior à 20m de comprimento não pode ser representada no mapa). Enquanto na escala de 1:250.000 a resolução espacial constitui 125 m.

Para um mapa digital a escala do projeto e a sua resolução espacial eventualmente representam valores distintos. Por consequência, a resolução espacial define o tamanho mínimo do polígono e o grau de detalhe da representação cartográfica digital¹.

A resolução espacial pode ser definida como tamanho mínimo do polígono representado. Por exemplo, “as feições com área inferior à 1cm² não serão representados no mapa” ou “os lagos com tamanho do espelho de águas inferior à 1ha não podem ser representados”. Na maioria das vezes, estas limitações de resolução do mapa digital são induzidas por fatores externos relacionados com forma de aquisição de dados para mapeamento: tipo de inventário (consistência lógica e grau de detalhe), tipo e geometria dos polígonos (os polígonos resultantes das imagens do sensoriamento remoto herdam a resolução espacial e geometria do pixel da imagem). Estas diferenciações na resolução espacial é a principal razão da necessidade de criação de níveis de informação com densidade distinta para composição dos *layouts* em distintas escalas. O quadro em seguida ilustra como a topologia das feições é afetada em função da resolução espacial do mapeamento.

QUADRO 21 - Variações na topologia dos objetos de representação em função da sua geometria proporcionada pela resolução espacial do mapeamento (fonte: BCMELP, jan 2000)

Feição/objeto	Topologia			Fator de alteração
	polígono	linha	ponto	
área	≥ 1ha	-	-	A perceptibilidade do objeto de mapeamento na fonte de dados (as feições com certo tamanho não podem ser capturados ou delimitados com exatidão suficiente a partir das imagens aéreas ou de sensoriamento remoto) e/ou o fator relacionado com exatidão posicional (certas feições não podem ser reconhecidas e capturadas se o seu tamanho é inferior ao PEC)
rio	largura > 20m	largura = 20 m	-	
edificação	área >900m ² perímetro > 100m ²	-	área = 900m ² perímetro = 100m ²	O tamanho mínimo do polígono impresso em uma determinada escala define se o objeto de mapeamento pode ser captado como um polígono ou como um ponto

¹ Considerando que os mapas analógicos preservam tamanhos dos objetos e feições constantes sua resolução espacial está expressa em sua escala.

O quadro mostra que uma área é representada como polígono quando sua área total é igual ou superior à 1ha. Caso contrário esta não poderá ser representada na mesma escala. As edificações são reconhecidas como polígonos quando sua área é superior à 900m². Em casos quando sua área é igual à 900m² a edificação é representada por um ponto. Os rios podem ser capturados como polígonos fechados quando sua largura excede 20m. Caso esta se iguala ao referido valor, o rio é representado como uma linha.

As fontes de informação em formato raster especificam a resolução espacial do arquivo vetorial em função do tamanho do pixel, já que impossível de reconhecer o algo dentro ou no meio dos pixel. Nestes casos as escalas das saídas cartográficas já mais deverão ultrapassar os limites da resolução espacial da fonte, ou então será definida em função da resolução espacial do sensor, ou por especificações do aplicativo de reconversão automática (raster-vetor) de dados.

Para mapeamentos geoecológicos o tamanho mínimo do polígono, com algumas exceções específicas para cada tema em particular, ronda em torno 0,5 cm² (0,7 x 0,7 cm), o que atende as necessidade de reconhecimento das unidades geoecológicas em distintos níveis espaciais (escalas de mapeamento) (RIC, 1998).

(J) Densidade de dados ou grau de detalhe da representação:

A densidade de dados mede a quantidade de feições armazenadas por área de representação cartográfica. Por tanto está diretamente relacionada com a resolução espacial e o tamanho mínimo do polígono representado. A maior densidade da representação significa maior quantidade de feições por área e o menor tamanho de polígonos representados.

A densidade de dados no mapa analógico é definida e limitada pela escala e por tanto coincide com a resolução. Os polígonos não podem ser representados se a sua área é inferior à resolução da linha que os delimita. Por exemplo, o polígono inferior à 25 m² não pode ser representado na escala de 1: 25 000. O mesmo valor limita o número de polígonos que podem ser representados numa determinada área do mapa.

No mapa digital o tamanho mínimo da feição é limitado somente pela precisão do projeto e fisicamente infinita. A densidade de dados e/ou resolução espacial do mapa geoecológico digital

vai depender do grau de detalhe do inventário, natureza de dados e suas convenções cartográficas, que especificarão o tamanho mínimo do polígono. Além disso, as distintas partes da imagem cartográfica normalmente representam uma variedade do grau de detalhe e distinta densidade de dados em função das particularidades geoambientais da superfície representada.

O mapa não pode ser “sufocado” de detalhes e superlotado. O tamanho e posicionamento de textos e símbolos devem ser dimensionados na escala de impressão ou da visualização¹ e não se sobrepõem com aumento do *zoom*. Para apresentação do produto em escalas distintas devem ser elaborados *layers* com dimensionamento distinto de convenções cartográficas.

Por outro lado, não existe necessidade de armazenamento de dados em densidade maior do que requer o padrão da exatidão espacial para escala do projeto.

A coerência entre a resolução espacial e a escala da impressão ou de visualização é de extrema importância. A ausência desta representa uma violação das normas básicas da cartografia (da generalização particularmente) e resulta na deterioração da qualidade do produto avaliado. Deve-se ter em conta, que não só o aumento da densidade de dados e deterioração da perceptibilidade com diminuição da escala, como também o aumento da escala e a presença de vazios cartográficos, constituem os erros da produção. Além de violarem as normas da cartografia, as duas situações induzem o usuário final aos erros analíticos quanto a caracterização e densidade de fatores e fenômenos no território, objeto de certo nível de planejamento. Num caso podem formar as idéias de complexidade excessiva e no outro da ausência das condições necessárias.

A observação da preservação das regras de generalização cartográfica, assim como sua discriminação no relatório final do mapa, é indispensável. Principalmente quando se trata do mapeamento geoecológico, onde a redução da densidade de polígonos representa uma tarefa de reclassificação das unidades de mapeamento e não somente a redução do número e simplificação da geometria dos elementos.

O controle da resolução e da densidade de dados realiza-se através da avaliação das impressões experimentais em escalas de saídas previstas, comparados com a fonte original da informação.

¹ A escala da visualização é a escala na qual o mapa computacional aparece em toda sua plenitude gráfica, sem redução exagerada ou estourando a detalhe. A escala adequada de visualização é a escala em que o mapa foi criado (BCME, 1998)

5.8.3.3 Análise do *design* do mapa

O design do mapas representa o conjunto de formas e métodos de representação gráfica utilizados no mapa, que definem as suas propriedades informativas, artísticas e estéticas.

A filosofia do *design* cartográfico baseia-se na *teoria da comunicação gráfica* e compreende fundamentos seguintes:

1. Concepção antes da compilação
2. Harmonia e hierarquia
3. Simplicidade e generalização
4. Máximo de informação com custos mínimos
5. Incentivo à emoção e compreensão fácil

Este último adquire especial importância na concepção de mapas para o planejamento, considerando o fato que a maioria dos seus usuários não tem preparo específico para leitura da informação cartográfica. *O sistema convencional associativo com objetos e fenômenos do mundo real e a perceptibilidade fora de comum devem representar as características básicas do mapeamento temático aplicado.* Assim, o design final de um mapa deve basear-se sobre cinco princípios fundamentais: **balanço, foco, ordem interna, contraste, orientação**. Para realização destes princípios a ciência cartográfica faz uso do sistema de sinais convencionais e métodos de representação gráfica.

Análise do *design* compreende avaliação qualitativa da composição gráfica da imagem do mapa. Conforme as normas da composição do layout do mapa devem ser analisados (DMA, 1996):

1. Título
2. Legenda
3. Formato e estrutura: orientação; projeção; balanço / consistência necessária
4. Símbolos: clareza/perceptibilidade; contraste visual; balanço/localização; cores e consistência lógica
5. Texto: fonte e cor
6. Síntese:
 - 6.1 relações de figura / fundo;

- 6.2 análise da hierarquia da imagem;
- 6.3 qualidade de imagem (claro – borrado; confuso – perceptível; limpo – obscuro; bruto – elegante; transparente – opaco; contraste alto - baixo contraste);
- 6.4 características estilísticas (confuso – equilibrado; moderno – tradicional; fraco - forte; com destaque – fusco; flexível – rígido; pesado – leve; áspero – liso);
- 6.5 características de dados (generalizados, inexatos, específicos, complexos, etc..)

Em termos gerais, exceto os elementos regulamentados pela norma cartográfica e diretrizes metodológicas, as avaliações do design do mapa contem sempre um elemento de subjetividade. O que não diminui a sua importância na avaliação geral da qualidade do mapa.

Finalizada a avaliação dos elementos de qualidade do mapa temático deve ser elaborado relatório de avaliação da qualidade. Os resultados finais da avaliação devem ser inseridos no arquivo de metadados do projeto.

5.9 INTERPRETAÇÃO FINAL E METADADOS

A interpretação final ou finalização do projeto cartográfico consiste na geração dos textos explicativos (quando estes são solicitados no projeto), relatórios finais e de metadados.

Metadados (ingl. – metadata) – são dados sobre os dados e especificações de mapeamento. Representam as informações combinadas sobre o conteúdo, qualidade, condição, e outras características de dados do mapeamento (FGDC, 2000).

Os metadados, segundo normas internacionais incluem sete subgrupos de dados (FGDC, 2000; ISSO TC 211):

1. Identificação
2. Dados sobre a qualidade de informação

3. Dados sobre a organização espacial de informação
4. Especificações de georreferenciamento da informação
5. Informação sobre as feições e atributos
6. Informação sobre distribuição do mapeamento
7. Referenciamento de metadados

Cada grupo compreende os dados obrigatórios principais e diversas informações complementares que podem ser incluídas opcionalmente.

1. Informação de identificação do mapa e do projeto de mapeamento - informação básica sobre o conjunto de dados de dados utilizados e produzidos no projeto, que compreende:

- 1.1 Referencia bibliográfica do mapa segundo normas internacionais e nacionais (ABNT);
- 1.2 Descrição do projeto: compreende resumo, objetivos e opcionalmente informações específicas sobre o projeto de mapeamento;
- 1.3 Período de execução do projeto desde coleta de dados até edição final;
- 1.4 Estatuto do projeto: deve refletir o grau de recobrimento e da evolução, suporte (manutenção) e a frequência de atualização do mapeamento;
- 1.5 Referencia espacial do projeto: coordenadas extremas (norte, sul, oeste, leste) e raio do polígono mapeado;
- 1.6 Palavras-chave. Devem ser compostas por palavras que identificam seqüencialmente: tema, local, estatuto e período do mapeamento;
- 1.7 Facilidades e restrições de acesso aos dados de mapeamento: restrições e condições prévias legais para ter acesso ao conjunto de dados. Estes incluem qualquer restrição de acesso aplicada para assegurar a proteção de privacidade ou propriedade intelectual, e quaisquer restrições especiais ou limitações em obter o conjunto de dados de mapeamento;
- 1.8 Usuários diretos e potenciais, restrições de uso: restrições e condições prévias legais para uso dos dados depois que acesso seja concedido;
- 1.9 Referencias de contato com o produtor do mapeamento: endereço postal, telefone/fax ou *e-mail's* comerciais;
- 1.10 Definições do arquivo gráfico do mapa: nome, tipo e descrição do arquivo gráfico;
- 1.11 Créditos: autores do mapeamento
- 1.12 Informações de segurança: classificação segundo o sistema de segurança de dados (secreto, confidencial, público, indefinido, etc.); definição de restrições e mecanismos de segurança de acesso (direto, restrito por senha pessoal, criptografado, etc.);

- 1.13 Referências do ambiente original de dados: descrição de dados a respeito do produtor do sistema de processamento, o nome do software (inclusive versão), sistema operacional de computador, nome de arquivo (inclusive anfitrião -, caminho -, e *filenames*), e os dados fixaram tamanho.
- 1.14 Referência “cruzada”--informação sobre outros, relacionados conjuntos de dados e mapas de provável interesse.
2. **Informações sobre a Qualidade de dados.** Compreende uma avaliação geral da qualidade do mapeamento, que inclui avaliação da consistência lógica, exatidão de atributos e exatidão espacial. Compreende também definição dos dados do mapa-base (precisão e exatidão, organismo responsável)
 3. **Dados sobre a organização espacial de informação:** reflete informações sobre tipo de organização espacial de dados no ambiente de edição gráfica (vetor ou raster e sua resolução; 2-D ou 3-D; nível e tipo de topologia)
 4. **Especificações de Georreferenciamento da informação:** compreende discriminação do sistema de coordenadas, projeção cartográfica, Data, unidades de medida de coordenadas e sua resolução¹.
 5. **Informação sobre as feições e atributos:** especificações de natureza e representação gráfica de informação
 6. **Informação sobre distribuição do mapeamento:** informação sobre o distribuidor e opções para obter os mapas (forma e formato disponível; formulário de requisição)
 7. **Referenciamento de metadados:** as normas internacionais definem seguinte padrão da citação: Autor, Data de publicação. Título. Edição, forma de apresentação de dados espaciais, Mídia, Série, Local, Editora, ano.

Os metadados representam um meio de inventário dos recursos cartográficos digitais de distinto nível (regionais, nacionais e internacionais), fazem parte integrante dos BD e sistemas de informação, constituindo um dos objetivos de administração dos últimos, e são utilizados para busca e avaliação das fontes de dados (BERLIANT, 1996).

¹ Unidades de Coordenadas geográficas - unidades de medida empregues para a latitude e longitude (graus decimais, decimal de minutos, decimal segundos, graus, minutos e segundos). Resolução de latitude - a diferença mínima entre dois valores de latitude adjacentes expressado em Unidades de Coordenada Geográficas de medida. Resolução de longitude - a diferença mínima entre dois longitude adjacente valores expressaram em Unidades de Coordenada Geográficas de medida.

O arquivo de metadados pode ser elaborado em qualquer formato (*.doc; *.pdf; *.xls... etc.), porem recomenda-se o formato . DBF, vista a sua máxima compatibilidade com arquivos de bases de dados (RIC, 1998 B). Um exemplo de projeto de metadados consta no Quadro 22.

A execução de mapeamentos digitais segundo uma metodologia única de procedimentos garante a padronização de dados digitais e sua interoperacionalidade – qualidade essencial para uso multifinalitário de dados.

QUADRO 22 – Projeto de matadados para formato *.dbf

(fonte: RIC, 1998 B)

Nº	Conteúdo formal da informação	Descrição	Numero de dígitos	Nome recomendado do file *.dbf
01	Designação do Projeto	Nome oficial do projeto de mapeamento	Até 40	Proj_Name
02	Localização Geográfica	Área geográfica do projeto	40	Geog_Loc
03	Fonte de Dados/Detentores oficiais	Órgãos públicos ou privados responsáveis pela manutenção de dados	40	Org_Name
04	Responsável pelo Projeto	O especialista responsável pelo projeto	40	Proj_Respons
05	Cartógrafo	Cartógrafo responsável pelo mapeamento; Chefe de equipe	30	Cartog
06	Nível de exatidão	O nível que indica a % de polígonos e dados checados em campo	1 (A, B ou C)	NEX
07	Ano de Levantamento	Ano de levantamento de dados e realização do apoio e controle terrestre	4	Ano_Map
08	Data de compilação	Data de finalização do projeto (aaaa-mm-dd)	8	Data_Final
09	Executor	Pessoa ou agencia que realizaram digitalização original de dados	30	Execut_name
10	Escala de compilação ou publicação	Escala de compilação de dados (registra-se só o denominador)	Até 7 (ex.: 20 000)	Comput_Escal Public_Escal
11	Projeção	Projeção original do projeto	35	Projecao
12	Elipsóide	Elipsóide de referencia	40	Elepsoid
13	Método de coleta de dados	Ex.: aerolevramento; ortofoto	40	Comp_metod
14	Datum	Especificação do datum	10	Datum
15	Níveis e atributos	Numero de níveis, feições e atributos requeridos no projeto	40	Niv_Atribut
16	Tamanho do raster	Tamanho do pixel - x, y e z para arquivos raster	3	Raster_X; Raster_Y; Raster_Z
17	Comentários específicos	Comentário de ajustamento de dados; classificação de informações, etc.	1000	Proj_Coment

Capítulo 6 - EVOLUÇÃO DA CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA APLICADA E AS PARTICULARIDADES DA SUA ESTRUTURA TEMÁTICA-FUNCIONAL

Presente capítulo visa uma análise das tendências da evolução histórica do mapeamento geoambiental e geoecológico no contexto dos trabalhos cartográficos internacionais aplicados ao planejamento.

Para apreciação das experiências internacionais foram selecionados alguns países com ampla experiência cartográfica, que desenvolveram (e divulgaram) projetos nacionais ou internacionais de mapeamento aplicado ao planejamento, assim como promoveram ou estão desenvolvendo ampla normatização cartográfica, neste âmbito. A análise foi dividida em cinco blocos: Brasil, Rússia, Canadá, Estados Unidos e os países da Comunidade Européia.

Buscou-se diferenciar as principais tendências metodológicas, o conteúdo e a estrutura temático-funcional dos projetos de mapeamento aplicado e, sobretudo, a existência e importância socioeconômica destes, assim como, a existência de sistemas nacionais de normatização cartográfica e da produção da informação espacial.

Os fatos históricos de trabalhos cartográficos realizados em diversos países, relatados neste capítulo foram coletados a partir dos materiais disponíveis em documentos de normatização cartográfica e das publicações disponíveis via Internet (TRIM, 1996; MELPBC, 2000; RIC, 1999b)¹, assim como fontes bibliográficas convencionais e referências no trabalho do RUDENKO (1984: 18-39).

¹ - assim como os dados disponíveis nos projetos relacionados no Apêndice 6.

6.1 DESENVOLVIMENTO DO MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL APLICADO: TENDÊNCIAS GERAIS

É evidente que o desenvolvimento conceitual do mapeamento geoambiental acompanha a evolução da demanda socioeconômica em condições e recursos naturais¹ para o desenvolvimento e os paradigmas da sua exploração.

Historicamente o surgimento da necessidade de inventário e gestão de recursos situa-se entre a segunda e terceira etapas de evolução das relações entre homem e meio ambiente:

- (I) 200 000 anos atrás – “*revolução de trabalhos manuais*” – surgimento das primeiras ferramentas;
- (II) 8 000 A.C. – *revolução agrícola* – surgimento de agricultura e pecuária. Últimos 2000 anos podem ser considerados catastróficos em termos de esgotamento de recursos florestais e de solos em consequência das atividades agropecuárias do homem. As catástrofes ecológicas relacionadas com exploração agrícola foram registradas já nos tempos da Grécia Antiga². No sec. X a civilização Maia foi levada ao colapso por causa da sobrepopulação, enquanto no Mediterrâneo e na Ásia ao desflorestamento total;
- (III) Em meado de 1700 – *revolução industrial* – surgimento do conceito de condições e recursos de desenvolvimento, cujo conteúdo e demanda evoluem conforme estão evoluindo os meios tecnológicos para sua prospecção, extração e processamento... A poluição atmosférica em Londres, por causa das emissões industriais já foi constatada por naturalistas em 1661. Em 1972 Meadows publica “*Limits to the Growth*”, que se não foi revolucionário – mudou drasticamente a opinião pública sobre exploração dos recursos anteriormente considerados inesgotáveis.
- (IV) Década dos 80 (XX) – *revolução informativa* – tecnologias informativas e restrições territoriais tornam a informação espacial e geoambiental em recursos específicos para

¹ Conceito de recursos naturais é um conceito histórico, surge no final do século XIX, compreendendo inicialmente recursos biológicos e minerais (energéticos e metálicos), evoluindo paulatinamente de 30 à 90 elementos químicos... Atualmente estão em exploração cerca de 200 matérias primas naturais...

² Os trabalhos do Platão relatam a degradação da Ática; o Sinon no sec.I – relata desertificação das terras férteis de Roma e Cecília .

desenvolvimento; permitem redução de gastos e problemas ambientais através de aumento da eficácia da gestão e planejamento territorial.

Nos últimos 200 anos a gestão de recursos passa por vários paradigmas:

1. exploração intensiva;
2. preservação (surgimento de primeiras áreas de preservação);
3. utilização parcimoniosa (uso sustentável);
4. aproveitamento ecológico (compreende o conceito de usos múltiplos e consideração de valores não-tangíveis).

A história do mapeamento geoambiental se inicia com desenvolvimento de inventários de recursos naturais necessários para desenvolvimento. A busca das origens dos mapeamentos temáticos aplicados leva ao cadastro medieval de terras, onde se encontram precedentes de mapeamentos de uso do solo e das suas propriedades produtivas, gerando premissas de mapeamentos pedológicos e agroclimáticos.

Em épocas alternadas a demanda econômica por determinados recursos naturais impulsionava a realização de inventários e cadastros destes. Por exemplo, em 1703 o Petr I (o Grande), Imperador da Rússia¹, motivado pela criação da frota naval, estabelece o *serviço florestal* regular e cadastro de recursos florestais, praticamente nacionalizando as florestas. Em 1873, por outro lado, na Inglaterra foi realizado primeiro mapeamento temático e o inventário das características das atividades agrícolas, motivado pela escassez de recursos agrícolas (TRIM, 1996).

Os primeiros mapeamentos ambientais, ainda que esporádicos, estão relacionados com inventários regionais de recursos agrícolas, florestais e geológicos no final do século XVII e durante século XIX. Os registros importantes da preocupação e dos movimentos ambientais surgiram na mesma época (NRCS, 2000):

1847 – Gorge Perkins Marsh funda *Agricultural Society of Rutland Country*, cujo objetivo estabelecer as metas de superação de problemas ambientais na exploração agrícola das terras nos EUA;

¹ Czar Petr I Alekseevich (Peter o Grande) (1682-1725). As reformas políticas e econômicas do Pedro Grande invocaram o conhecimento efetivo do território nacional e das colônias somente em termos de recursos naturais, que permitissem a evolução militar e industrial do País. As mesmas desprezavam a realização do cadastro técnico de terras, vista a imensidão dos seus recursos territoriais e baixa densidade populacional. Situação que se encontrava em contraponto com a Europa Ocidental, onde cadastro fiscal de terras era obrigatório e estimava seus usos, recursos florestais e de caça, devido a escassez eminente do espaço.

1892 – foi fundado *Sierra Club* – movimento que impôs a criação de parques e reservas naturais nos EUA;

1909 – presidente T. Roosevelt – define a criação de 200 000 km² de parques de proteção de recursos naturais – 51 refúgios naturais e 18 áreas de interesse especial.

Até meados do século XX o número de organizações ambientais institucionalizados pelos estados triplicou.

O aumento da população e desenvolvimento industrial no final do século XIX invocou a necessidade de mapeamento sistemático dos recursos. Desde este período os mapeamentos geológicos, pedológicos e florestais tornam-se sistemáticos nos EUA, na Rússia, Alemanha e Inglaterra e outros países.

Os serviços geológicos e pedológicos intensificaram-se ou tornaram-se sistemáticos, de uma maneira geral nos anos 20-30 do sec. XX. O mesmo período é caracterizado pelo surgimento de mapeamentos geotécnicos (Alemanha) e o primeiro mapeamento de uso do solo , propriamente dito. O último foi conduzido por *Dudley Dtamp* na Inglaterra em 1930 e foi realizado por professores escolares e seus alunos através de levantamentos em campo (RIC,1999b).

A globalização econômica depois da Segunda Guerra Mundial estimulou a tendência de implantação de serviços governamentais de gestão de recursos naturais. Nos anos 50-60, a maioria dos países criou serviços especiais de inventários e gestão de recursos naturais, assim como de planejamento territorial. Vários sistemas de classificação de recursos e de uso do solo foram implantados neste período. Scace (1981) *apud* RIC (1999b) estima cerca de 50 sistemas de monitoramento de uso do solo entre os Estados Unidos e Canadá. Muitos outros foram criados em diversos países da Europa.

Os métodos de mapeamento e a diversidade temática dos modelos cartográficos geoambientais desenvolveram-se basicamente entre os anos 60-80 (sec. XX), com evolução conceitual de ciências naturais e exatas e o advento de novos meios tecnológicos de investigação (instrumentais e de sensoriamento remoto, principalmente). A maioria de países europeus chegou neste período ao recobrimento total dos seus territórios com mapeamentos geoambientais básicos (geológico, pedológico, climático, uso de solo, etc.) em escalas médias. Os países de grandes extensões territoriais (como Canadá, EUA ou Rússia) chegaram realizar os respectivos

mapeamentos para cerca de 50-70 % dos seus espaços nacionais. Este processo levou à padronização internacional de alguns sistemas convencionais de mapeamentos geoambientais (como geológico, pedológico e climático e alguns outros¹) ainda nos anos 70.

Em busca de novos indicadores e modelos de análise ambiental foram se desenvolvendo novas metodologias de mapeamento que visaram à integração de vários parâmetros ambientais e de qualidade de vida (interdisciplinar em perspectiva). Nos últimos anos a concepção de geossistemas/ecossistemas adquire um papel de destaque, refletindo-se em trabalhos intensos de mapeamento de sistemas ambientais (*ecosystem map* – Canadá e EUA; *landshaft cart* – Alemanha; *taxonomicheskaja karta* – Rússia...). Em consequência deste processo se ramifica o mapeamento geoecológico, que considera a qualidade do hábitat humano no seu contexto sistêmico e interdependente.

Deste modo, historicamente a estrutura temática de projetos de mapeamento geoambiental aplicado evolui desde a temática setorial e de indicadores monocomponenciais até a temática complexa com representação de indicadores integrais e intercomponenciais e multifinalitários (de análise simples de elementos mais relevantes dos componentes e recursos da paisagem até avaliação integral da estrutura taxonômica, funcional e ecológica da paisagem como um sistema).

De uma maneira condicional pode se dito que o mapeamento geoecológico como uma disciplina científica desenvolve-se desde anos 60 do século XX. Os primeiros trabalhos tiveram caráter esporádico, desenvolvidos nitidamente como ferramentas do planejamento, e visaram à integração melhor entre as atividades de uso do solo e as propriedades naturais da paisagem (DOMON *et al.*, 1989). Por muitos anos a evolução de métodos de mapeamento ecológico seguia linha estritamente científica em aplicações no âmbito da perícia ecológica em áreas de risco e de preservação, sem aplicação efetiva ao planejamento territorial, apesar de intenção inicial ser exatamente esta.

Depois de 20 anos da prática expansiva, deste tipo de investigações, ascende, em virtude do seu caráter interdisciplinar, ao lugar de destaque no diagnóstico e apoio à decisão para planejamento.

¹ Esta padronização consistiu basicamente na padronização de classificações das unidades de mapeamento e das legendas à estas atreladas. Como no caso de cartografia geológica, onde para cada era, período, etc. foram adotadas as mesmas cores no mundo inteiro.

O início de anos 80 foi marcado por aumento da demanda de informação geoambiental e sua diversificação temática, promovido pelo surgimento de novo paradigma global de desenvolvimento sustentável, e ao mesmo tempo, pela disponibilidade tecnológica de gerenciamento destas informações. O caráter metodológico de mapeamentos temáticos muda drasticamente com introdução de técnicas digitais: fotogramétrica e de sensoriamento remoto. Os trabalhos que anteriormente levavam de 5 a 20 anos a serem realizados (como, por exemplo, o mapeamento do uso do solo, totalmente baseado na generalização de levantamentos cadastrais e de campo até a escala desejada), passaram a ser realizados em alguns meses.

Os primeiros sistemas de informação geográfica, surgidos nos anos 60 no Canadá e EUA, tiveram como objetivo o gerenciamento da informação sobre os recursos florestais. A evolução dos SIG-tecnologias acontece hoje segundo tendências de: ampliação de BD, aperfeiçoamento de métodos de mapeamento digital e evolução de complexos programáticos. Os SIG e os sistemas de automação cartográfica, não só mudaram o caráter de produção cartográfica temática, como transformaram todo processo de apoio informativo à decisão para planejamento.

Com a automação dos sistemas nacionais de mapeamento ambiental e as transformações de paradigmas de planejamento, no início dos anos 80, a consistência temática, veracidade de mapeamentos, até então realizados, e sua adequação aos fins do planejamento foram reavaliados de uma maneira global. Em alguns países (como Canadá, por exemplo) a reavaliação de levantamentos ambientais em escalas médias para sua transferência em SIG e para com novas exigências informativas do planejamento mostrou que somente 5% dos levantamentos apresentavam qualidade satisfatória (RIC,1998). Por isso, apesar de estudos anteriores fornecerem informações preciosas e constituírem bases indispensáveis para geração de dados em formato digital, a maioria dos programas nacionais de mapeamentos temáticos optaram pela renovação de mapeamentos fundamentais, com base em de orçamentos federais.

O fato interessante de ser observado é que a necessidade de normatização internacional da produção de dados espaciais e normatização da cartografia temática, parte exatamente da internacionalização dos problemas ambientais e ecológicos e da necessidade de intercâmbio internacional de informações, visto o planejamento das estratégias comum de desenvolvimento sustentável.

A análise de experiências mundiais, quanto aos projetos de mapeamento para o planejamento territorial abaixo discriminados, permitem estabelecer as tendências históricas comum para todos os países abordados:

- (a) Inicialmente os produtos cartográficos que completavam os planos eram vistos como meras ilustrações (complementos gráficos) dos trabalhos de planejamento, transformando-se gradualmente em um dos principais meios e métodos de investigação aplicada. O mapeamento temático assumiu o lugar de grandes textos descritivos e tabelas estatísticas, que tomavam muito tempo para análise. Isto refletiu na transformação do significado prático da cartografia, o que por sua vez levou ao enriquecimento do seu conteúdo, evolução de métodos de imageamento e metodologias de produção de diversos tipos de indicadores sintéticos, sujeitos ao mapeamento;
- (b) Os métodos de representação cartográfica mais amplamente utilizados até o período digital são de cartogramas e carto-diagramas; os mapas apresentavam alta qualidade artística e eram generosamente completados com gráficos e diagramas (qualidades, que atualmente são características somente aos projetos altamente profissionais);
- (c) Durante anos era bastante comum uso de textos explicativos amplos, praticamente extintos na última década¹;
- (d) Os prazos muito longos de compilação e execução analógica de mapas representavam um grande obstáculo e insuficiência no emprego efetivo de mapeamentos no planejamento de uso do solo;
- (e) Com os advindos de automação cartográfica e sua posterior adaptação para os PC formaram-se as bases para um novo sistema de produção cartográfica, que exigiu novos esforços de padronização da transferência dos dados espaciais e da normatização cartográfica semântica e conceitual;
- (f) A estrutura de recobrimento temático, normalmente segue a lógica *do geral ao concreto*: os mapas de temática genérica (escalas menores) antecedem os mapas detalhados regionais (escalas médias). Cada tema se representava em “dinâmica” (várias datas históricas) e na última década com previsão do cenário;
- (g) Até os anos 80 os mapeamentos temáticos, de escala média principalmente, não representam recobrimentos sistemáticos, e sim focaram somente áreas de maior interesse. Esta tendência

¹ Com popularização da cartografia digital a função de textos explicativos (os que discriminam os princípios da compilação do mapa e significado popular ou científico dos seus modelos de representação e sua importância, considerando objetivos do projeto) foi transferida para arquivo de *metadados*, que representam parte inseparável de cada mapa do projeto.

se transforma radicalmente nos últimos anos, quando diversos projetos evidenciam a preocupação com mapeamento temático sistêmico e sistemático dos territórios nacionais (assim como de algumas áreas de interesse internacional);

- (h)** A cartografia digital e novas fontes de dados espaciais (como sensoriamento remoto, por exemplo) facilitam execução de grandes recobrimentos territoriais, que anteriormente eram condicionados ao tempo necessário para generalização cartográfica de mapeamentos originais de escala média ou grande, porém exigiram estabelecimento de novas regras de compatibilização de formatos de produção e de normatização de processamento temático;
- (i)** Até os anos 90 o maior peso na estrutura temática de projetos de mapeamento para planejamento era atribuído aos mapas de temática socioeconômica e de desenvolvimento histórico do território. Os mapas de referida temática estão presentes em maior quantidade e diversidade de conteúdos. Os mapas geoambientais se restringiam aos mapeamentos de recursos de desenvolvimento e são pouco numerosos. Os mapas geoecológicos estão completamente ausentes. Normalmente, os mapas geoambientais não excedem 5-10 % da estrutura temática de projetos, enquanto cerca de 20% são mapas demográficos e o restante são socioeconômicos (Quadro 23).
- (j)** A cartografia geoambiental e geoecológica assume o lugar de destaque e aumenta o seu peso na estrutura temática de projetos na década dos 80 (depois da conferência de Brundtland-87) e essencialmente depois da Agenda 21 (1992), que impôs o fator ambiental e ecológico como primordial para projetos de desenvolvimento. Fatos, que impulsionaram a diversificação dos métodos e da temática de mapeamentos, assim como levaram ao estabelecimento de paradigma de cadastro geoambiental;
- (k)** É bastante característico que os sistemas de mapeamento e monitoramento ambiental e ecológico de maior sucesso e eficácia foram gerados exatamente por países de grande extensão territorial (com necessidades de conhecimentos mais profundos e mais complexos dos seus recursos) e com problemas ecológicos ligados às atividades extrativas (Canadá, Rússia, Austrália); ou em ambientes com sobrecargas antrópicas evidentes e complexas, onde problemas ecológicos são o produto de altos índices de densidade populacional, industrialização e de restrições em recursos territoriais (Comunidade Européia e EUA).

Estes traços característicos se diferenciam com bastante clareza na evolução histórica do sistema de mapeamento para planejamento de todos os países, discriminada de forma esquemática na seqüência.

QUADRO 23 - Estrutura temática de Atlas elaborados para planejamento territorial até a década de anos 90
(quadro do autor elaborado com base em materiais do Rudenko; 1984)

Estrutura temática		Atlas nacionais/regionais				
seção	modelos	Rússia	Hungria	Alemanha	Áustria	França
I INTRODUÇÃO	Posição físico-geográfica	X				
	Posição socioeconômica	X		X	X	
	Divisão administrativa	X	X	X	X	
II AMBIENTE	Relevo	X		X	X	X
	Geologia e coberturas recentes	X		X	X	X
	Geofísica	X		X		
	Pedologia	X		X	X	X
	Flora e fauna	X		X	X	X
	Recursos minerais	X		X	X	X
	Clima			X	X	
	Hidrografia e uso	X		X	X	X
	Hidrologia			X		
	Áreas de proteção	X		X		
III POPULAÇÃO E CONDIÇÕES DE POVOAMENTO	Distribuição geral	X	X	X		X
	Estrutura nacional	X		X		X
	Recursos laborais	X	X	X		
	Povoamentos	X	X	X		X
	Estrutura de ocupação			X		X
	Migrações			X		X
IV INDÚSTRIA	Indicadores demográficos (até 5 modelos)			X	X	X
	Geral		X	X	X	X
	Setoriais	X	X	X	X	X
V AGRICULTURA	energética	X		X	X	
	Geral-especialização	X	X	X	X	
	Setoriais	X		X	X	X
	Agroclimáticas	X		X	X	
	Erosão e agroquímicas	X		X	X	
VI TRANSPORTE E COMUNICAÇÃO	Pecuária	X		X	X	X
	Geral	X	X		X	X
	Infra-estruturas técnicas			X	X	
VII AVALIAÇÃO COMPLEXA	Potencial de trafego					
	Regionalização socioeconômica	X				X
	Diagnostico da situação			X		
	Problemas de ordenamento				X	
VIII COMERCIO TURISMO E FINANÇAS	Propostas de reorganização			X		
	Problemas regionais			X		
	Geral	X	X	X		
	Finanças					X
IX CULTURA	Comércio					X
	Turismo					
IX CULTURA		X				
X SAÚDE		X	X			X
XI HABITAÇÃO E SERVIÇOS COMUNAIS	Idade dos fundos habitacionais	X	X			
	Distribuição dos Fundos de construção					
XII SERVIÇOS		X	X			X
Nº. aproximado de folhas por edição		80 -150	240-281	-	-	67 - 158

6.2 CARTOGRAFIA APLICADA AO PLANEJAMENTO EM ALGUNS PAÍSES DA COMUNIDADE EUROPÉIA

Tanto o desenvolvimento socioeconômico, quanto a evolução da problemática ambiental dos países da Europa ocidental e central estão historicamente e territorialmente entrelaçados. A formação da Comunidade Européia a partir da década dos 70, o desenvolvimento de políticas e projetos desenvolvimento territorial únicos, entre outros, servem de uma sólida confirmação disto. Ainda considerando, que o desenvolvimento científico-metodológico isolado no âmbito nacional foi praticamente impossível depois dos anos 40 (época em que os métodos em questão se desenvolvem efetivamente) e, com certeza, foi extremamente interdependente principalmente a partir da década dos anos 70, torna-se mais útil abordar a evolução histórica do mapeamento para planejamento no contexto de toda Comunidade e não parcialmente.

O desenvolvimento do planejamento territorial surge no final de anos 40 e está atrelado a evidencia de restrições territoriais de desenvolvimento socioeconômico e à necessidade de efetivar uso parcimonioso de recursos escassos. Os trabalhos de mapeamento temático, como suporte de processos de desenvolvimento territorial e de realização de políticas regionais, marcam seu início com criação dos primeiros *Atlas regionais complexos*. Os mesmos visavam suprir necessidades informativas de vários projetos da área de abrangência (princípio multifinalitário). Esta tendência metodológica prevalece até hoje e, em muito, quando escalas médias e pequenas, facilita o trabalho, já que permitiu sistematização dos trabalhos de mapeamento temático.

Os países que mais se destacam pelas suas tradições cartográficas para área de planejamento são sem dúvida: Alemanha, Áustria e França. No contexto da evolução histórica da cartografia aplica ao planejamento territorial nestes e outros países da Comunidade Européia podem ser diferenciados seguintes feitos mais importantes:

QUADRO 24 – Evolução do mapeamento geoambiental aplicado em alguns países da Comunidade Européia (quadro do autor; fontes de dados: WERNER, 2000; RUDENKO, 1984; FRANCE&BRIGGS, 1980)

Ano	Feito histórico
1950	<p>Deu início aos trabalhos de criação do primeiro <i>ATLAS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL</i> na Alemanha Federal. Os trabalhos de mapeamento tiveram como objetivo principal: elaboração de uma metodologia comum de análise territorial para planejamento e ordenamento territorial. Até 1980 foram recobertos com mapeamento temático todas as unidades federais. Paralelamente, cada cinco anos, geravam-se em curtos prazos Atlas Estatísticos, com mapas em preto e branco. As escalas de mapeamento variavam entre: 1:500 000; 1:600 000; 1: 700 000, e para Berlim – 1:25 000 e 1:100 000. Principal método de representação são cartogramas. Todos os mapas dispõem de textos introdutórios, base geográfica idêntica, o que considerando um sistema único de aquisição de informações sobre o território (LIS) permitem uma perfeita comensurabilidade de resultados de distintas edições.</p> <p>Ao mesmo tempo (1980) iniciam-se trabalhos de compilação do <i>ATLAS DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL</i>, provido de textos explicativos para usuário leigo. Sua predestinação - análise territorial e avaliação de perspectivas de desenvolvimento. As escalas: 1:500 000 e 1: 3 000 000. Diferencia 11 grupos temáticos, cada grupo três modelos temáticos para abrangência territorial distinta e para três datas históricas principais, assim como em alguns casos específicos. Além dos mapas Atlas dispõe de tabelas, gráficos, diagramas e textos explicativos.</p>
1951	<p>Áustria inicia trabalhos de mapeamento complexo de algumas das suas unidades territoriais. Foram criados vários Atlas das principais regiões econômicas. A introdução de cada volume de Atlas identificava os objetivos e métodos de uso de mapas. Cada edição acompanhava-se com o volume de textos, que davam explicações de determinados conceitos, métodos de elaboração de mapas, possibilidades de seu uso e da qualidade e exatidão da representação cartográfica. Todos os materiais eram gerados na escala de 1: 500 000, com mesma estrutura temática: de até 50 mapas básicos. <i>Os Atlas disponibilizavam os mapas de contornos no final, assim como mapeamento de cenários de distribuição de novos objetos do planejamento sobre uma base transparente, sobreposta ao mapa básico de um determinado tema.</i></p> <p>Dentro de 20 anos, aproximadamente os respectivos Atlas cobriram todo território nacional da Áustria e se renovam continuamente. Sistema de produção cartográfica muito semelhante ao da Alemanha.</p>
Anos 60	<p>Na França foi criado Conselho da Associação de Estados para Criação de Atlas Regionais, que elabora as recomendações metodológicas para todos os mapeamentos básicos e temáticos regionais da República. Entre 1960 e 1973 todo território nacional foi coberto com quarenta mapas temáticos básicos e outros complementares ou de detalhe. Estrutura temática predominantemente social e econômica, assim como descritiva (influência da escola geográfica de La Blache¹). Em 1964 foi realizada uma nova regionalização econômica da França (21 regiões), que impulsionou novos mapeamentos destas regiões, realizados pelas universidades. As escalas de mapeamento: 1:750 000. Estrutura temática foi constituída com de até 67 folhas cartográficas distribuídas entre 13 grupos temáticos. Com maior peso de mapas demográficos, populacionais e essencialmente de desenvolvimento histórico e econômico de diferentes áreas urbanizadas.</p>

¹ Vidal de la Blache, Paul (1845-1918), fundador da geografia francesa moderna.

Ano	Feito histórico: <i>QUADRO 24 – Evolução do mapeamento geoambiental aplicado em alguns países da Comunidade Européia</i>
Anos 70	<p>Após da Conferencia de Brundtland-87¹ e com crescente agravamento de <i>problemas ambientais internacionais</i> na Europa, a European Economic Commission adota o propósito de desenvolver o sistema único de classificação e mapeamento geoambiental incluídos no sistema de planejamento territorial. Foram estabelecidas três etapas do projeto (FRANCE&BRIGGS, 1980): (1) desenvolvimento de métodos de classificação ambiental; (2) teste da metodologia em diversas áreas amostrais; (3) aplicação dos mesmos em todo território da CE (cerca de 1,5 milhões de km² - cerca de 300 milhões de habitantes). Em 1974 foi formado <i>Committe of National Experts</i> (pertencente ao <i>Technical Steering Group</i>, que inclui delegados científicos dos sete Estados Membros), que iniciou o desenvolvimento do sistema único de mapeamento designado – EEC Environmental Mapping Project.</p>
Anos 80	<p>Implantação efetiva da legislação ambiental – estabelecimento do AIA como instrumento da política ambiental nacional e internacional, assim como sua integração ao sistema de planejamento territorial... Vários países desenvolvem sistemas nacionais de informação e monitoramento ambiental por satélite (sistema SPOT), metodologicamente compatíveis em função do programa de mapeamento ecológico e o programa CORINE. 1982 – O Conselho Europeu aprova uma metodologia única de mapeamento ecológico da CE nas escalas de 1:250.000 e 1:5.000.000.</p>
Anos 90	<p>A evolução do Programa de Mapeamento Geoambiental, resultou no desmembramento de diversos sub-programas temáticos: ICZM (<i>Integrated Coastal Zone Management</i>); gestão de ambientes urbanos; monitoramento ambiental global - sistema CORINE¹, outros... O desenvolvimento destes projetos sobre uma única base metodológica (que por sinal está em constante evolução) influenciou positivamente desenvolvimento dos sistemas nacionais de mapeamento temático e promoveram, de um certo modo elaboração de normas cartográficas internacionais de geração e transferência de dados espaciais (como por exemplo ISSO TC211). Nos últimos anos vários países europeus implantam SIG municipais, regionais e nacionais numa base tecnológica única, disponibilizando dados digitais via Internet. A orientação ecológica e geoambiental destes SIG é evidente - os mapeamentos geoambientais ocupam até 40 % da estrutura temática dos projetos. Os projetos desenvolvidos por países como Alemanha, Itália e Espanha diferenciam-se por sua amplitude temática e alta qualidade artística dos mapas.</p>
1999	<p>Na reunião realizada em Postdam (10-11 de Maio de 1999), foi aprovada nova Estratégia Territorial Européia, que descreve principais tendências econômicas, demográficas e ambientais de EU (União Européia), com fins de ajudar a coordenar as políticas nacionais de Ordenamento Territorial. Que entre outras definiu necessidades e normas de organização da informação territorial para planejamento e gestão, assim como adotou a posição da United Nations Environment Programme (UNEP) sobre a necessidade de disponibilização da informação ambiental para o público na WEB.</p>

¹ Em 1987, a Comissão Mundial em Ambiente e Desenvolvimento (WCED), que tinha sido fundada em 1983, publicou um relatório intitulado «Nosso futuro comum». O documento veio ser conhecido como o «Brundtland Report» e desenvolveu princípios para desenvolvimento sustentável como é amplamente compreendido hoje.

O desenvolvimento do sistema de mapeamento geoambiental único da Comunidade Européia exerceu uma influência extremamente importante na evolução metodológica e conceitual de trabalhos de mapeamento geoambiental aplicado ao planejamento. O *principal objetivo* do projeto consiste em prover informação ambiental que poderia ser utilizada no planejamento regional; desenvolver os instrumentos de avaliação de fatores ambientais que devem e podem ser considerados no processo de tomada de decisões, especialmente ao nível do planejamento regional, com prioridade às regiões ecologicamente críticas. Foi estabelecido inicialmente que a classificação ambiental, a ser adotada, deveria representar um instrumento dinâmico de análise, que não se limitasse a uma mera representação cartográfica da situação existente, mas fosse capaz de indicar as tendências de desenvolvimento (FRANCE&BRIGGS,1980). Mais exatamente o projeto previa quatro fases:

- (I) desenvolvimento do inventário da informação ambiental;
- (II) prover informação sobre o potencial ambiental das regiões da UE;
- (III) identificar e descrever as áreas de risco ambiental;
- (IV) estabelecer as tendências e locais de problemas futuros (criar um sistema de prevenção ambiental).

Dentro da evolução dos trabalhos foram estabelecidos seguintes requerimentos ao sistema de mapeamento (BRIGGS, 1982):

- (1) deve ser compatível com dados disponíveis ou possíveis de adquirir no futuro próximo;
- (2) os métodos deverão ser teoricamente testados no que diz respeito a sua capacidade de refletir e facilitar a compreensão dos fenômenos do mundo real;
- (3) tendo em conta as limitações em dados e conhecimentos já disponíveis (na época) os métodos futuros devem ser compatíveis e baseados nestes, isto é devem aprofundar os conhecimentos preexistentes;
- (4) aplicação de novos métodos deve ter uma ótima relação custo-benefício, ou ser compatível com recursos financeiros da CE, ou seus membros;
- (5) os dados requeridos e os resultados do seu processamento devem ser tanto rápidos na aquisição, quanto comensuráveis com sistemas nacionais de mapeamento e perícia ecológica;
- (6) os métodos e seus resultados devem ser abertos à auditoria pública e perícia científica;

¹ CORINE - Programa de Coordenação de informação sobre o ambiente da Comissão Européia, fundada em junho de 1985, com objetivo de compilar informação sobre o estado do ambiente a respeito de certos tópicos que têm prioridade em todos os Estados Sócios da Comunidade;

- (7) os métodos empregues em escala “européia” devem ser compatíveis e aptos para geração de informação mais detalhada nas escalas nacionais, regionais e locais.

Tematicamente o sistema europeu de mapeamento ecológico visa satisfação de uma diversidade de requerimentos do planeamento regional, que inclui as decisões da UE em alocação de fundos, possibilidades de fundos regionais e fornecimento de base científica para realização dos EIA (FRANCE & BRIGGS, 1980).

Vários métodos foram testados em vários períodos, desenvolvidos e aplicados em diversas escolas científicas em análise ambiental, com liderança da escola alemã e inglesa (BRIGGS & FRANCE, 1983). Além de inventário ambiental e classificação das paisagens foi dada especial atenção ao desenvolvimento do mapeamento ecológico e implantação de sistemas de monitoramento ecológico *in situ*. Foi estabelecida uma estrutura modular de desenvolvimento dos projetos de mapeamento geoecológico, envolvendo uma variedade de procedimentos que permitem tanto análise integral quanto avaliação individual de aspectos ambientais. Com objetivo de compilação de BD, foram diferenciadas quatro áreas de concentração de dados ecológicos: terra, paisagem, água, ar (Quadro 25). Os riscos naturais e o monitoramento ambiental representam dois módulos complementares, considerados indispensáveis, visto que em condições atuais da área geográfica os riscos ecológicos apresentam principal fator de limitação para uso do solo. Enquanto o monitoramento é essencial para prevenção de catástrofes e situações críticas em áreas densamente povoadas.

O desenvolvimento do *EEC Environmental Mapping Project* exerceu uma influência fundamental na evolução metodológica do mapeamento geoambiental e, sobretudo, na padronização da estrutura temática de projetos de mapeamento para planeamento em toda Europa ocidental e central. O desenvolvimento de sistemas de informação geográfica em nível de municípios e outros sujeitos administrativos dos estados europeus, com praticamente mesma estrutura temática e com formato de dados compatível, tornou-se algo comum e de fácil acesso ao público.

QUADRO 25 - Procedimentos de análise em áreas de mapeamento ecológico (segundo BRIGGS, 1982)

Área de concentração	Modelos cartográficos	Métodos possíveis
1. Terra	1.1 Uso existente 1.2 Degradação de terras 1.3 Potencial biológico ou de biomassa 1.4 Qualidade de solos 1.5 Capacidade suporte de solos	Classificação por sensoriamento remoto Mapeamento por sensoriamento remoto Modelagem Modelagem Segundo metodologia de FAO Métodos paramétricos Modelagem
2. Paisagem	2.1 Tipo de paisagem (geossistema) 2.2 Valoração de terras cultivadas 2.3 Valoração de áreas de preservação 2.4 fontes de pressão ambiental	Classificação intuitiva/estatística Valoração Valoração Modelagem
3. Água	3.1 Poluição das águas superficiais 3.2 Capacidade de autopurificação dos cursos de água 3.3. Capacidade de autopurificação das águas costeiras 3.4 Qualidade das águas superficiais 3.5 Capacidade de fornecimento de águas 3.6 Poluição das águas subterrâneas 3.7 Suculência em águas subterrâneas 3.8 Vulnerabilidade de águas superficiais 3.9 Vulnerabilidade de águas subterrâneas	Modelagem Métodos paramétricos Medições in situ Resultados do projeto de recursos de águas subterrâneas da CE
4. Ar	4.1 Emissões atmosféricas 4.2 Potencial da poluição dispersa 4.3 Concentração dos poluentes	Modelagem Métodos paramétricos/Medições diretas Indicadores biológicos

Ao mesmo tempo, a nova Estratégia Territorial Européia, aprovada em Potsdam (1999), dá um novo impulso à demanda da informação geoambiental e à evolução de programas de mapeamento e monitoramento geoambiental da UE. A referida Estratégia descreve principais tendências econômicas, demográficas e ambientais da EU, com fins de ajudar e coordenar as políticas nacionais de Ordenamento Territorial. Busca assim, contribuir à realização de três objetivos fundamentais da União: coesão econômica e social; desenvolvimento sustentável e compatível com meio ambiente; uma competitividade mais equilibrada em território europeu. O programa de atuação neste âmbito compreende várias outras ações, assim como a criação de um Observatório da Rede de Ordenamento Territorial (ORATE); realização de I Concurso das regiões orientadas ao futuro (2001) e outros...

Os fatos acima abordados confirmam a importância crescente do mapeamento geoambiental para desenvolvimento territorial equilibrado.

6.3 CARTOGRAFIA TEMÁTICA APLICADA AO PLANEJAMENTO NA RÚSSIA¹

Como é de conhecimento geral o desenvolvimento da Rússia no século passado foi marcado por condições específicas de gestão econômica centralizada da administração socialista. O planejamento territorial como um instrumento de gestão evolui depois da Revolução Socialista (1917) em três períodos, vinculados ao evoluir histórico do desenvolvimento socioeconômico: (1930-1941) – implantação da economia socialista no período após do regime de *comunismo militar*, caracterizado pelo desenvolvimento embrionário do ordenamento territorial de um novo estado; (1945-1960) – reconstrução econômica após da II Guerra Mundial, compreendia, além da reconstrução da parte europeia da URSS, o desbravamento de vastos territórios siberianos e asiáticos; (1960-1985) – período de *Planos Quinquenários*, desenvolvimento efetivo do paradigma do planejamento territorial (regionalização e criação de *complexos territoriais produtivos*, etc.) e sua integração com planejamento setorial. A partir de 1990 com implantação da economia de mercado o sistema de planejamento territorial tende à descentralização e passa ser a atribuição de essencialmente órgãos municipais e de sujeitos da federação. O CTM é reconhecido como um instrumento indispensável da gestão territorial.

A cartografia temática, no decorrer do desenvolvimento das doutrinas do planejamento socialista, evoluiu num dos principais instrumentos e métodos de investigação para o mesmo. De ponto de vista da evolução histórica do papel e importância da cartográfica temática (e no seu contexto da cartografia geoambiental) na elaboração de planos de desenvolvimento territorial podem ser diferenciados seguintes momentos importantes:

QUADRO 26 – Evolução da cartografia temática aplicada na Rússia
(quadro do autor; fontes de dados: RUDENKO, 1984; GISA, 1998)

Ano	Feito histórico
Meados – final sec. XIX	Serviços regulares de prospecção geológica foram implantados em territórios da Sibéria Central e Oriental. Dokuchaev publica o estudo sobre o <i>chernozem</i> das planícies russas e funda uma escola científica, que inicia o estudo de solos como o produto da paisagem; realizam-se vários estudos e mapeamentos dos solos da Rússia e Ucrânia. No sec XX a escola científica de Pedologia se divide em três (Moscou, Sankt-Petersburg e Vladivostok) cada uma das quais defende uma classificação regional dos solos em território da Federação Russa... Os trabalhos de mapeamento normalmente acompanham a evolução de referidas classificações

¹ até anos 90 faz parte da URSS

Ano	Feito histórico: <i>QUADRO 26 – Evolução da cartografia temática aplicada na Rússia - continuação</i>
1930 - 1960	Trabalhos intensos de mapeamento sistemático em escalas de 1: 100 000 - 1: 25 000 e de densificação da RGN; evolução do mapeamento temático e planejamento urbanístico...
A partir 1963	Fundamentação cartográfica do planejamento territorial é discutido nas conferencias científicas da União ou de republicas soviéticas como sistema de comunicação visual e como método de investigação...
1973	Foi introduzida ao nível União <i>“Instrução unificada de elaboração do planejamento territorial complexo”</i> , que entre outras estabeleceu normas gerais de apresentação de materiais cartográficos, posteriormente refletidos em instruções e recomendações científico - metodológicas para realização de diversos tipos de mapeamentos temáticos previstos nos projetos e planos. As normas de planejamento e as respectivas instruções mudaram-se várias vezes durante anos a seguir, e por conseqüência, surgiram várias alterações importantes na estrutura temática e conteúdo de mapas, complexidade e complementaridade de informações mapeadas. Contudo, a ordem de trabalhos e de principais exigências foi pouco alterada.
1979	A V Conferencia do Mapeamento Temático da Ucrânia (<i>“Fundamentação cartográfica do planejamento e gestão do desenvolvimento da economia nacional”</i>) marca o período em que várias escolas e instituições científicas dedicam-se à constrição de uma metodologia de concepção de projetos cartográficos para planejamento. A conferencia focou: classificação de mapas para planejamento segundo hierarquia territorial; classificação do conteúdo e caráter funcional de mapeamentos; importância de mapas-base e papel de mapas no planejamento... Aumenta importância e porcentagem do mapeamento geoambiental na estrutura temática de projetos...
A partir 1985	As reformas políticas e socioeconômicas refletem na transformação de princípios de planejamento territorial; Com desenvolvimento do Programa Federal do Cadastro, reconhecido como principal instrumento de realização das reformas Agrária e Comunal (habitacional), a cartografia e implantação de sistemas de informação geográfica e cadastral, orientados aos problemas de planejamento tornam-se indispensáveis... A partir de anos 90 o sistema de mapeamento sistemático está sendo reformado, em função da reconfiguração da RGN para um padrão comum em todo território nacional e de sua adaptação para uso do sistema GLONASS-GPS. Uso extensivo de automação cartográfica impulsiona desenvolvimento de um novo sistema de normatização cartográfica nacional (agoura ao nível da Federação Russa) e de padronização de sistemas de produção cartográfica temática em diversos segmentos institucionais... O processo está em fase de evolução (termino previsto para 2006).
Anos 80	Foram gerados primeiros mapas de avaliação e prognóstico da situação geoecológica regional – 1:8 000 000 – desenvolvidos pela Academia de Ciências...

Ano	Feito histórico: <i>QUADRO 26 – Evolução da cartografia temática aplicada na Rússia - continuação</i>
1990	Retificação do pacote de nova legislação ambiental; O EIA e perícia ecológica são estabelecidos como principais instrumentos de gestão territorial. Com isso, cada tipo de atividades sujeitos ao EIA dispõe de sua própria instrução de elaboração de RIMA, incluindo as normas de apresentação de materiais cartográficos (até discriminação de principais convenções)... O mapeamento geoambiental desenvolve-se numa sólida base normativa adotada à atualidade digital... Contudo, o mapeamento geoecológico, propriamente dito, representa ainda um alvo de trabalhos metodológicos e de normatização...
1993	Foi aprovado sistema único de monitoramento ecológico (22 estações regionais) com previsão da sua integração paulatina ao sistema CORINE da EU.
A partir de 1995	A Lei sobre Meio Ambiente determina realização de diagnóstico e zoneamento ecológico da FR em escalas média e grande (metodologia da Academia Russa de Ciências geográficas, supervisão do Ministério de Recursos Naturais e Comitê de Ecologia)
1996 - 1998	Foram criados e se desenvolvem até ao presente momento Programas Federais de desenvolvimento do monitoramento e de <i>Cadastrros agrícola, urbano, hídrico, florestal, faunístico, das áreas de preservação, das áreas de contaminação radiativa.</i>

As principais instituições responsáveis pelos trabalhos cartográficos para o planejamento são: Ministério de Planejamento (GOSPLAN-FR), Conselho das Forças Produtivas e Instituições científicas e órgãos de planejamento regional.

As escalas comum de mapeamento correspondem aos níveis territoriais administrativos, o que resulta num grande variedade de escalas de mapeamento:

País	1 : 2 500 000 e menor
Repúblicas	1 : 2 500 000 - 1 : 500 000
Região econômica	1 : 1 000 000 - 1 : 100 000
Região administrativa	1: 300 000 - 1: 50 000
Cidade grande	1: 300 000 – 1 : 25 000
Áreas industriais	1: 25 000– 1: 10 000

Como principal objetivo do planejamento territorial compreendia-se a distribuição equivalente sobre território de todos os tipos de produção e construção, assim como uso racional de recursos territoriais com intuito de desenvolvimento equilibrado e sustentável. O método cartográfico é considerado como um dos principais instrumentos de investigação, realização do planejamento e representação dos seus resultados. A principal tarefa do mapeamento temático no âmbito de planejamento é de fornecer suporte informativo eficaz. A principal linha metodológica consiste

no mapeamento sistêmico: compilação do modelo cartográfico do geossistema, compreendendo elementos e vínculos, mapeamento hipotético de eventos planejados e previsão de impactos. A estrutura temática de projetos de mapeamento para planejamento compreende seis subgrupos temáticos:

- (1) planta do projeto (desenho-base);
- (2) esquema da avaliação complexa do território;
- (3) uso do solo;
- (4) situação da área de planejamento no sistema da região econômica;
- (5) mapas que fundamentam e ilustram as medidas do planejamento ou projeto;
- (6) mapas que ilustram as etapas de realização do plano e mapas de previsão.

O principal problema consiste no fato que os mapas elaborados por várias instituições divergiam bastante em termos de concepção gráfica, o que dificulta sua comparação e comensuração. O número de mapas concebidos no projeto também é bastante variado de 7 a 150 (Atlas temáticos) (RUDENKO, 1984). Entre outros, constituem o objeto de discussão na área do mapeamento geoambiental, seguintes problemas (ASTAKHOV, 1997; RUDENKO, 1984):

- (a) apesar da cartografia geoambiental evoluir na base normativa sólida, os mapas geoecológicos estão no geral desprovidos da união e igualdade de conteúdos;
- (b) alguns fenômenos ou processos representam-se com pouca detalhe e completude insuficiente;
- (c) dentre algumas séries de mapas estão ausentes intercomplementaridade e comensurabilidade;
- (d) nem sempre a definição da escala para mapeamento é devidamente fundamentada, o que gera problemas no uso posterior de produtos;
- (e) não existe unificação na construção de legendas e na escolha de métodos de representação em trabalhos de cunho científico.

A Rússia atualmente, em virtude de problemas econômicos que enfrenta, ainda apresenta alguns atrasos na implantação de sistemas de informação e de automação cartográfica, assim como no desenvolvimento de programas de novos levantamentos cartográficos, visto que a maioria destes depende do orçamento federal. Entretanto, mostram um dos maiores avanços em termos de diversificação metodológica de mapeamento geoecológicos e sua normatização tanto em nível nacional, quanto internacional.

6.4 LEVANTAMENTOS CARTOGRÁFICOS AMBIENTAIS NO CANADÁ E ESTADOS UNIDOS

A evolução de mapeamentos ambientais nos Estados Unidos e Canadá pode ser considerada típica, em termos de reflexão das tendências globais do processo, e, ao mesmo tempo, determinante em termos da influência sobre suas características, visto o potencial científico e político destes. O desenvolvimento dos sistemas de mapeamento ambiental em ambos os países apresenta muitos traços semelhantes de ponto de vista tecnológico e metodológico, preservando suas distinções institucionais e históricas. Essencialmente estas diferenças refletem-se hoje na evolução dos sistemas de normatização cartográfica ainda muito problemática nos EUA, onde mais de cinco agências federais legislam na área, e melhor resolvida (talvez em nível mundial na área de cartografia geoambiental principalmente) no Canadá, onde o sistema administrativo estabelecido facilita soluções desta índole.

As semelhanças e diferenciações na evolução de sistemas de mapeamento geoambiental dos referidos países são evidentes nos quadros a seguir, que refletem principais fatos históricos.

QUADRO 27 – Sistemas de mapeamento ambiental nos Estados Unidos de América (quadro do autor; fontes de dados: NOAA, 2001; NRCS, 2000; ECOMAP, 1999)

Ano/período	Feito histórico
1899	Divisão de Solos do Departamento de Agricultura inicia o programa de mapeamento de solos em áreas de plantação do tabaco. Realizam-se serviços geológicos regulares.
1909	Inicia-se - <i>Forest & Rangeland Sites Experimental Program</i> - programa de pesquisa e monitoramento florestal (atualmente compreende 83 áreas florestais experimentais).
1929-35	Foi criado Serviço de Proteção de Solos e primeiras áreas de preservação de solos.
1930	<i>Forest Inventory Analysis Program</i> foi criado; renova cadastro florestal em cada 7-12 anos, administrado pela <i>USDA Forest Service</i> .
1936	O <i>Ato de Controle de Inundações</i> autoriza estudos de recursos hídricos e agrícolas em terras privadas.
1937	Primeiras reservas e áreas de interesse ambiental criados após dos decretos do Presidente Roosevelt. <i>Agriculture Resource Service Water Database</i> (USDA) foi implantado, desenvolve banco de dados até hoje de acordo com normas atuais.

Ano/período	<p style="text-align: center;">Feito histórico:</p> <p style="text-align: center;"><i>QUADRO 27 – Sistemas de mapeamento ambiental nos Estados Unidos de América - continuação</i></p>
1944	Foram implantados 11 projetos de prevenção de inundações em áreas de risco acompanhados por mapeamentos ambientais e geotécnicos.
1956	<i>Natural Resources Inventory Program</i> (a partir de 1977 – <i>TRI program</i>) renova dados cada 5 anos.
1957	Implantada primeira reserva indígena.
1962	<i>Resource Conservation and Development Program</i> inicia o programa de inventário e proteção de recursos nacionais.
1969-1970	<p><i>National Environmental Policy Act</i> e <i>Environmental Quality Improvement</i> implanta EIA/RIMA, como instrumentos da política nacional e de planejamento em níveis locais e regionais.</p> <p>Com objetivos de gestão foi desenvolvido programa de diagnóstico ambiental em todo território federal. Criado <i>Natural Resource Defense Council</i>.</p>
1972	Criada <i>Environmental Protection Agency</i> .
Desembro 1975	Sistema moderno de classificação de solos foi desenvolvido e implantado.
1981-2001	<i>Office of Response and Restoration</i> da NOAA (<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>) desenvolve sistema de <i>Environmental Sensitivity Index Mapping</i> , que visa construção de SIG e de monitoramento de áreas costeiras dos EUA.
1990	<i>Forest Health Monitoring Program</i> monitora e mapeia recursos florestais anualmente.
1990-1992	Desenvolvimento de projetos pilotos e estabelecimento de <i>Local Area Network</i> (LAN) foram estabelecidos para apoio aos órgãos de planejamento (antecedem <i>Mapping Analysis and Planning System</i>).
1992	<i>Multi Resolution Land Characteristic Program</i> (renova levantam cada 10 anos) foi implantado.
1993	<p>Criado o Conselho do Presidente para desenvolvimento sustentável.</p> <p>Entra em vigor “Federal Government Environmental Challenge Program”, que estabeleceu uma série de novos princípios de política ambiental. Um novo sistema de planejamento territorial foi criado onde são integrados: <i>Environmental Management Office; Master Planning Office; Pollution Control Office; US Fish and Wildlife Service, National Park Service, US Air Force</i> e outros órgãos estaduais e locais.</p> <p>Para suporte do programa nos próximos anos se desenvolve: Mapping Analysis and Planning System (MAPS): rede de sistemas computacionais integrados, que ligam as bases de informações num SIG centralizado, gerenciando modelos ambientais e ecológicos, BD e outros sistemas de apoio a decisão. Os LAN Incorporam sistemas de EIA/RIMA, modelagem 3D de processos ambientais, dados SPOT e tabulares. Foi implantado <i>Federal Environmental Science Program</i> que visa inventário e análise ecológico em todo território federal</p>

Ano/período	Feito histórico: <i>QUADRO 27 – Sistemas de mapeamento ambiental nos Estados Unidos de América - continuação</i>
1994	<i>Natural Resources Conservation Service</i> foi criado. <i>O sistema MAPS</i> adiciona <i>microwave links</i> para transmissão rápida de dados em território nacional implanto módulos adicionais de análise ambiental e metadatabase para sistema de documentação ambiental.
1996	Criado <i>USDA Consil on Sustainable Development</i> .
1997	<i>Integrating the Nation's Environmental Monitoring and Reseach Networks and Programs</i> foi promovido por <i>Committe on Environmental and Natural Resources</i> orientando a integração de 44 maiores programas regionais e federais desenvolvidos por cerca de 33 agências nacionais de planejamento e pesquisa
1998	O desenvolvimento de programas e sua integração fortalecem iniciativas federais em normatização de produção cartográfica e de dados ambientais espaciais, são envolvidos: <i>Defense Environmental Security Corporate Information Management (DESCIM) program, Federal Geographic Data Committee (FGDC), Defense Information Standards Agency (DISA), National Imagery and Mapping Agency (NIMA), and Environmental Protection Agency (EPA)</i> .

Evidentemente que os fatos acima relatados refletem somente os principais feitos no âmbito de programas ambientais (cerca 44 programas de maior importância) desenvolvidos nos EUA, todos envolvem criação de SIG e desenvolvimento de métodos e modelos de mapeamento aplicado ao planejamento e gestão de recursos naturais e territoriais. Contudo, fica fácil evidenciar não só importância que esta área de atividades ocupa no respectivo país, como também compreender a diversidade de métodos existentes, assim como a preocupação maior com a padronização na produção da informação ambiental.

QUADRO 28 - Evolução de sistemas de mapeamento ambiental no Canadá
(quadro do autor; fonte de dados: TRIM,1996; RIC, 1998; 2000)

Ano/período	Feito histórico
1915	Serviço Geológico inicia mapeamento geologo-geomorfológico sistemático.
1920-30	Realizam-se mapeamentos pedológicos não sistemáticos.
1950	Início do programa de mapeamento de uso do solo (10 classes e em 5 escalas: de 1: 1 000 000 até 1: 50 000 a base de <i>World Land Use Classification System</i> (1950) criado por <i>International Geographical Union</i>

Ano/período	Feito histórico: <i>QUADRO 28 - Evolução de sistemas de mapeamento ambiental no Canadá</i>
1954 -1990	<i>Ministry of Environment, Lands, and Parks</i> desenvolve Projeto Baseline Thematic Mapping (BTM) que desenvolveu metodologias e estabeleceu padrões de mapeamento temático para fins de planejamento e monitoramentos específicos, inclusive na base com dados de sensoriamento remoto.
1960	Forest Resorce Inventory é estabelecido com periodicidade de 2 anos – mapeamento nas esclas de 1:15 000 e 1:20 000. Programa de Complex Soil Mapping é iniciado.
1960-70 1964	Inicia implantação do sistema federal Canada Land Inventory para planejamento e monitoramento de uso e exploração de recursos territoriais. Coleta na escala de 1: 50 000 e publica de 1: 1000 000 Dados estatísticos eram renovados cada 5 anos. Foi estabelecido o Canada Land Inventory Present Land Use Inventory (PLUI) com objetivos de prover rapidamente a informação para todos os níveis de planejamento (1:50 000) a partir de levantamento aéreo com mínimo de checagens de campo. Entre 1965-72 2/3 de <i>British Columbia</i> foram mapeados.
Anos 70	CLUMP – Canada Lend Use Monitoring Program – foi desenvolvido pela Environmental Canada (criado em 1971). Realizou levantamentos complexos entre 1980-87 e mais tarde nos anos 90.
1970-75	Padronização da classificação e normatização do mapeamento geológico.
Anos 80	Foram criados vários programas estaduais e regionais de inventário ambiental até presente momento funcionam cerca de 25 programas que envolvem mapeamentos ambientais (1:2000 até 1: 1 000 000) desenvolvidos por 19 órgãos federais e estaduais.
1970-80	Se realiza o Inventário e mapeamento de recursos, avaliação ecológica de estabilidade e sustentabilidade de áreas de interesse.
1970 – 1996	Desenvolvimento do projeto Ecosystem Mapping como base para planejamento e gestão; e posteriormente PEM Project – Predictive Ecosystem Mapping . Normatização dos mapeamentos :1:2 000 000; 1:250 000; 1 : 50 000; 1: 10 000; 1: 5000.
1981	Forest Recreation Inventory (inventário das capacidades recreativas das florestas) inclui uma série de mapeamentos temáticos na escala de 1:20 000 e 1:50 000.
1986	Terrain Resource Information Management (TRIM): o maior projeto do <i>B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks</i> que produziu o mapeamento digital na escala de 1:20,000 de toda província a partir de novas fotografias aéreas (cerca de 7000 folhas). Até 1993 foram recobertos 50% da província.
1991-1992	<i>Forest Resources Commission</i> divulga o relatório: “The future of our Forest”, que constatou a ineficiência do processo de gestão com relação de preservação e uso multifinalitário de recursos florestais, questionando, também, a qualidade e adequação de inventários ambientais ate então realizados. <i>Commission on Resources and Environment</i> aprova Land Use Strategy , definindo o novo padrão de exigências para com informação ambiental para planejamento.

Ano/período	Feito histórico: <i>QUADRO 28 - Evolução de sistemas de mapeamento ambiental no Canadá</i>
1992	Protected AreasGap Analysis project – séries de mapas geoambientais e geoecológicos na escala de 1:250 000.
1992	<i>Forest Resources Commission</i> foi reformada em Resources Inventory Committe (RIC), cuja missão fica estabelecida por identificar as necessidades em informações e sobrevisonar o desenvolvimento, testar e implementar os métodos comum de coleta, classificação e armazenagem de dados de inventário de recursos. Compreende seis grupos de trabalho (<i>Task Force</i>): atmosfera, marítimo-costeiro, aquático, cultural, solos, ciências de terra, uso de terra. As principais escalas de mapeamentos realizados no contexto destes grupos temáticos: 1: 20 000; 1: 40 000; 1: 50 000; 1: 250 000; 1: 1000 000.
1993	<p>The Corporate Resources Inventory Initiative (CRII) incorpora e integra os inventários dos seis ministérios, vista a formação da infra-estrutura de coleta de dados. Os ministérios integrantes: <i>Ministry of Aboriginal Affairs; Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food; Ministry of Energy, Mines, and Petroleum Resources; Ministry of Environment, Lands, and Parks; Ministry of Forests; Ministry of Tourism and Ministry Responsible for Culture.</i></p> <p>LandData BC foi estabelecido por <i>Ministry of Environment, Lands, and Parks, Surveys and Resource Mapping Branch</i> como um sistema provedor de dados ambientais e ecológicos para usuários locais e órgãos de planejamento.</p> <p>Government Land Information Data Exchange Unit (GLIDE): responsável para produzir políticas, procedimentos, normas e linhas mestras expressas em Land Information Management Framework (LIMF). GLIDE realiza as funções do sistema de integração dos sistemas locais de dados...</p>
2001	Programa de publicação, renovação e readaptação da normatização cartográfica..

Atualmente, ambos os países desenvolvem vários projetos internacionais no âmbito de mapeamentos geoambientais, principalmente ao longo da extensão das suas fronteiras (como por exemplo, o projeto de Grandes Lagos – veja os mapas em anexo no CD-ROM¹), assim como estabeleceram um formato comum de transferência de dados espaciais – essencial para normatização de trabalhos cartográficos. Importante observar, também, a preocupação mutua com a classificação padronizada dos ambientes naturais e mapeamentos de ecossistemas em escalas média e grande, assim como introdução massiva ao nível estadual de sistemas de

avaliação de impactos ambientais no planejamento territorial. Sem dúvida, a situação econômica e ecológica destes países, a importância que os seus governos atuais atribuem ao exercício de direitos ambientais os torna se não mais avançados metodologicamente (com talvez algumas ressalvas em termos de recobrimento territorial sistemático da Alemanha e Inglaterra), então com maiores investimentos nos programas de mapeamento e monitoramento ambiental atualmente.

6.5 PROGRAMAS DE MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL NO BRASIL

A realização de mapeamentos e inventários de recursos naturais está nitidamente atrelada aos objetivos de desenvolvimento definidos em diferentes períodos históricos. O desenvolvimento de programas de mapeamento e inventário geoambiental no Brasil, assim como de mapeamento sistemático, até à última década teve um caráter esporádico em função da demanda de informações para a exploração territorial efetiva².

A imensidão do território nacional e inacessibilidade de algumas áreas, densidade populacional média relativamente baixa e, até então, certa desconsideração aos custos socioeconômicos de exploração predatória de recursos, aparentemente inesgotáveis, definiram o caráter de evolução de projetos e programas de mapeamento geoambiental no Brasil. Podem ser diferenciados seguintes feitos importantes neste âmbito³:

¹ Acesse e navegue na pasta / *exemplos de mapas*; recomenda-se uso de *ASD see – browser*;

² Deve-se observar que todos os países coloniais com grandes extensões territoriais têm problemas tanto com a exploração efetiva de todo espaço nacional, quanto com o conhecimento dos seus recursos territoriais, que depende dos objetivos políticos e de definição de macrovetores de desenvolvimento em diferentes períodos históricos. Isto se deve ao fato de realização dos inventários ambientais dependerem geralmente da consciência social institucionalizada da escassez de determinado tipo de recurso ou das necessidades específicas de conhecimento de um território. Assim, os levantamentos cartográficos são totalmente dependentes de recursos financeiros dos Governos e da importância que a referida informação tem na definição da estratégia política do regime. Neste contexto a evolução de levantamentos ambientais no Brasil é bastante característica.

³ A cronologia da evolução do sistema cartográfico tem com fonte : Lazzorotto, 2001; Archela, 2001.

QUADRO 29 – Evolução do mapeamento ambiental no Brasil (quadro do autor; fonte de dados: LAZZOROTTO, 2001; ARCHELA, 2001; ARCHELA & ARCHELA 2000; EMBRAPA, 1999)

Ano/período	Feito histórico
1871	Implanta-se primeiro Serviço Estatístico.
1890	Foi criado o Serviço Geográfico Militar, anexo ao Observatório Astronômico, "para a execução dos trabalhos geodésicos e geográficos da República dos Estados Unidos do Brasil".
1896	O Estado Maior do Exército foi incumbido da elaboração da Carta Geral da República
1903	Na cidade de Porto Alegre foi instalada a Comissão da Carta Geral do Brasil. Foi criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil , sob a direção do geólogo norte-americano Orville A. Derby – Função: Produção da Carta Geológica.
1909	Criada Diretoria de Meteorologia e Astronomia - atualmente INMET. O INMET desenvolve inúmeras atividades meteorológicas em suporte à agricultura, transporte, defesa civil, indústria, turismo aviação e meio ambiente...
1920	Foi realizado primeiro censo agrícola, que se realiza por IBGE nos anos posteriores a cada 10 anos
1922	Foi organizado o Serviço Geográfico do Exército e extinta a Comissão da Carta Geral, com mesmas atribuições. Carta do Brasil ao Milionésimo (primeiro "retrato cartográfico de corpo inteiro" do país) é editada pelo Clube de Engenharia, em comemoração ao centenário da Independência.
1935	A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) foi a primeira, dentre as organizações cartográficas brasileiras, a apresentar um plano cartográfico, o Plano Cartográfico Náutico
1936	Instalado o Instituto Nacional de Estatística e Cartografia
1938	Instituto Nacional de Estatística e o Conselho Brasileiro de Geografia foram incorporados ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE . O primeiro projeto do IBGE: "Determinação das Coordenadas das Cidades e Vilas". Decreto-lei 237 de fevereiro de 1938 – regula os trabalhos preparatórios do Recenseamento Geral da República em 1940. Campanha dos Mapas Municipais - Decreto-lei 311 de março de 1938, chamada Lei Geográfica do Estado Novo.
1940	Pela primeira vez na história da Estatística Brasileira os dados de coleta e tabulações do censo foram referenciados a uma base cartográfica sistematizada, pelo menos quanto às categorias administrativas: Municipais e Distritais – Cidades e Vilas.
1945	O Secretário Geral do Conselho Nacional de Geografia, Cristóvão Leite de Castro, apresentou um Plano Cartográfico, de abrangência nacional e subdividido em programas distintos, cuja composição estava definida em termos do grau de evolução dos processos de ocupação territorial.

Ano/período	Feito histórico
<i>QUADRO 29 – Evolução do mapeamento ambiental no Brasil - continuação</i>	
1946	<p>O Conselho de Segurança Nacional instituiu comissão para fixar "normas para a uniformização da cartografia brasileira" e procedimentos para a coordenação dos trabalhos cartográficos.</p> <p>Ao IBGE é atribuída a Coordenação da Cartografia Brasileira. Iniciam-se os trabalhos de mapeamento, na escala topográfica de 1:250.000, do vale do Rio São Francisco, em território da Bahia.</p>
Anos 50	Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos funciona de modo regular.
1960	Planejamento e elaboração do Plano da Carta do Brasil em escala de 1:100.000
22/7/1960	Art.5º - cria o Ministério das Minas e Energia – MME. Incorpora o CNP - Conselho Nacional do Petróleo ao Ministério(1938), que posteriormente cria CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS.
1961	<p>O Estado-Maior da Forças Armadas (EMFA) forma um grupo de trabalho com a finalidade de estabelecer as "Bases e Diretrizes de uma Política de Coordenação e Planejamento do Levantamento Cartográfico Brasileiro".</p> <p>Presidente da República, Jânio Quadros, assinou um decreto criando o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), que foi o embrião do atual Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).</p>
1962	<p>O IBGE passa a atuar nas escalas maiores de 1:250.000, ou seja, em paralelo aos trabalhos nas escalas ao milionésimo; 1:500.000 e 1:250.000. Passou a conduzir as atividades necessárias a produção dos documentos nas escalas de 1:50.000 e 1:100.000, antes restritos a atuação do Serviço Geográfico do Exército</p> <p>I Congresso Brasileiro de Cartografia, realizado em Salvador, BA.</p>
1966 -1967	O Presidente Castelo Branco estabelece um grupo de trabalho para definir as Diretrizes e Bases da Política Cartográfica Nacional. Mantém a atuação descentralizada das instituições cartográficas do governo federal e explicita a coordenação da Política Cartográfica Nacional como atribuição da Comissão de Cartografia (COCAR) inserida na estrutura do IBGE.
1970	<p>CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS é incumbida do Levantamento Geológico Básico Levantamento Aerogeofísico Regional Levantamento Geoquímico Regional Levantamento Hidrológico Básico Levantamento Hidrogeológico Básico Gestão de Informações Geológicas e Hidrológicas Divulgação de Informações Geológicas e Hidrológicas .</p> <p>Inicia o desenvolvimento do PLGB - PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL :Mapas na escala 1:100.000 ; 1:250.000 ; 1:500.000 ;Mapas Geológicos Estaduais e Mapa Tectono-Geológico do Brasil .</p>
1970	<p>I Seminário de Mapeamento Sistemático.</p> <p>I Simpósio de Sensores Remotos.</p>

Ano/período	Feito histórico <i>QUADRO 29 – Evolução do mapeamento ambiental no Brasil - continuação</i>
1971	Mediante a extinção da GOCNAE, foi criado oficialmente, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) , subordinado diretamente ao CNPq. Durante a década de 80, o INPE implantou e passou a desenvolver programas que são hoje prioritários como: a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), o Programa Amazônia (AMZ) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).
1972 – 1985	Projeto RADAM – Radar da Amazônia, aplicação pioneira de sensores aerotransportados radargramétricos. Em 1985 o projeto foi extinto.
1973	É criada Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: atua por intermédio de 37 Centros de Pesquisa, três Serviços e 15 Unidades Centrais. Está sob a sua coordenação o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária-SNPA, constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações, que, de forma cooperada, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico.
1975	A COCAR passa para jurisdição da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral da Presidência da República – SEPLAN. Ampliação do projeto RADAM para todo o território nacional – RADAMBRASIL – objetivo: execução do mapeamento integrado dos recursos naturais do território nacional. Levantamento de dados estatísticos pelo IBGE torna-se quinquenário, obedecendo a normas e metodologias do Instituto Internacional de Estatística, do Instituto Inter-americano da Estatística e da ONU.
1975 - 1985 1978	Foram intensificadas as atividades cartográficas sob a organização do Programa de Dinamização da Cartografia – PDC, enfatizando-se o mapeamento em escalas topográficas de vastas regiões da Amazônia Legal e o complemento das folhas das cartas nas escalas de 1:50000 e 1:100.000 das regiões centro-sul e nordeste. Foi o período de mais intensa produção cartográfica, fruto da modernização dos equipamentos e processos de produção. Criação de diversos Atlas Estaduais I Seminário de Cartografia Temática –SBC – Minas Gerais.
1981	Criado CONAMA – <i>CONCELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE</i> – órgão que delibera a respeito da política nacional ambiental e estabelece os procedimentos de EIA/RIMA. Com base no Mapa de Solos do Brasil 1:5.000.000 (Embrapa), foi elaborado um estudo das principais limitações para a produção agrícola, sem no entanto contemplar o relevo.
1985	Foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia ao qual ficou submetida a COCAR na condição de órgão autônomo.
1987	Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal, Campos do Jordão- SP.
1979-89	IBGE realiza estudo de Organização do espaço na faixa da Transamazônica.

Ano/período	Feito histórico
<i>QUADRO 29 – Evolução do mapeamento ambiental no Brasil - continuação</i>	
1989	IBAMA – Instituto brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos naturais - foi criado pela fusão de quatro órgãos federais que até então atuavam na área ambiental; fiscaliza e promove a execução das políticas ambientais e dos projetos de preservação e de inventário de recursos naturais.
1990	É publicada pelo IBGE : a Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas; Diagnóstico Brasil: a ocupação do território e o meio ambiente; Diagnóstico geoambiental e socioeconômico (incluindo mapas do potencial geoambiental na escala 1: 1 000 000).
1990 1994	Foi desativada a COCAR. Conseqüência de protestos da comunidade cartográfica interessada na manutenção da COCAR junto à SEPLAN. O Governo Federal cria a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). E a subordinação retorna a área do planejamento, agora no Ministério do Planejamento e Orçamento.
1991	2º Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal, Serra Negra,SP. O grupo de trabalho do IBGE apresentou uma proposta para discussão sobre o Plano Cartográfico Nacional que deveria conter necessariamente os seguintes programas: – Programas de Cartografia (Terrestre Básica, Temática, Náutica, Aeronáutica, Militar, Cadastral) – Programa Geodésico – Programa de Sensoriamento Remoto para a Cartografia. Foi focada a necessidade de se adequar os princípios da Cartografia Nacional às propostas de reorganização da Administração Pública lembrando-se de que a produção cartográfica deve estar dirigida ao atendimento da sociedade como um todo.
1992	Simpósio Situação Ambiental e Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Uberaba, Uberaba, MG. A partir de 1992 CPRM – desenvolve vários projetos de zoneamento ecológico-econômico em áreas estratégicas.
1994	Embrapa inicia uma série de projetos de inventário e mapeamento temático geoambiental, nacionais e regionais (todos envolvem vastas parcerias nacionais e internacionais): <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Zoneamento agropedoclimático do Brasil.</i>▪ <i>Estudo da qualidade ambiental de municípios em função do uso do solo-referencial para planejamento e ordenação territorial .</i>▪ <i>Planejamento e manejo integrado em microbacias hidrográficas.</i>▪ <i>Desenvolvimento e implementação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.</i>▪ <i>Avaliação e adaptações de métodos de análise do solo.</i>▪ <i>Sistema Integrado de Informações Ambientais da Embrapa. em SIG/SPRING e cartografia automatizada</i>▪ <i>Elaboração de metodologias de campo e laboratório, novos métodos, testes e normatização de pesquisa na área de solos</i>▪ <i>Caracterização pedoambiental em alguns ecossistemas da região Centro-Sul do Brasil.</i>▪ <i>Sistema integrado de informações georreferenciadas de recursos naturais.</i> E vários programas estaduais e regionais de zoneamento geoecológico e mapeamento geoambiental, assim como projetos de MONITORAMENTO POR SATÉLITE de uso do solo em território nacional e MONITORAMENTO DE QUEIMADAS da Mata Atlântica.

Ano/período	Feito histórico
<i>QUADRO 29 – Evolução do mapeamento ambiental no Brasil - continuação</i>	
1994	Foi criado BDT – BANCO DE DADOS TROPICAL. Intensifica-se criação sistemas geográficos de informação e de cadastro técnico em vários municípios e estados, através dos seus órgãos e institutos de pesquisa.
1996	Foram criados: BCDAM - O Sistema de Bases Compartilhadas de Dados Sobre a Amazônia (66 instituições); SINIMA - Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente.
1997	Realizado II Simpósio de Cartografia Ambiental.
1997	Instituído CNRH-CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, que compreende O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos realiza mapeamento, classificação das bacias hidrográficas e inventário de recursos hídricos. Inspirado no modelo francês, o Brasil criou, em 1997, sua legislação sobre recursos hídricos (Lei 9433/97), um modelo ambicioso de gestão do uso dos rios. De acordo com esta Lei, as decisões sobre uso dos rios em todo o País serão tomadas pelos comitês de bacias.
2000	A Agência Nacional de Águas (ANA) é uma autarquia sob regime especial com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente Além de responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos a ANA deve implantar a Lei das Águas, de 1997, que disciplina o uso dos recursos hídricos no Brasil. Ministério de Ciência e Tecnologia divulga a implantação do sistema SIG'2000: visa aperfeiçoamento de serviços climatológicos e hidrometeorológicos no Brasil.
2002	IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada publica: ATLAS ECONÔMICO DO BRASIL. IBGE divulga os objetivos e a estrutura temática da terceira edição do Atlas do Brasil.

Como se pode observar, a cartografia no Brasil teve seu desenvolvimento efetivo somente após da Segunda Guerra Mundial em função dos interesses militares. Instituições como os atuais Instituto Cartográfico da Aeronáutica (ICA), Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) e Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), foram as principais responsáveis pela execução da Cartografia Sistemática do País em escalas de 1:50.000 a 1:250.000.

Os mapeamentos temáticos geoambientais em grande escala, com objetivos de inventário de recursos iniciam-se na década dos 70 e se transformam em suplementos indispensáveis do planejamento territorial somente no final dos 80. Nota-se um grande aumento de interesse ao desenvolvimento de projetos de mapeamento geoambiental aplicado em formato digital e compondo os sistemas de informação geográfica em meados dos anos 90. A cartográfica

geoecológica começa fazer parte da estrutura temática de alguns projetos (desenvolvidos essencialmente pela EMBRAPA) a partir de 1994. Apesar de que foram feitos significativos avanços em recobrimento temático do território nacional com mapeamentos de escalas média e pequena, os mapeamentos de escala grande continuam sendo deficientes em termos de disponibilidade. O mapeamento geoecológico continua na fase primária de desenvolvimento, com diversificação temática muito restrita e mais restrita ainda abrangência territorial. Em muito isto se deve à dificuldade de aquisição de dados ecológicos, assim como das imagens de alta resolução e problemas metodológicos no Brasil. Entretanto o crescimento de número de projetos, em função da demanda, é evidente. Por exemplo, a Comissão Técnica do Programa de Recursos Naturais (EMBRAPA) analisou, em novembro de 2000, um total de 52 projetos. Os assuntos dos 52 projetos versaram sobre Biodiversidade; Impacto da Atividade Agrícola sobre Recursos Naturais do Cerrado; Aproveitamento Agrônomico de Espécies Nativas do Cerrado; Ecologia da Fauna e da Flora do Pantanal; Recuperação de Áreas Degradadas; Caracterização climática; Caracterização, Levantamento e Conservação de Solos; Atividade Microbiana em Solos e, finalmente, Estudos sobre Insumos Alternativos para o Manejo da Fertilidade do Solo.

Considerando o crescimento do mapeamento temático e total ausência de normas cartográficas para regularização e padronização deste tipo de atividades, tornam-se essenciais os esforços de padronizar as atividades relacionadas com levantamentos geoambientais. Neste sentido, o IBGE, órgão que regulamenta atividade cartográfica no país tem feito alguns esforços:

1991 Manual técnico da vegetação brasileira

Apresenta os procedimentos metodológicos utilizados em estudos fitogeográficos, com base na nomenclatura e conceitos de geografia botânica extraídos da Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal. Descreve os tipos de inventários de formações florestais e campestres quanto aos níveis de detalhamento, técnicas de amostragem e etapas de execução, entre outros aspectos, técnicas e manejo de coleções botânicas e considerações sobre a elaboração de relatórios e mapas.

Manual técnico de pedologia

1994 Descreve os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos do solo, abrangendo a conceituação dos atributos relevantes para sua identificação e classificação, os diversos tipos de levantamento pedológicos e considerações sobre a elaboração de relatórios e mapas, bem como os parâmetros básicos de avaliação da aptidão agrícola das terras, que devem orientar a utilização dos recursos do solo.

Manual técnico de geomorfologia

Apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no mapeamento geológico, abrangendo a conceituação

1995 básica dos fatos do relevo, a descrição das etapas de trabalho e considerações sobre a elaboração de relatórios e mapas. A publicação inclui anexos com os símbolos e os blocos diagramas do mapeamento geomorfológico e modelos de fichas de campo.

Manual técnico de geologia

Discorre sobre os aspectos relevantes do mapeamento geológico e inclui, em sua quase totalidade, o Guia de Nomenclatura Estratigráfica. Descreve os principais eventos geológicos que ocorreram no território

1998 brasileiro, assim como o trabalho de campo, a interpretação geológica e considerações sobre a elaboração de relatórios e mapas.

Manual técnico de uso da terra

Apresenta os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos da utilização e evolução da organização dos espaços de produção, abrangendo a classificação do uso da terra, conceituação das grandes classes de uso

1999 atual, incluindo casos especiais ou atípicos, aspectos gerais do levantamento, critérios para elaboração das legendas de uso da terra e considerações sobre a elaboração dos relatórios e mapas.

Os documentos acima mencionados devem servir de base na elaboração dos projetos de mapeamento. Apesar de não serem obrigatórios, eles refletem o nível de evolução metodológica deste tipo de mapeamento no país e permitem compatibilizar os mapeamentos recentes com os já executados, condição indispensável para recobrimento contínuo do território nacional. Por outro lado, também, é importante promover uma discussão crítica a respeito da eficiência e atualidade das padronizações propostas, assim como desenvolver suas adaptações regionais.

6.6 ESTRUTURA TEMÁTICA DA CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL APLICADA AO PLANEJAMENTO

6.6.1. Diversidade temática dos mapas geoambientais

A diferenciação da estrutura temática dos mapeamentos geoambientais aplicados ao planejamento (adiante – estrutura) tem por objetivo estabelecer tendências de evolução conceitual das representações cartográficas deste gênero e definir o caráter da sua demanda e

aceitação. Ambas são condições que exigem avaliação para fundamentação de um modelo de padronização de mapeamentos geoecológicos – objeto desta pesquisa.

6.6.1.1 Procedimentos adotados para avaliação da estrutura temática da cartografia geoambiental

Visto que os mapas geoambientais não dispõem de uma nomenclatura padronizada, para análise da estrutura temática dos projetos foi necessário estabelecer um esquema semântico, que permitisse a distinção conceitual entre os modelos cartográficos. Isto é, distinção segundo principal objeto e objetivos finais de uma representação cartográfica.

Conforme a classificação geral de modelos cartográficos geoambientais, assumida no Capítulo 3 - §3.3 (Figura 8), foram distinguidos para diferenciação temática dos projetos (Quadros 30 e 31): 4 grupos¹, 4 subgrupos e 20 classes temático-funcionais de modelos cartográficos geoambientais. Considera-se, assim, como premissa básica, que no atual *estado-da-arte* a referida classificação envolve todo universo temático do mapeamento geoambiental.

Foram tomadas como essenciais as seguintes condições para realização da respectiva análise:

- (1) Os projetos, que formaram a amostra final², foram selecionados de um universo de mais de 60 projetos de mapeamento temático, disponíveis em fontes bibliográficas convencionais e novas mídias;
- (2) Entre os critérios de seleção dos projetos constam:
 - 2.1 ter necessariamente orientação ao planejamento territorial, ou ter como um dos principais objetivos – suporte à decisão; serem desenvolvidos e utilizados por ou em parceria com órgãos de planejamento; deste modo, os mapeamentos com fins de pesquisa científica ou desenvolvidos por universidades foram negligenciados;
 - 2.2 ter uma ampla divulgação e mais amplo círculo de usuários;
 - 2.3 ter a orientação ao desenvolvimento ecológico, assim como, aos novos princípios políticos de acesso público à informação geoambiental nacional e internacional;

¹ Os *grupos, subgrupos e classes temático-funcionais* foram estabelecidos na classificação do universo da cartografia geoambiental e utilizados na estruturação da *proposta*. Os mesmos diferenciam os modelos cartográficos segundo o tipo e grau de transformação de dados, distinguindo a informação geoecológica gerada durante mapeamento (mapas) em função da sua qualidade, finalidade de uso e sua posição hierárquica no fluxo de dados do sistema da produção cartográfica e de análise geoecológica.

² Um total de 33 projetos de mapeamento aplicado ao planejamento: 24 – projetos internacionais e 9 – nacionais.

- 2.4 apresentar uma estrutura temática complexa;
 - 2.5 ser desenvolvido dentro do período dos últimos vinte anos, compreendendo principais elementos metodológicos da cartográfica digital, da visualização cartográfica moderna e do conceito de metadados;
 - 2.6 deve disponibilizar acesso à sua documentação metodológica ou descritiva, assim como às imagens cartográficas¹;
 - 2.7 entre os projetos internacionais buscou-se selecionar exemplos de origens diversas;
 - 2.8 foram negligenciados os projetos que se apresentavam no momento de pesquisa em fases iniciais de elaboração e não apresentavam possibilidade de avaliação de mapas finais.
- (3) Diferenciados entre os nacionais e internacionais os projetos foram registrados e caracterizados (Apêndices 6 e 7) segundo: título; instituição; objetivo; período de execução; escalas, fonte, número de modelos cartográficos²; formatos e mídias disponíveis para avaliação; disponibilidade de metodologia e metadados; observações gerais sobre apresentação e a estrutura temática dos projetos;
- (4) A estrutura temática dos respectivos projetos foi registrada em arquivos separados (contendo as observações a respeito do conteúdo objetivo dos modelos) e pós-processados, segundo classificação proposta em termos de quantidade de modelos conceituais de cada classe temática (Apêndice 8);
- (5) Os resultados da diferenciação temática foram transformados em ponderações percentuais (Quadro 31) e analisados através de apreciação de polígonos de frequência (Gráficos 1 e 2).

Desta forma, foram vistos, no âmbito de 33 projetos analisados, um total de 646 modelos cartográficos geoambientais (476 – internacionais e 170 – nacionais).

¹ Por essa razão foi dada a preferência às fontes disponíveis na Internet.

² Alguns exemplos foram gravados em Apêndice digital no CD.

QUADRO 30 - Tipologia e principais indicadores de mapas geoambientais para planejamento regional (quadro do autor)

GRUPO, SUBGRUPO E CLASSE TEMÁTICA DO MODELO		MAPAS (diferenciados em projetos)	CONTEÚDO E INDICADORES REPRESENTADOS
Mapas de inventário geoambiental			
<i>Componentes e processos naturais:</i>			
1	Geológicos	LITOLOGIA E ESTRUTURA TECTÔNICA GEOTÉCNICOS	Distribuição espacial de principais sistemas geológicos; fenômenos de risco geológico (sismos, erupções vulcânicas, etc..)
		RECURSOS MINERAIS	Jazidas e minas prospeccionadas e em exploração; volume de extrações e de estéril e rejeito depositados; sistema de mitigação de efeitos negativos da mineração
2	Geomorfológicos	SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS ALTIMETRIA OU HIPSOMETRIA DECLIVIDADE EROSÃO, ERODIBILIDADE (OU OUTROS PROCESSOS CARACTERÍSTICOS) FENÔMENOS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO	Distribuição espacial das unidades de classificação geomorfológica nacional e internacional; distribuição de formas específicas de relevo e de processos geomorfológicos; distribuição espacial de fatores oro - hidrográficos de uso e ocupação do solo; Mapeamento de riscos relacionados com evolução drástica de fenômenos geomorfológicos críticos (deslizamentos, solifluxão...)
3	Climáticos e meteorológicos	MAPA DE TEMPERATURAS MAPA DE PRECIPITAÇÕES MAPA DE VENTOS MAPAS SAZONAIS MAPA CLIMÁTICO E MICROCLIMÁTICOS MAPA DE CONFORTO CLIMÁTICO MAPAS DE QUALIDADE DO AR E FONTES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	Interpretação espacial das observações meteorológicas e climáticas Fontes de poluição e emissões atmosféricas; volume de emissões e sua abrangência por estações de tratamento; tipo e grau de poluição; medidas de redução de volume e concentração de emissões...
4	Hidrográficos	RECURSOS HÍDRICOS BACIAS HIDROGRÁFICAS DENSIDADE E PROFUNDIDADE DE DRENAGEM	Distribuição espacial de principais tipos de recursos hídricos; fontes poluidoras; intensidade de poluição, grau e tipo; estações de tratamento segundo tipo tecnológico, sua efetividade; sistema de fornecimento hídrico habitacional e industrial; áreas de preservação de mananciais...

5	Pedológicos	MAPA DE SOLOS MAPA DE ESTADO ECOLÓGICO DOS RECURSOS PEDOLÓGICOS	Distribuição espacial de principais tipos de solo; fontes poluidoras de solos; intensidade de poluição, grau e tipo; medidas de recultivação e de restituição de perdas de solos e de redução de concentração de substância tóxicas.
6	Florísticos e da Vegetação	MAPAS DE INVENTÁRIO DE ESPÉCIES FLORÍSTICAS MAPA DE COBERTURAS VEGETAIS MAPAS DE ESPÉCIES EM EXTINÇÃO OU INVASORAS MAPAS DA SAÚDE DA VEGETAÇÃO	Distribuição espacial e manejo das Plantas e conjuntos de vegetação; plantas raras e seu hábitat; hábitat naturais reprodutores de doenças epidemiológicas da vegetação e/ou dos seres humanos; reprodução de espécies em extinção, medidas profiláticas...
7	Faunísticos	MAPAS DE INVENTÁRIO FAUNÍSTICO	Animais raros e seu hábitat; hábitat naturais reprodutores de doenças epidemiológicas; reprodução de espécies em extinção, medidas profiláticas...
<i>Componentes e processos antroponaturais e tecnogênicos:</i>			
8	Estrutura territorial produtiva	MAPAS DE USO DO SOLO MAPA DA ESTRUTURA TERRITORIAL PRODUTIVA	Distribuição espacial dos principais tipos de uso do solo e dos principais sistemas tecnogênicos do território (ocupação e capacidade produtiva)
9	Estrutura e densidade de ocupação	DENSIDADE POPULACIONAL INFRA-ESTRUTURAS ASSENTAMENTOS HUMANOS ELEMENTOS ESPECÍFICOS DO USO DO SOLO	Distribuição da população e de objetos mais específicos de exploração do território; sistemas de energia e fornecimento hídrico...
10	Fontes de poluição	FONTES DE EMISSÃO FONTES DE POLUIÇÃO HÍDRICA E EQUIPAMENTOS DE DEPURAÇÃO DAS ÁGUAS OUTROS...	Áreas e locais de distribuição, intensidade e medidas de prevenção e mitigação, Concentrações admissíveis de poluentes; poluição sonora admissível.
11	Fenômenos específicos	MAPA DE CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA MAPAS DE DESERTIFICAÇÃO MAPAS DE DESFLORESTAMENTO MAPEAMENTO DE ÁREAS AFETADAS PELO GARIMPO	Distribuição espacial dos fenômenos e indicadores da sua intensidade

Mapas geoambientais sintéticos e analíticos:			
<i>Modelos Geoecológicos</i>			
12	Eossistemas	<p style="text-align: center;">MAPAS DE ECOSSISTEMAS</p>	Diferenciação espacial de sistemas de cobertura vegetal associados com condições mesoclimáticas e pedológicas
13	Geossistemas ou unidades tipológico - funcionais da paisagem	<p style="text-align: center;">MAPA DE GEOSSISTEMAS MAPAS DAS PAISAGENS DIFERENCIAÇÃO TIPOLOGICA DA PAISAGENS DIFERENCIAÇÃO FUNCIONAL DA PAISAGEM</p>	Diferenciação tipológica, taxonômica e pela qualidade visual da paisagem; Diferenciação da paisagem regional segundo critérios específicos (naturais ou antrópicos) vista a distinção de áreas físicas para implantação de determinadas medidas de gestão
14	Capacidade suporte, estabilidade ou cargas antrópicas	<p style="text-align: center;">MAPA CAPACIDADE –SUPORTE DA PAISAGEM MAPA DA ESTABILIDADE ECOLÓGICA INTENSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO</p>	Modelos sintéticos baseados na definição de indicadores geoecológicos específicos, definidos a partir do processamento complexo de dados do inventário ambiental (o modelo conceitual adotado depende da escolha da respectiva metodologia e existência de dados requeridos)
15	Modelos de avaliação ecólogo-econômica	<p style="text-align: center;">APTIDÃO AGROECOLÓGICA E AGRÍCOLA APTIDÃO DE USO ADEQUAÇÃO DE EXPLORAÇÃO VALORAÇÃO ECONÔMICA</p>	Modelos sintéticos baseados na definição de indicadores econômico – ambientais, definidos a partir do processamento complexo de dados do inventário ambiental e de conhecimentos de produtividade econômica dos sistemas naturais (o modelo conceitual adotado depende da escolha da respectiva metodologia e existência de dados requeridos)

<i>Mapeamento ecológico:</i>			
16	Bioecológicos (processos e fenômenos perigosos)	MAPA DE BIOPRODUTIVIDADE MAPA DE RISCOS BIOLÓGICOS MAPA DE CENÁRIO DE BIOSEGURANÇA	Biomassa; Reprodução ou Produção por unidade de espaço ocupado; Fontes, intensidade de ação e tipos de fenômenos que afetam a qualidade de ecossistemas; ecossistemas e espécies raras, endêmicos e relictos; ações de reflorestamento e redução de poluição; ecossistemas-habitat de animais transmissores de doenças epidemiológicas. Áreas que tem tendência de formação de núcleos de doenças
17	Antropo-ecológicos	MAPA DE MORTALIDADE POR DOENÇAS AMBIENTAIS E MAL FORMAÇÕES MORTALIDADE INFANTIL MAPA DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ENFERMIDADES ENDÊMICAS RECURSOS DE BALNEABILIDADE E RECREATIVOS DA PAISAGEM	Indicadores de saúde humana e capacidade recreativa e balneabilidade dos sistemas naturais; identificação de fontes de doenças ambientais da população.
18	Ecológico complexo	MAPEAMENTO DE SITUAÇÕES E CENÁRIOS ECOLÓGICOS MAPAS DE ÁREAS DE RISCO ECOLÓGICO	Mapeamento de indicadores sintéticos de intensidade de riscos baseados no cruzamento de indicadores de risco individual; ou no monitoramento operativo <i>in situ</i> dos sistemas críticos
19	<u>Modelos cartográficos de gestão ambiental e/ou medidas de preservação</u>	MAPA DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO MAPA DE REDE INSTITUCIONAL DE GESTÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL MAPA DE ÁREAS DE ESPECIAL INTERESSE COMUNITÁRIO MAPA DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO MAPA DE ZONEAMENTO NORMATIVO MAPA DE USO E EMISSÕES ADMISSÍVEIS	Objetos de preservação (tipologia); organizações e instituição que regulamenta e administram a preservação; estabilidade da paisagem e medidas de preservação e correção; medidas de correção das situações críticas; rede de instituições de pesquisa e educação ambiental. Zoneamento funcional do território em função de legislação e normas que regulamentam as emissões limite Indicadores de cargas admissíveis e áreas de uso funcional
20	<u>Mapas específicos</u>	Mapas que representam sistemas de medidas específicas ou monitoramento de fenômenos críticos muito raros e normalmente não fazem parte da série típica de mapas para planejamento	Ações técnicas e biológicas com objetivo de redução do volume e da concentração das emissões sólidas, líquidas e gasosas; Absorção e redução da poluição sonora; Recultivação e melhoramento de terras; Medidas de engenharia (...); monitoramento de eventos críticos raros: erupção dos vulcões, abalos tecnogênicos, contaminação radioativa...

6.6.1.2 Observações sobre as características gerais dos projetos analisados

1. A realização da maioria de projetos internacionais está sob responsabilidade dos órgãos administrativos e suas subintendências, enquanto no Brasil são atrelados essencialmente às instituições de política e pesquisa ambiental (IBAMA, EMBRAPA, CNPM, etc.) em convênio com universidades e prefeituras. O que, de certo modo, caracteriza a situação problemática relacionada com a “cultura cartográfica” do poder público nacional.
2. Praticamente 90% das publicações cartográficas contemporâneas são realizadas em novas mídias. Os mapas em papel são cada vez mais raros e só se usam para divulgação e propaganda dos projetos. Ao mesmo tempo, a disponibilidade sem restrições para público de arquivos gráficos em diversos formatos CAD/SIG ainda não é algo comum. Contudo nota-se, que cada vez mais projetos internacionais, incentivados pela legislação ambiental e normatização internacional, disponibilizam este tipo de dados na Internet.
3. A evolução da automação cartográfica condiciona a preferência cada vez maior para escala “dinâmica” de mapeamentos e para divulgação dos projetos em aplicativos de visualização cartográfica. A densidade de dados cartográficos em determinadas fases de publicações não atendem às capacidades das ferramentas do *zoom*, assim como a maioria dos visualizadores está desprovida dos medidores da escala da representação. De uma forma geral, os mecanismos de visualização também não oferecem possibilidade de acesso aos metadados. Assim, apesar do seu potencial dinâmico e de interatividade os projetos de mapeamento de qualidade nitidamente superior ou não usam visualizadores ou os empregam somente como complementos de divulgação.
4. Foi observada uma grande diferenciação estética (estado artístico dos mapas) entre os projetos nacionais e internacionais. A falta de criatividade artística (um dos principais elementos de atratividade) em mapeamentos nacionais é evidente; as respectivas diferenças podem ser observadas em anexo digital no CD¹; deve ser ressaltado que a atratividade estética dos mapas, principalmente mapas geoecológicos, que devem envolver um círculo muito grande de especialistas e da população, é uma das suas mais importantes características, que deve ser tratada com muito cuidado e adequação didática;
5. A despreocupação generalizada com compilação adequada da base geográfica dos mapeamentos temáticos em nível nacional representa um fator de deterioração do potencial

¹ Veja pasta “EXEMPLOS DE MAPAS” em Apêndices digitais no CD.

analítico e prático dos mapas; em vários casos foram observados erros no uso de métodos de representação cartográfica (essencialmente da paleta de cores) em projetos nacionais.

6. É notória também a persistência de alguns *padrões gráficos*¹ na execução de produtos cartográficos das últimas duas décadas, devido essencialmente às opções oferecidas por alguns softwares mais utilizados no mercado, como, por exemplo: ArcInfo, IDRISI, SPRING, etc.
7. A estrutura de projetos nacionais é visivelmente menos complexa e diversificada do que dos projetos internacionais, sobretudo quando se trata de modelos cartográficos geoecológicos...

6.6.1.3 Estrutura temática dos projetos









Foi possível observar que a parte de modelos cartográficos geoambientais em projetos de mapeamento oscila atualmente entre 25% e 70% da estrutura temática geral, constituindo uma média de 40-55% de mapas gerados. Comparada com das décadas anteriores aos anos 90 (Quadro 23, p 197), a estrutura de mapeamentos geoambientais adquiriu uma notória diversificação, devida principalmente ao desenvolvimento de mapeamentos de processos naturais e antropotecnogênicos da paisagem, e ao aumento de mapeamentos sintético-analíticos² (Apêndice 8).

O peso de mapas que refletem modelos espaciais de educação ambiental, gestão ecológica e mitigação de impactos tiveram um aumento proporcional a 95% comparado com o da década dos 70. Os mapeamentos ecológicos, apesar de evidente tendência de crescimento, ainda não são numerosos na estrutura dos projetos e normalmente são associados à representação de fatores de risco biológico, caracterização médico-geográfica e de recursos ambientais recreativos do território.

¹ O termo *padrão gráfico* refere-se ao aspecto do layout do mapa em que os atributos gráficos dos elementos do mapa (peso e grafia das linhas, opções de fontes do texto, tabela de cores e arranjo geral...) são pouco diferenciáveis ou praticamente idênticos de projeto para projeto. Este fato resulta no empobrecimento artístico da produção cartográfica e se deve essencialmente às limitações do software ou dificuldades da sua manipulação por usuários.

² Modelos de capacidade-suporte, adequação e aptidão de usos, mapeamentos de geossistemas e ecossistemas

QUADRO 31 – Diversidade temática dos modelos cartográficos geoambientais
(quadro do autor)

Grupo, subgrupo e classe temática do modelo		Frequência		% da amostra		Total	% da total amostra
		Projetos Internacionais		Projetos nacionais			
Mapas de inventário geoambiental:							
 Componentes e processos naturais:							
1	Mapas geológicos	28	5,9	9	5,3	37	5,7
2	Mapas geomorfológicos	32	6,7	18	10,5	50	7,7
3	Mapas Climáticos e meteorológicos	46	9,6	14	8,2	60	9,3
4	Mapas Hidrográficos	46	9,6	9	5,3	55	8,5
5	Mapas Pedológicos	7	1,5	8	4,7	15	2,3
6	Mapas Florísticos e da Vegetação	45	9,5	8	4,7	53	8,2
7	Mapas Faunísticos	12	2,5	2	1,2	14	2,2
 Componentes e processos antroponaturais e tecnogênicos:							
8	Mapas da estrutura territorial produtiva	35	7,3	14	8,2	49	7,6
9	Mapas da Estrutura e densidade de ocupação	40	8,4	27	15,9	67	10,4
10	Mapas de Fontes de poluição	41	8,6	9	5,3	50	7,7
11	Mapas de Fenômenos específicos	32	6,6	11	6,5	43	6,6
Mapas geoambientais sintéticos e analíticos:							
 Mapas Geoecológicos							
12	Mapas de ecossistemas	14	2,8	4	2,3	18	2,8
13	Mapas de geossistemas ou unidades tipológico - funcionais da paisagem	22	4,6	3	1,7	25	3,8
14	Mapas de capacidade suporte, estabilidade ou cargas antrópicas	3	0,6	3	1,7	6	0,9
15	Mapas de avaliação ecólogo-econômica	5	1,1	18	10,6	23	3,6
 Mapas ecológicos:							
16	Modelos bioecológicos (processos e fenômenos perigosos)	5	1,1	3	1,7	8	1,3
17	Modelos antropecológicos (medico-ecológico e recursos recreativos)	7	1,4	1	0,6	8	1,3
18	Mapeamento ecológico complexo (áreas de risco, situações ecológicas)	2	0,4	0	-	2	0,4
19	 Modelos cartográficos de gestão ambiental e/ou medidas de preservação	51	10,6	6	3,5	57	8,8
20	 Modelos específicos	6	1,2	0	-	6	0,9
TOTAL DE MODELOS CARTOGRÁFICOS GEOAMBIENTAIS DIFERENCIADOS EM AMOSTRAS		476	100 %	170	100 %	646	100 %

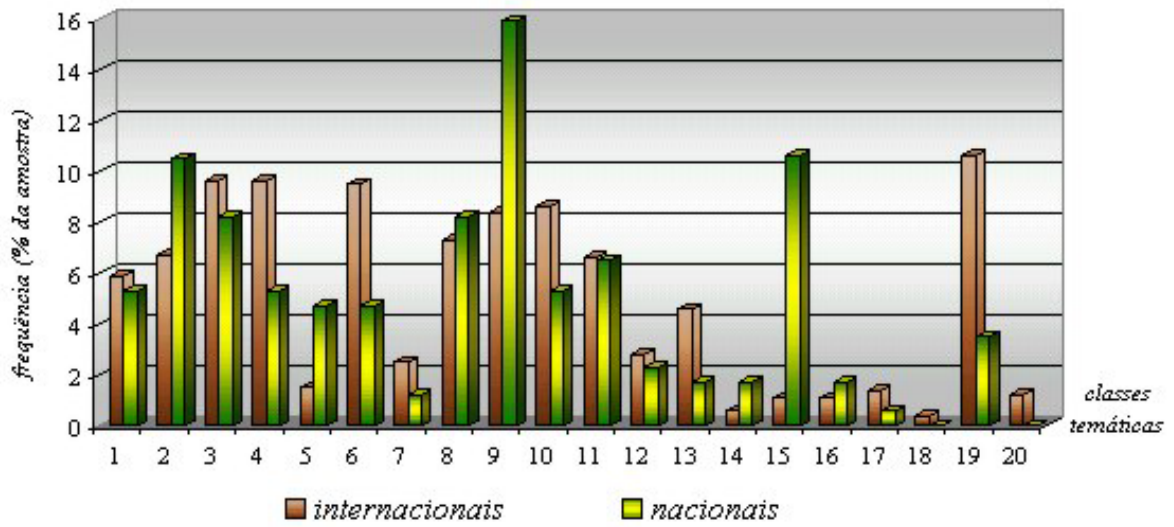


GRÁFICO 1 - Variação na diversidade temática dos mapas geoambientais entre os projetos nacionais e internacionais (gráfico do autor)

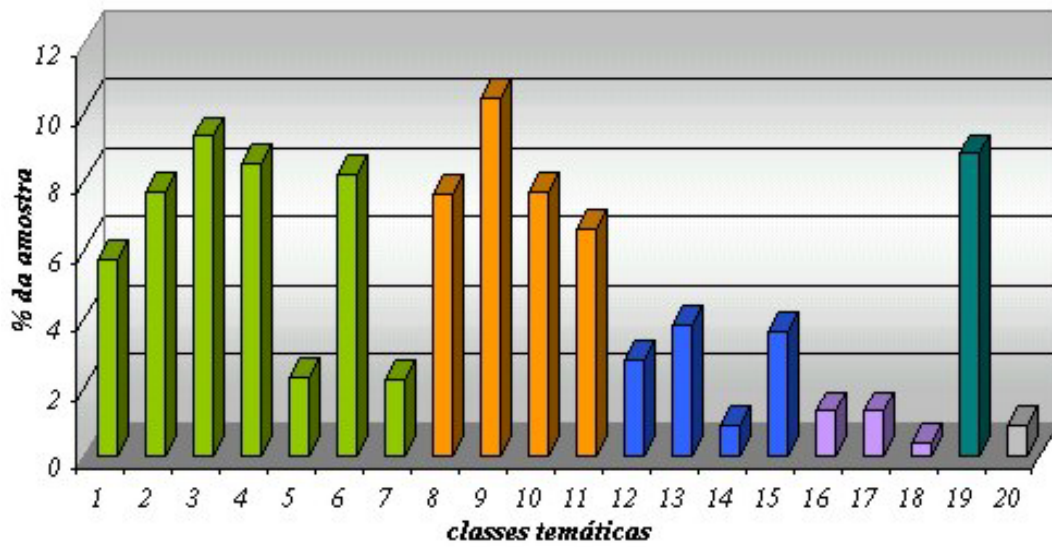


GRÁFICO 2 - Polígono de frequência da diferenciação temática dos mapas geoambientais (gráfico do autor)

De uma maneira geral, os mapas do *Grupo de Inventário geoambiental* continuam predominando, constituindo de até 80 % da estrutura dos mapeamentos geoambientais. No contexto do referido grupo nitidamente prevalecem os mapas de inventário de componentes e processos geomorfológicos e hidrogeológicos (21,9%), condições meteo-climáticas (9,3%), recursos florestais (8,2%). Destacam-se os mapeamentos relacionados com representação de fatores e fenômenos específicos de ocupação e uso do solo (32,3 %).

Pode-se observar que as proporções entre as classes de mapeamentos de inventário são proporcionalmente idênticas entre os projetos nacionais e internacionais (Quadros 30 e 31).

O grupo de mapeamentos sintéticos e analíticos das condições ambientais de desenvolvimento (14,1% da estrutura temática), tendo como base necessária os mapeamentos de inventário, tende a crescer, favorecido pelo aumento de coberturas temáticas de escala grande e conseqüente aumento de confiabilidade dos modelos conceituais adotados para representação. Deve ser notada a distinção existente entre projetos nacionais e internacionais na diferenciação deste grupo de mapas. Nacionalmente a preferência é dada aos modelos de aptidão e adequação de uso (10%). Enquanto, os projetos internacionais evidenciam a predominância de representações de ecossistemas e da tipologia funcional da paisagem (8%). Isto se deve aos dois motivos conjunturais:

- (1) os modelos de aptidão e adequação de uso baseiam-se nos avanços significativos de levantamento pedológicos e geólogo-geomorfológicos em escalas médias e visam atender a demanda social de informações que suportam o planejamento do desenvolvimento industrial e agropecuário das diversas regiões no Brasil; por outro lado a realização dos mesmos não depende diretamente da classificação unificada da cobertura vegetativa e de usos de solo, ainda não padronizados no Brasil;
- (2) a orientação predominantemente industrial e crescentes problemas urbanísticos dos países europeus e da América do Norte (cujo projetos tem maior peso na amostra) demandam a avaliação complexa das unidades da paisagem com objetivos de usos múltiplos. Por isso, as representações de ecossistemas e/ou de geossistemas assumem o lugar de maior importância prática, sendo sua execução possibilitada pela existência de normas nacionais de classificação e mapeamento dos objetos em questão.

Visto que, de uma maneira geral, a evolução de mapeamentos temáticos no Brasil tem um “desnível” histórico de cerca de 20-30 anos¹, comparando com o início destes na Europa e América do Norte, e considerando os ritmos de urbanização que o país apresenta atualmente, pode-se afirmar que os mapeamentos sistêmicos regionais não tardarão ocupar o lugar importante nos projetos nacionais.

Os mapas ecológicos ainda são muito escassos e representam somente 2-4% na estrutura dos projetos. É característico que os mapeamentos ecológicos nos projetos internacionais envolvem essencialmente os aglomerados urbe-industriais ou regiões com evidência de riscos epidemiológicos. Enquanto no Brasil estão mais presentes em levantamentos das áreas de preservação permanente e das unidades de conservação.

Uma outra distinção evidente se deve à presença abundante nos projetos internacionais de mapeamentos que refletem a ação do Estado e a evolução das medidas de preservação ambiental, mitigação de impactos e da rede de instituições de gestão e educação ambiental. Esta tendência, por motivos óbvios, é ainda pouco presente em projetos nacionais.

6.6.1.4 Principais indicadores mapeáveis e as tendências de concepção dos mapeamentos geoecológicos

A análise do conteúdo dos mapas, criados no âmbito dos projetos analisados, permite afirmar, que dentro da essência do planejamento territorial são considerados basicamente dois grupos de indicadores geoambientais:

- (1) os que caracterizam os elementos específicos do ambiente, sua exploração antrópica, assim como as ações orientadas ao melhoramento de propriedades médico - sanitárias do território;
 - (2) os que caracterizam as ações de conservação e otimização da produtividade das paisagens naturais e antropizadas, preservação do equilíbrio natural e das cargas antrópicas admissíveis.
- O quadro a seguir sintetiza uma imagem geral os indicadores e as informações geoambientais processados no âmbito de mapeamento geoecológico de escala grande e média.

¹ Considerando o início histórico dos levantamentos e o estado do recobrimento do território nacional com

QUADRO 32 – Sistema genérico de indicadores e informações geoecológicas cartografadas ou mapeáveis (quadro do autor)

	GRUPOS TEMÁTICOS FUNCIONAIS	SUBGRUPOS TEMÁTICOS POR ORIGEM DE ELEMENTOS	INFORMAÇÕES E INDICADORES CONSIDERADOS NO MAPEAMENTO
GRUPO I	Dados de inventário dos processos e fenômenos que tem tendência de causar a degradação ambiental	Ação de fatores endógenos	Regiões sísmicas e antigos epicentros; Área de movimentos ativos da crosta terrestre, etc.
		Ação de força de gravidade e ação fluvial	Erosão; carst; salinização; pântanos e alagamento; deslizamentos, abrasão, compensações (...)
		Fatores eólicos e climáticos desfavoráveis	Regiões de tempestades ou outros fenômenos meteorológicos nocivos: Vendavais, nevoeiros, geadas (...) Deflação de solos, secas, inundações, desertificação (...)
		Biológicos	Áreas de animais transmissores de doenças; Áreas que tem tendência de formação de núcleos de doenças.
	Inventário de fontes de poluição	Objetos de exploração econômica que causam determinados tipos de poluições	Fontes de poluição dos sistemas: Hídrico, Florístico, Pedológico e de atmosfera.
	Dados do controle inicial do estado de componentes ambientais	Poluição e contaminação físico-química, energética, sonora e radiativa	Indicadores de volume, tipos e de grau de poluição de componentes observados do sistema.
	Ações orientadas à prevenção ou mitigação de fenômenos nocivos ao funcionamento normal do geossistema	Como resultado de : Processos naturais Processos biológicos Tecnogênese	Ações técnicas e biológicas com objetivo de redução do volume e da concentração das emissões sólidas, líquidas e gasosas; Absorção e redução da poluição sonora; Recultivação e melhoramento de terras; Medidas de engenharia (...).
Distribuição de pontos de monitoramento e controle ambiental	Estacionários ou periódicos Alocados segundo critérios naturais ou tecnogênicos	De controle complexo (sistema de indicadores) ou tipo de indicador observado.	
GRUPO II	Dados a respeito de ações orientadas a preservação da capacidade suporte do geossistema e de seus elementos.	Zoneamento funcional do território em função de legislação e normas que regulamentam as emissões limite; Cargas antrópicas; Uso e ocupação de solo	Indicadores de cargas admissíveis e áreas de uso funcional .
	Capacidade-suporte das unidades taxonômicas do geossistema.	Cargas tecnogênicas e emissões máximas admissíveis.	Diferenciação por origem.
	Dados sobre a produtividade biológica de ecossistemas naturais e antropizadas.	Diferenciação em função da origem de componentes.	Biomassa; Reprodução ou Produção por unidade de espaço ocupado.

Como pode ser observado, ambos os grupos compreendem um sistema complexo de informações físico-geográficas, geofísicas, químicas, tecnológicas e biológicas, que em seu conjunto e interdependência representam os impactos de atividades humanas.

Seleção e definição de um conjunto de indicadores para cada sistema concreto de mapeamento dependem do objeto e objetivos do planejamento, do diagnóstico ecológico das tendências de desenvolvimento no momento de implantação do sistema e das possibilidades de aquisição de determinado tipo de dados.

Entretanto, podemos diferenciar alguns grupos de indicadores que, como indica análise, devido maior importância prática, têm preferência no mapeamento:

(a) Indicadores médico-sanitários (ou médico-higiênicos)

São indicadores quantitativos, estabelecidos segundo as exigências de segurança ecológica da população. Em primeiro lugar são os normativos de concentrações admissíveis de substâncias poluentes no ar, água, solos e produtos alimentares, assim como as normas de emissões admissíveis. Atualmente existe um grande número de normas de concentrações admissíveis (na água – cerca de 1500; ar – 450; solos – 100) (PETROV, 1992). Visto isso, torna-se necessário definir os mais importantes, que vão ser controlados durante monitoramento. Em primeiro lugar, devem ser controladas as substâncias cuja emissão tem caráter massivo: dióxido de enxofre (atmosfera); pesticidas (solos); metais pesados, fenol, derivados de petróleo (águas)...

Em segundo, as observações devem abranger as substâncias mais tóxicas, apesar que as concentrações limítrofes são muito pequenas. O grau de poluição ambiental normalmente se avalia segundo coeficiente do aumento de concentrações com relação da classe de toxicidade das substâncias e quantidade de elementos químicos presentes. Em caso de presença de vários poluentes são empregues indicadores sumários.

Deve-se ter em consideração que este tipo de indicadores não atende na totalidade aos seus objetivos, visto que as concentrações admissíveis não são diferenciadas espacialmente, as mesmas, não tomam em conta situação real da paisagem (por exemplo: as pequenas concentrações de mercúrio no solo e no ar não representam perigo, porém as mesmas quantidades dissolvidas na água aumentam de nocividade em 30-100 vezes). Além disso, as normas higiênicas são estabelecidas segundo tolerância do organismo humano e não tomam em conta as reações de outros organismos vivos. Muitas das concentrações toleráveis pelo homem podem levar à destruição de ecossistemas inteiros. Por isso além de indicadores médico - sanitários devem ter considerados critérios ecológicos.

(b) Critérios ecológicos da situação ambiental:

Critérios ecológicos são vistos como uma medida de ação antrópica sobre ecossistemas e paisagens, com qual as principais características funcionais e estruturais (produtividade, intensidade de circulação biótica, biodiversidade, estabilidade, capacidade suporte, etc..) não excedem os limites normais. Diferenciam-se

dois grupos principais de indicadores ecológicos - **do estado dos componentes** (para cada um dos componentes ambientais) e **complexos**.

O **primeiro grupo** constituem indicadores que refletem o estado do ar, solos, da água e fauna, e da cobertura vegetal. Um lugar particular ocupam bio-indicadores, que permitem julgar sobre o estado geral da paisagem. Além, de índices de vegetação, anteriormente mencionados, são de extrema importância indicadores faunísticos (biodiversidade, vitalidade, particularidades de reprodução, doenças e padecimento massivo). São importantíssimos também os indicadores de produtividade de solos e pastos, assim como indicadores quantitativos de degradação por processos de distinta ordem. Maioria destes parâmetros pode ser definida e monitorada com auxílio de métodos de sensoriamento remoto, que viabilizam significativamente observações a curto e longo prazo. O período de observações é definido em função das propriedades geográficas da região. isto é, por exemplo, em áreas tropicais a observação de parâmetros de vegetação, segundo experiências internacionais, realiza-se normalmente por sensoriamento remoto a cada 5 anos, feito o controle em loco para subáreas mais críticas ou mais dinâmicas semestralmente.

Ainda dentro deste grupo de indicadores, assumem especial importância os **indicadores de saúde humana**: dinâmica da mortalidade materno-infantil, doenças congênitas, frequência de doenças infecciosas e malignas em diversas faixas etárias, etc..

Segundo grupo de critérios ecológicos é constituído por indicadores integrais sintéticos, que caracterizam geossistemas ou ecossistemas como um todo. A sua definição e busca ainda não é um problema resolvido. Existe um grande número de diversos indicadores integrais, entre eles constam: intensidade de circulação biótica (relação entre a produtividade anual com relação da massa total); intensidade de transformação antrópica, capacidade suporte, dinâmica de transformação, outros... Todos indicadores complexos buscam representação da diferenciação espacial e ou temporal da situação ecológica, representada normalmente através de uma escala ordinal, evidenciando na representação cartográfica áreas que necessitam de uma atenção maior ou de uma intervenção imediata. Ou então, oferecem um instrumento efetivo ao apoio à decisão. Por isso, são tão importantes para o planejamento. Qual dos indicadores poderá ou deverá ser escolhido para uso no sistema de monitoramento depende do grau de conhecimento do território e das possibilidades de adquirir os dados necessários para sua definição em um determinado momento de pesquisa ou planejamento. Como exemplo, de um indicador deste nível, pode ser considerado o índice de intensidade de transformação antrópica (cuja definição descrita adiante).

A diversidade dos indicadores (ou variáveis) ambientais sujeitos ao mapeamento e uma análise mais profunda da estrutura de mapeamentos geoecológicos, propriamente ditos, (classes 12-18), que atualmente representam maior interesse para processo de tomada de decisões administrativo-territoriais, permite diferenciar o predomínio de duas tendências conceituais na execução de trabalhos, designados pelo DOMON *et al.* (1989) como: **holística-descritiva** e **seletiva-qualitativa**. Ambas são diferenciadas na base da combinação de dois fatores: seleção de

variáveis ambientais e métodos de processamento de dados com relação à estas variáveis. Dentro da amostra de projetos avaliados no trabalho ambas as tendências diferenciam-se claramente (Quadro 33).

No âmbito da tendência *seletiva-qualitativa* as variáveis (ou indicadores ambientais) são escolhidas de acordo com a natureza do projeto. Geralmente são variáveis que identificam componentes da paisagem diretamente afetadas pelo projeto em consideração. As variáveis são brevemente descritas ou diretamente quantificadas com relação aos objetivos do projeto. Descrição complexa da paisagem ou do hábitat (ecossistemas) não tem importância neste caso. A maioria dos projetos, baseados nesta visão, está relacionada com avaliação aplicada ao planejamento das paisagens fortemente antropizadas. Esta tendência é característica para os Estado Unidos e a Europa, essencialmente contexto das instituições que realizam perícias ambientais e estudo de impactos ambientais dos projetos. As vantagens desta tendência metodológica compreendem a maior flexibilidade e facilidade de aquisição e processamento de dados para todos os tipos de áreas. Entre outras fornece idéias sobre uma perspectiva global da evolução dos aspectos ecológicos, culturais e históricos do ambiente. Por outro lado, fornece dados considerados essencialmente operativos (cuja vida útil se limita ao tempo de realização do projeto); as classificações adotadas neste âmbito são normalmente temporárias e não estáveis. DOMON *et al.* (1989) realça como principal desvantagem deste método, que as suas representações gráficas sempre ocultam valor relativo dos indicadores selecionados, o que torna seus resultados mais imprecisos. Ao mesmo tempo, depende da análise disponível do ambiente e usa escala ordinal genérica de representação de fenômenos – não válida para mapeamentos sintéticos. Estas desvantagens de natureza técnica, segundo DOMON *et al.* (1989), podem ser parcialmente superadas, porém sempre deixarão dois elementos fundamentais: (1) magnitude de impactos cumulativos; (2) o significado das mudanças já ocorridas no âmbito de usos existentes (essenciais tanto para macro-gestão, quanto para planejamento local).

QUADRO 33 - Principais tendências do mapeamento geoecológico aplicado (quadro do autor)

CARACTERÍSTICAS			EXEMPLOS		
Tendência	Seleção das Variáveis	Processamento das variáveis	Projetos ¹	Tipo de área	Principais modelos cartográficos
Seletiva-qualitativa	De acordo com objetivos do projeto: são discriminadas características ambientais que serão afetadas por ações previstas	As variáveis são descritas e quantificadas com relação às ações específicas previstas no projeto	06 08 21	Urbanizadas e urbanas ou de agricultura intensiva em áreas sub-urbanizadas	Áreas urbanas e fontes de poluição Paisagens e Recursos recreativos Riscos Biológicos Biossegurança e doenças endêmicas Mortalidade por doenças ambientais Fontes de poluição (diversos)
Holística-descritiva	De acordo com concepção de geossistemas	As variáveis são qualificadas e quantificadas com relação dos componentes ativos do sistema e inter-relacionados para definição e caracterização tipológica e funcional das unidades da paisagem, que serão alvos de determinadas atividades antrópicas.	05 09 10 12 13 18 25 31 33	Áreas predominantemente florestais, áreas afetadas por atividades de extração, áreas de agricultura extensiva	Mapa de paisagens (tipologia) Estabilidade da paisagem Diferenciação funcional da paisagem Ecossistemas Geossistemas Aptidão agrícola Adequação de uso Valoração ambiental Recursos recreativos
Tendências mistas - seletivo-descritivas			07 28	Áreas predominantemente agrícolas	Aptidão agrícola Adequação de uso Poluição hídrica e atmosférica Reflorestamento

No âmbito da tendência *holística-descritiva* as variáveis selecionadas não dependem da natureza do projeto, porém do sistema metodológico-conceitual adotado, baseado nos fundamentos do estudo sistêmica da paisagem². Esta tendência também foi categorizada como geoecológica. O seu princípio baseia-se na realização da análise multidisciplinar das variáveis ativas do sistema natural em determinada escala antes da implantação dos usos planejados. De uma maneira geral, este tipo de abordagem é mais adequado aos vastos territórios ainda não desbravados, com ritmos de crescimento populacional e econômico significativos, assim como com disponibilidade de mapeamentos temáticos anteriores em respectivas escalas. Os projetos estruturados nesta tendência enfatizam a análise e descrição do sistema natural, realizam-se via pesquisas governamentais e universitárias em áreas de povoamento disperso como territórios da Austrália, Canadá, Rússia, Oriente médio dos Estados Unidos, etc. Deste modo, representa-se por projetos

¹ Designação dos projetos e as demais características constam no Apêndice 6.

² A ausência da clareza semântica e diferenciações linguísticas no emprego dos termos ecossistemas, geossistemas e paisagem em distintas escolas científicas dificultam bastante a compreensão e diferenciação de distintos modelos existentes em nível internacional... Contudo, deve ser observado que o termo ecossistema utilizado no âmbito de mapeamento em países de expressão inglesa (*ecosystem mapping*, *ecosystem cartography*) refere-se sem dúvida, segundo as definições apresentadas, à representação de geossistemas e não aos hábitat ecológicos, diferenciados no contexto da ecologia clássica. Da mesma maneira os termos paisagem e *landscape (landshaft – alemão)*, utilizados em países europeus e pela escola russa, também retratam visão sistêmica do ambiente.

ligados às áreas escassamente povoadas, onde as atividades dependem da disponibilidade e conhecimento de recursos naturais. Pela sua natureza holística os respectivos projetos de mapeamento focam e baseiam-se sobre dados-base estáveis e permanentes, com uma vida útil ilimitada de informações, que permitem o desenvolvimento de monitoramento e análise de pós-implantação. Entre as vantagens deste tipo de abordagem compreendem: visão integral do ambiente e melhor compreensão da relação entre o seu estado global e condição em que se encontram seus componentes; consideração do estado e disponibilidade de recursos existentes.

Apesar da evidência da sua superioridade metodológica esta abordagem ainda apresenta inúmeras dificuldades:

- (a) seu uso prático efetivo depende da padronização e normatização da base conceitual e da coleta de informações-base;
- (b) depende de um banco de dados consistentes e vastos a respeito de todos os componentes naturais;
- (c) depende da normatização das classificações e da produção cartográfica temática; (d) os elementos (a) e (c) podem entrar em contradição e gerar dificuldades na assimilação do método no contexto do planejamento.

Sem dúvida, este tipo de abordagem baseia-se em mais volume de informações do que outros tipos de análise, seus bancos de dados são mais complexos e volumosos. Contudo, as tecnologias modernas resolvem à maioria dos problemas de busca e processamento de informações, como critérios de decisão. Infelizmente a maior deficiência tem origem muito subjetiva - o significado dos modelos cartográficos gerados neste âmbito é praticamente desconhecido no meio dos planejadores e o seu conhecimento não depende somente da divulgação, mas sim da compreensão de princípios de análise holística e do significado dos critérios que a mesma fornece como apoio à decisão.

As vantagens e desvantagens de ambas tendências, condicionam a existência de projetos que representam tipos mistos de soluções metodológicas, essencialmente *seletivas-descritivas*, onde a descrição holística tem como suporte modelos cartográficos de variáveis ambientais específicas.

Capítulo 7 - PROPOSTA DE CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA APLICADA AOS PROJETOS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL (*modelo conceitual e ensaio cartográfico*)

A análise realizada no capítulo anterior permite formar uma idéia clara a respeito do caráter da atual demanda de informação geoecológica em projetos de planejamento e das principais tendências na evolução metodológica destes trabalhos, onde a integração equilibrada entre os aspectos holístico e seletivo-qualitativo representa, sem dúvida, uma das saídas mais adequadas no contexto prático.

Como resultado desta análise foi possível diferenciar os temas de mapeamento geoecológico, que têm maior aceitação na análise e fundamentação ambiental dos projetos de desenvolvimento, e definir o seu conteúdo. Uma vez diferenciada a estrutura temática preferencial (em termos de parâmetros e indicadores ambientais de uso “universal” no planejamento) dos mapeamentos, buscou-se uma estruturação funcional de trabalhos cartográficos com base nos princípios da análise ambiental aplicada, cuja experiência foi desenvolvida pelo autor em diversos projetos.

Visando a superação dos principais problemas, que ainda persistem entre a evolução conceitual do mapeamento geoecológico e a sua aplicação para os fins de planejamento territorial, considerando a necessidade de aperfeiçoamento de mapeamentos no âmbito de EIA propõe-se um *modelo conceitual de padronização do mapeamento geoecológico*¹ aplicado aos projetos de planejamento local e regional.

¹ Daqui em diante - a “Proposta”

7.1 OBJETO E OBJETIVOS DA PROPOSTA

O objeto da presente *Proposta* (*modelo conceitual de padronização do mapeamento geoecológico*) consiste na **definição de um conjunto ótimo de modelos cartográficos geoecológicos, formando representação sistêmica do objeto de planejamento com base na concepção de geossistemas e atendendo as demandas multifinalitárias de informação no âmbito da gestão territorial.**

A Proposta baseia-se num único modelo conceitual de análise ambiental geossistêmica (que garante a uniformidade das classificações interdisciplinares, completude e contigüidade da avaliação dos fenômenos geoecológicos espaciais) e na realização dos princípios de investigação cartográfica, auxiliada pela formação de um sistema digital de informações grafo-alfanuméricas.

Entre os objetivos da estruturação da *proposta* constam:

- (1) proporcionar a uniformidade conceitual e semântica da análise ambiental multidisciplinar no âmbito do planejamento e dos estudos de impacto ambiental, integrando as tendências holística e seletivo-qualitativa da cartografia geoecológica aplicada, com ênfase especial à concepção de geossistemas;
- (2) padronizar os procedimentos de edição cartográfica digital, do controle de qualidade da cartografia temática, com vista de garantir a interoperacionalidade da informação geoespacial;
- (3) estabelecer instrumentos metodológicos para criação de cadastros geoambientais regionais e sistemas de monitoramento geoecológico;
- (4) gerar os pressupostos para normatização metodológica de produção e investigação cartográfica no âmbito dos EIA/RIMA.

Em outras palavras, a *Proposta* visa o aperfeiçoamento do emprego do método cartográfico de investigação no âmbito de estudos de impactos ambientais e de planejamento territorial regional através da padronização dos trabalhos sistêmicos de mapeamento geoecológico.

7.2 CRITÉRIOS GERAIS ADOTADOS PARA ESTRUTURAÇÃO DA PROPOSTA

Estabelece-se, a princípio, que *Proposta* deva atender seguintes condições essenciais:

- (1) ser compatível com critérios preestabelecidos do mapeamento sistemático e sistêmico;
- (2) ser compatível com princípios biocêntricos e ecológicos de análise e mapeamento;
- (3) deve atender a demanda efetiva e provável da informação geocológica para os projetos de desenvolvimento; isto é, ter capacidade de responder adequadamente às novas demandas do planejamento, dispor de potencial de geração de novos modelos cartográficos, que permitirão suprir as carências em determinados indicadores sintéticos na medida de solicitação efetiva no processo de planejamento e monitoramento de impactos;
- (4) ser compatível com as exigências e procedimentos EIA/RIMA;
- (5) os procedimentos metodológicos e métodos do mapeamento devem ser compatíveis com atuais normas cartográficas e as tendências internacionais de normatização da cartografia digital;
- (6) o arsenal gráfico e artístico de modelos deve ser compatível com a condição didática do planejamento territorial brasileiro e ao mesmo tempo acompanhar as melhores experiências internacionais;

A *Proposta* tem como base teórico-metodológica (modelo conceitual):

- (1) os princípios da análise e do mapeamento de geossistemas e, por conseqüência a classificação funcional sistêmica dos modelos cartográficos geoambientais, compreendendo a cartografia geocológica como um subsistema de representações gráficas de fenômenos de interação entre o homem e o meio ambiente;
- (2) as principais tendências mundiais na aplicação do mapeamento geocológico ao planejamento (holística e seletivo-qualitativa), dando o enfoque aos dois aspectos essenciais:
 - (a) aumento da capacidade de atender a demanda de critérios holísticos de micro e meso-localização;
 - (b) fornecer os critérios e informações mais precisas, solicitadas no controle de determinados fatores e condições de gestão das atividades humanas.
- (3) princípios sistêmicos e de mapeamento sistemático, princípios de biocentrismo e ecológicos, descritos no Capítulo 3;
- (4) princípios de normatização internacional na área de cartografia digital temática.

Deste modo, podemos considerar que a série de mapas produzidos atenderá aos principais critérios de mapeamento temático realizado no âmbito do planejamento. E caso seja devidamente incorporada na atividade em questão, permitirá dentro de algum tempo um recobrimento cartográfico temático compatível e homogêneo do território, assim como facilitará o fluxo de informação geoambiental para planejamento e monitoramento em todos os escalões administrativos.

7.3 FORMULAÇÃO DA PROPOSTA

A **Proposta** foi estruturada em quatro grupos funcionais¹, diferenciados segundo os princípios metodológicos da concepção dos mapas. Cada grupo funcional é composto por certo número de mapas (onze no total), compreendidos como **modelos cartográficos**, ou então, modelos gráficos da realidade ambiental objetiva construídos como resultado do inventário e análise subjetiva desta, com intuito de aquisição de novos conhecimentos a respeito de objetos e fenômenos que a respectiva realidade apresenta.

Os grupos funcionais de mapas são interligados hierarquicamente, subsidiando uns aos outros no âmbito informativo e completando paulatinamente as etapas de avaliação de impactos ambientais (Quadro 34).

O “Grupo I” – modelos cartográficos **genéricos** – é formado por dois modelos cartográficos: *mapa-base* e mapa de localização ou de *delimitação da área de influência*, indispensáveis em qualquer mapeamento temático e cuja qualidade e lógica estrutural predefinirão, de certo modo, a qualidade final de todos os produtos temáticos posteriormente gerados.

O “Grupo II” – **básicos** – é formado por quatro modelos cartográficos na sua essência mapas de inventário e analíticos.

¹ Os grupos temático-funcionais diferenciam os modelos cartográficos segundo o tipo e grau de transformação de dados, distinguindo a informação geoecológica gerada durante mapeamento (mapas) em função da sua qualidade, finalidade de uso e sua posição hierárquica no fluxo de dados do sistema da produção cartográfica e de análise geoecológica.

QUADRO 34 – Estrutura da Proposta da cartografia geoecológica aplicada ao planejamento territorial

GRUPO	Nº	MODELOS CARTOGRÁFICOS	Objeto de representação Conteúdo conceitual	Principais níveis de informação	Vínculos com outros modelos	OBS:
I - GENÉRICOS	0	Mapa-base, Orthofoto e DTM	Elementos topográficos, geográficos e cartográficos para representação da área diretamente envolvida no projeto	Mapa topográfico ou ortofoto completa	Níveis selecionados representam a base e estão presentes em todos os modelos temáticos	Representam fundamentos do mapeamento e definem a sua qualidade final
		Base geográfica do projeto		<ul style="list-style-type: none"> - Elementos cartográficos - Curvas mestras - Cotas - Rede hidrográfica - Áreas povoadas e urbanas - Vias de transporte e infra-estruturas - Limites físicos de áreas específicas - Objetos específicos - Topônimos 		
	1	ÁREA DE INFLUENCIA	Localização geográfica da área de estudo; áreas de influência direta e indireta do empreendimento; Posição absoluta e relativa do objeto do planejamento com relação aos elementos mais relevantes do espaço regional	<ul style="list-style-type: none"> - Limites das áreas de influencia direta e indireta do objeto ou área envolvida no planejamento; - Objetos condicionantes à localização final do projeto: portos, aeroportos, órgãos administrativos e de planejamento; redes de transportes, etc.. 	Deve ser equacionado para com as áreas de impactos diretos (modelo VIII)	Obrigatório para EIA; Visa representação em escalas variadas e intercomplementares

II - BÁSICOS: INVENTÁRIO, ANALÍTICOS	2	ESTRUTURA MORFOLÓGICA NATURAL	Unidades geossistêmicas da paisagem.	<ul style="list-style-type: none"> - Regiões; - Localidades; - Comarcas e sub-comarcas; - Fácies; - Indicadores de unidades; - Indicadores de intensidade de crescimento e porte da vegetação; - Indicadores de comprometimento e poluição; 	Base para zoneamento funcional, Complexo natural produtivo, base para todos os modelos sintéticos.	Conteúdo conceitual constante
	3	ESTRUTURA TERRITORIAL-PRODUTIVA	Unidades tecnogénicas da paisagem, elementos do sistema sócio produtivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Elementos de produção industrial e seus impactos; - Elementos de produção agropecuária; - Elementos do terceiro setor; 	Base para todos os modelos sintéticos e de prognóstico.	
	4	PROCESSOS ANTROPO-TECNOGÉNICOS DE TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL	Mapa ou mapas de conteúdo específico necessários para representação de fenómenos específicos de interação entre o ambiente e ações antrópicas.	<p style="text-align: center;">Exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propagação da poluição hídrica pela mineração; - Erosão dos solos; - Modificações tecnogénicas do relevo; 	Indispensáveis para formação de cenários e prognósticos.	Conteúdo conceitual variável
	5	FATORES E COMPONENTES DA FORMAÇÃO DA PAISAGEM ANTROPO-NATURAL	Mapa ou mapas de conteúdo específico necessários para representação de fenómenos ambientais e ecológicos específicos, que influenciam as condições de distribuição, propagação e intensidade de impactos ambientais.	<p style="text-align: center;">Exemplo: fator orográfico</p> <ul style="list-style-type: none"> - exposição das vertentes; <li style="padding-left: 20px;">- declividade; - densidade de drenagem - profundidade de dessecação; - áreas e vetores de descarga; <p style="text-align: center;">Produto final: Homogeneidade de condições orográficas</p>	Muito importantes para avaliação adequada de prognósticos e cenários de evolução de impactos ambientais; componentes diretos de modelos potencial ecológico e capacidade suporte.	

III - DERIVADOS: SINTÉTICOS, DE AVALIAÇÕES	6*	Modelo que reflete O POTENCIAL ECOLÓGICO DO TERRITÓRIO	<i>Potencial Ecológico do Território</i>	Formações antroponaturais estáveis da paisagem e seu potencial ecológico	<ul style="list-style-type: none"> - ecossistemas e o grau de sua preservação; - plantas raras, endêmicas e protegidas; - animais raros, endêmicos e protegidos; - áreas de especial interesse, protegidas e de potencial recreativo; 	Baseado no modelo II.	Derivados do grupo anterior; Modelo conceptual varia em função dos objetivos do empreendimento ou em função do tipo de indicador sintético que pode ser avaliado
			<i>Capacidade suporte</i>	Indicador sintético de capacidade de suporte de cargas antrópicas das unidades geossistêmicas das paisagens	<ul style="list-style-type: none"> - áreas com distinto grau de capacidade suporte; - principais fontes de cargas antrópicas; 	Baseado na Interpolação e interpretação dos modelos II e III	
			<i>Zoneamento funcional da paisagem</i>	Unidades funcionais da paisagem – atual uso do solo e sua adequação às condições ambientais	<ul style="list-style-type: none"> - áreas funcionais; - áreas de conflito de uso; - identificadores de adequação e inadequação; 	Baseado na Interpolação e interpretação dos modelos II e III	
	7*	Modelo que representa os PROBLEMAS GEOECOLÓGICOS DE EXPLORAÇÃO	<i>Situação ecológica</i>	Indicador sintético de qualificação das condições ecológicas	<ul style="list-style-type: none"> - áreas qualificadas de condições ecológicas baseadas nos critérios normativos; - principais objetos tecnológicos e antrópicos do território; 	Baseado no processamento complexo de dados complementares sobre os modelos II-IV	
			<i>Problemas ecológicos</i>	Áreas críticas e fontes de poluição	<ul style="list-style-type: none"> - área ecologicamente críticas; - fontes de poluição por tipos e intensidade de poluição 		
			<i>Intensidade de transformação antrópica</i>	Indicador sintético de intensidade de transformação antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - áreas com distinto grau de intensidade de cargas antrópicas; 		

* Em função dos objetivos do projeto de planejamento em cada subgrupo é selecionado um dos modelos cartográficos para ser criado, conforme a disponibilidade de dados e a adequação da análise ambiental a ser desenvolvida.

CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS	8	“OBJETO DO PLANEJAMENTO” E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS	Variantes de localização dos objetos de planejamento e identificação de raio de intensidade e especificidade dos seus impactos ambientais.	<ul style="list-style-type: none"> - como fundo o cenário ecológico mais expressivo simplificado (modelo VI ou VII); - principais impactos do objeto e as áreas de intensidade da sua provável propagação, em função dos processos prevalecentes; 	Baseado na interpolação dos modelos (IV-VII) – representa o cenário provável dos impactos cumulativos em situação crítica, sem existência da mitigação de impactos	Devem representar em conjunto as recomendações e medidas para otimização da situação geoecológica; atender todos os tipos prováveis de impactos ambientais
	9	MEDIDAS MITIGADORAS, PREVENÇÃO DE IMPACTOS E ÁREAS DE PRESERVAÇÃO	Estatuto normativo do território, principais áreas críticas e a localização das medidas de mitigação dos impactos.	<ul style="list-style-type: none"> - áreas definidas pela legislação e normas federais, estaduais e municipais como áreas de preservação ou com restrições para ocupação e uso; - fontes de poluição ou deterioração ambiental; - medidas de mitigação e suas capacidades; 	Estruturado a base do modelo de delimitação da área de influencia e dos modelos II e VIII.	
	10	PREVISÃO DO CENÁRIO GEOECOLÓGICO APÓS DA REALIZAÇÃO DE OBRAS OU PARA UM PRAZO PREDETERMINADO	Representação gráfica da transformação do cenário geoecológico (Intensidade de transformação; potencial ecológico...) no final do período de intervenção.	Deve refletir as transformações que ocorrerão no território em função das obras implantadas e medidas de mitigação a base dos cenários de avaliação escolhidos para modelos VI e VII.	Esta vinculado diretamente à definição dos modelos VI e VII	

Este se subdivide em dois subgrupos:

- (1) de conteúdo conceitual *constante*, isto é comum em todos os casos possíveis;
- (2) de conteúdo conceitual *variável*, que pode ser diferenciado em função das particularidades ambientais locais.

Ambos são compostos por dois modelos cartográficos. Esta divisão permite realizar o princípio da compatibilidade dos principais níveis de informação, mesmo quando a estrutura variável dos geossistemas regionais impõe a heterogeneidade de informações mapeáveis. Enquanto o primeiro subgrupo retrata os elementos relativamente estáveis e constantes do território, o segundo visa representação dos principais fenômenos e processos que contribuem ou definem o caráter de impactos e processos ambientais negativos no momento de avaliação. Portanto, o tempo de vida útil das informações compiladas em modelos é relativamente distinto (os modelos de conteúdo constante nunca perdem sua atualidade), porém ambos são essenciais para realização adequada do monitoramento ambiental posterior.

O “Grupo III”– *derivados* – modelos cartográficos derivados dos dados de mapeamento do grupo anterior; seu modelo conceitual varia em função dos objetivos do empreendimento ou em função do *tipo de indicador sintético que pode ser avaliado*¹.

Dois modelos cartográficos podem ser considerados alternativamente:

- o primeiro, deve se referir à representação do potencial ecológico do território;
- o segundo, aos problemas ecológicos da exploração do território.

A variação dos modelos sintéticos é justificada pela necessidade de atender melhor a demanda e as condições do projeto, assim como, refletir melhor a natureza da área caracterizada.

Em áreas agrícolas, por exemplo, os modelos de aptidão têm maior adequação do que os do potencial ecológico, preferenciais para áreas mistas ou de preservação ambiental, etc. Algumas das combinações podem ser dadas como preferenciais em virtude da compatibilidade lógica, por exemplo: *Capacidade de Suporte* – *Intensidade de transformação antrópica*; *Zoneamento funcional* - *Intensidade de transformação antrópica*; *Potencial ecológico* – *Problemas ecológicos de exploração*; etc.

A concretização maior deste grupo de modelos dependerá da natureza dos projetos, que predefine o caráter de critérios necessários para tomada de decisão.

O “Grupo IV” – *cenários e prognósticos* – composto por três modelos cartográficos, que devem representar em conjunto as recomendações e medidas para otimização da situação geocológica e atender todos os tipos prováveis de impactos ambientais. O referido grupo deve refletir também o estatuto jurídico do território, ou então realização neste de políticas ambientais e medidas de mitigação.

Cada grupo, em função das particularidades de um projeto específico, pode ser completado com mapas complementares, que permitirão abordagem de indicadores ou fenômenos complementares ou aumento ou diminuição de escalas de representação, em função das necessidades em cada caso particular.

A Proposta representa assim um sistema aberto de informações geocológicas gráficas e alfanuméricas que permitem assimilação de novos elementos e compatibilização de análises com objetivos específicos de cada projeto.

O agrupamento de modelos cartográficos segundo propriedades funcionais do fluxo informativo viabiliza, no âmbito da Proposta, uma seqüência de procedimentos que realizam seguintes princípios metodológicos, entre outros:

- (1) todos os modelos cartográficos têm uma mesma base cartográfica, enquanto a *base geográfica* varia em função dos objetivos concretos de representação de cada modelo;
- (2) em termos de informação temática cada grupo posterior tem como fonte de dados as informações alfa-numéricas do grupo anterior, realizando-se o princípio investigativo do método cartográfico para extração e processamento de novos dados;
- (3) os modelos cartográficos do mesmo grupo funcional da Proposta caracterizam-se pelo mesmo nível de complexidade de processamento de informação e por uma certa homogeneidade de métodos de representação cartográfica;
- (4) cada modelo cartográfico é autônomo no que diz respeito à metodologia da sua criação, porém interdependente com os demais mapas do projeto quando se trata dos métodos de representação cartográfica;

¹ A possibilidade de definição, cálculo ou avaliação de um indicador geocológico depende do grau de conhecimento efetivo do

- (5) os modelos cartográficos estão interligados por uma seqüência lógica de coleta e processamento e edição de informação, o que garante sua compatibilidade e comensurabilidade informativa e semântica;
- (6) cada um dos grupos atende etapa específica do planejamento e gestão do empreendimento, contudo, somente em conjunto garantem a satisfação das necessidades informativas no âmbito do planejamento ambiental.

A realização destes princípios no contexto do modelo proposto permite garantir sua eficiência em termos funcionais e de completude temática para os projetos de desenvolvimento, e o recomendar como adequado para padronização da estrutura temática de projetos de planejamento regional e local (EIA).

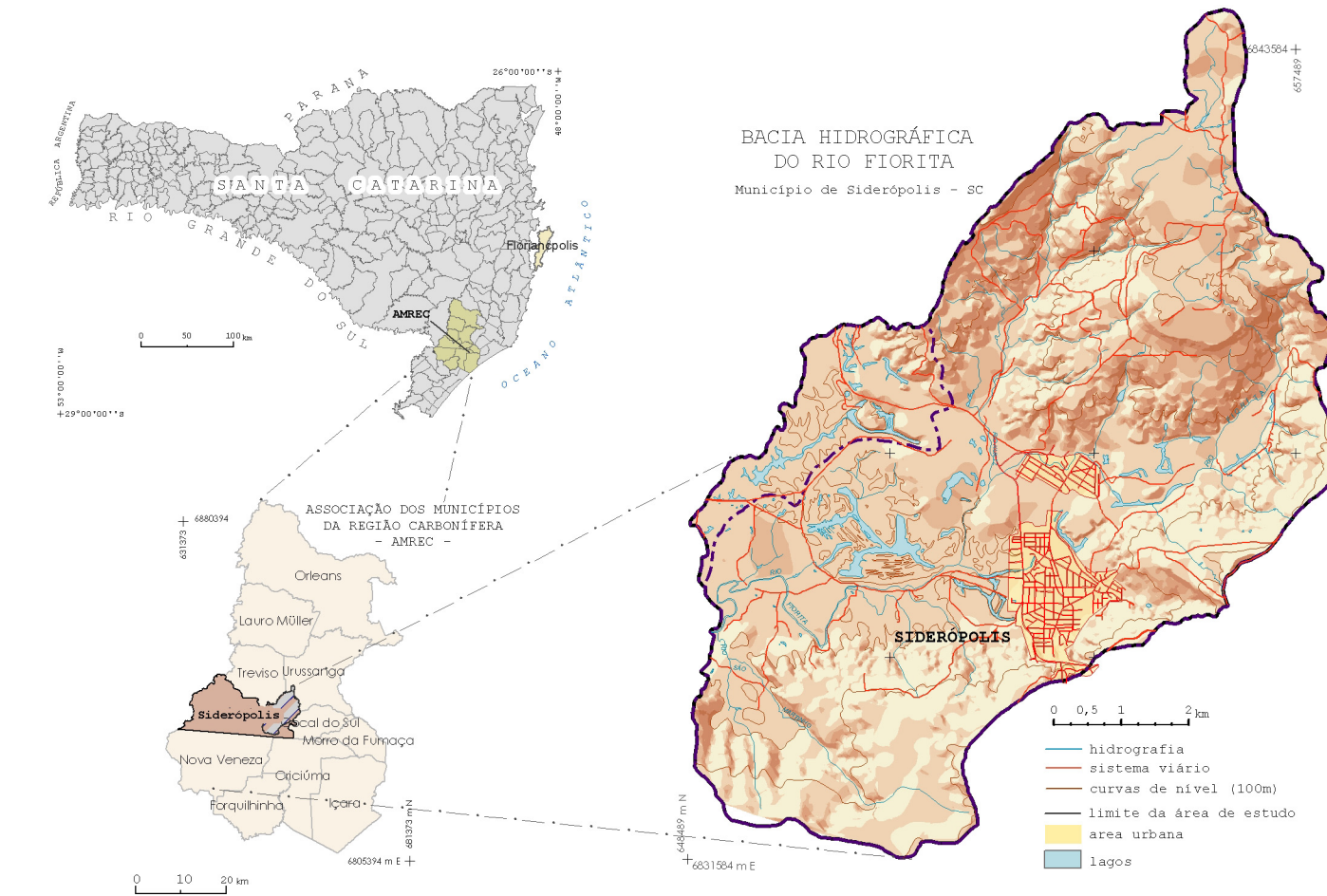
7.4 DEFINIÇÃO DA ÁREA PILOTO PARA ENSAIO CARTOGRÁFICO

Para ensaio cartográfico da Proposta foi selecionada a área da bacia hidrográfica do rio Fiorita, município de Siderópolis, Estado de Santa Catarina (Figura 17).

A respectiva Bacia Hidrográfica apresenta uma extensão semi-longitudinal, no sentido NE-SW, e situa-se entre os paralelos 28°32'30" e 28°37'31" latitude Sul e os meridianos 49°29' e 49°22'30" longitude Oeste. O rio Fiorita forma uma bacia hidrográfica de quinta ordem, com uma superfície de 57,4 km². A área da bacia faz parte do complexo sistema hidrográfico da vertente do Atlântico, Bacia Hidrográfica do Araranguá, sub-bacia do rio Mãe Luzia.

Uma área que apresenta uma diversidade de tipos de uso do solo, porém o seu ambiente quase na totalidade está afetado pela extração de carvão, que tornou as perspectivas da análise ainda mais promissoras. Toda a área de estudo apresenta um dos maiores graus de comprometimento ecológico no município, o que a coloca como uma das primeiras entre as que exigem uma intervenção do planejamento geoambiental urgente e radical, elevando a importância dos estudos geoambientais e a implantação dos sistemas cadastrais técnicas.

A existência de material cartográfico e de dados do sensoriamento remoto, como também de fotografias aéreas de distintas épocas influenciou significativamente a escolha desta área como a área de estudo. Além disso, o autor desenvolve a pesquisa nesta área desde 1998 o que permite uma maior operacionalidade prática da investigação, já que os mapeamentos geoecológicos exigem um conhecimento profundo das regularidades geoambientais da paisagem. Os resultados da pesquisa contribuirão para a construção de um Banco de Dados Ambientais do Município de Siderópolis, que se estrutura no âmbito duma série de pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Fotogrametria Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, ao nível de Pós-Graduação na área do Cadastro Técnico Multifinalitário da PPGEC - CTC - UFSC, entre os quais constam os trabalhos da Loch N.(2000), Karnaukhova (2000), Bortot (2000), Kelm(1999), Deloto(2000) e outros.



Reforestamento com eucaliptos e bracatinga



Área urbanizada



Pastagens em várzeas



Depósitos de estéril e rejeito



Terraplanagem em áreas de mineração de carvão



Decantação de rejeito



Lagoas ácidas em cavas de mineração

FIGURA 17 - Área de piloto (figura e fotografias do autor 1998-2002)

7.5 GRUPO TEMÁTICO I – MODELOS CARTOGRÁFICOS GENÉRICOS

O grupo de mapas genéricos compreende dois modelos cartográficos cujo principal objetivo de elaboração é de prover uma base cartográfica e geográfica para mapeamento temático, definir as escalas possíveis, necessárias e adequadas de coleta de dados e do mapeamento geoecológico, propriamente dito. *Por não representar nenhum tema geoecológico especificamente, este grupo de mapas foi designado como genérico.*

Os mapas do grupo, baseados na seleção de dados cartográficos disponíveis sobre área a partir de levantamento sistemático ou fontes fotogramétricas e sua adaptação para objetivos do projeto, são geneticamente ligadas às fontes cartográficas e se distinguem essencialmente pela:

- (1) organização e edição de dados;
- (2) uso de fontes complementares de informação gráfica;
- (3) seu papel na execução do mapeamento temático;

Os parágrafos a seguir evidenciam as referidas diferenças.

7.5.1. Modelo cartográfico “0”: base cartográfica do projeto de mapeamento geoecológico

7.5.1.1 Introdução

Como foi visto no Capítulo 5, o mapa-base ou a base cartográfica do projeto de mapeamento temático, compreende um produto cartográfico digital gerado através da seleção objetiva de níveis de informação gráfica a partir do mapa topográfico ou geográfico geral de alta qualidade.

O mapa-base tem como principal função configurar a base de elementos gráficos planialtimétricos, geográficos e específicos (geodésicos e cartográficos) suficientes e necessários¹ para comportar as informações temáticas produzidas e para geração de produtos cartográficos derivados, previstos no projeto em questão.

Deste modo, a principal função deste modelo cartográfico, cujo *layout*² normalmente não se apresenta em projetos de planejamento ou EIA/RIMA³, é de configurar a base matemática⁴ e geográfica do projeto.

7.5.1.2. Critérios de seleção do arquivo vetorial para concepção da base cartográfica

A concepção da base cartográfica do projeto deve proceder a partir das fontes cartográficas em formato vetorial, que devem atender as seguintes exigências mínimas (IBGE, 2002; KUBATOVA *et al.*, 2000; RIC, 1996):

- (1) a fonte de dados cartográficos deve ser de escala maior do que a escala final do projeto temático, atendendo a condição obrigatória do Decreto 89817/84, que estabelece que *nenhuma carta poderá ser produzida a partir da ampliação de qualquer documento cartográfico* (BRASIL, 1984);
- (2) a fonte de dados cartográficos deve ter o formato adequado aos objetivos do trabalho:
 - 2.a) o formato e tamanho do arquivo digital disponível definem o volume de trabalhos de edição necessários para adequação da fonte de dados para os objetivos do projeto; o volume muito grande de dados em função da densidade excessiva de informações e quantidade de nos não editados dificulta tanto o trabalho quanto a ausência de dados; a definição incorreta das unidades de trabalho pode ocasionar uma série de dificuldades de operacionalização de dados de base e temáticos no desenvolvimento do projeto:

¹ As exigências para com a necessidade e suficiência de elementos do mapa-base dependem da escala e do grau de generalização da imagem cartográfica, definidos para cada projeto em particular.

² Layout – expressão usual de origem inglesa que se refere à formatação final das saídas cartográficas –mapas finais – termo amplamente empregue em função da linguagem dos software cartográficos.

³ Por isso descriminamo-lo como modelo cartográfico “0”.

⁴ Ver Capítulo 5

Segundo nova metodologia desenvolvida pela IBGE (IBGE, 2002) os arquivos vetoriais devem ser gerados em extensão 2d (formato *.dgn) cujas *working units* (*unidades de trabalho*) devem ser as seguintes:

master units = km (*unidades principais*)

sub units = m (*subunidades*)

m por km = 1.000

positional units por m = 10 (*unidades de posicionamento - cm*)

- 2.b) o mapa analógico, caso este seja única fonte de dados para concepção do projeto, deve ser provido em material pouco deformado (papel novo ou em bom estado de conservação) ou deformável (poliéster) para que seja garantida a menor quantidade de erros de precisão e exatidão no processo de transformação do mesmo para formato vetorial.
- (3) a base matemática da fonte cartográfica deve atender as normas cartográficas em vigor (escala, projeção, rede de apoio; densidade de dados, etc.); deve ter alta precisão geométrica do original em papel ou em poliéster (a espessura da linha não superior de 0,2 mm, erro de deslocamento não superior à 0,1mm; erro gráfico até 0,3 mm; e boa perceptibilidade, ou legibilidade de informações);
- (4) a atualidade da fonte cartográfica representa um fator de extrema importância – o mapa-base deve representar as últimas transformações morfológicas da área mapeada;
- (5) a fonte cartográfica deve ser compatível e de fácil comparação com outras fontes de dados temáticos (esquemas e projetos, mapas de regionalização; imagens satélite e de aerolevantamentos; materiais de levantamentos de campo – geológicos, hidrológicos, etc.);
- (6) a fonte cartográfica deve dispor de arquivo completo de metadados discriminando todos os seus parâmetros de qualidade: precisão, exatidão completude, etc., conforme a norma cartográfica em vigor (Decreto 89817/84)¹. As cartas, segundo a sua exatidão posicional e precisão, devem ser classificadas nas classes A, B e C, de acordo com o Quadro 35.²

¹ O artigo 10º do Decreto 89817/84 estabelece a obrigatoriedade da indicação da classe do mapa no rodapé da folha (ou metadados), responsabilizando o produtor pela fidelidade da classificação. Os documentos cartográficos que não atingiram a especificação mínima (classe C) devem trazer a indicação do Erro-Padrão¹ resultante do processo de classificação.

² Os padrões de exatidão planimétricos, são definidos em função do denominador da escala (DE), enquanto os padrões de exatidão altimétricos, são definidos em função da equidistância vertical (EV). Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao PEC planimétrico ou altimétrico estabelecidos.

QUADRO 35 – Valores de precisão e exatidão cartográfica para três classes de mapeamento topográfico (BRASIL, 1984)

Classe	Exatidão Planimétrica (mm x DE ²)	Precisão Planimétrica (mm x DE)	Exatidão Altimétrica (mm x EV ²)	Precisão Altimétrica (mm x EV)
A	0,50	0,30	0,50	0,30
B	0,80	0,50	0,45	0,40
C	1,00	0,60	0,80	0,50

Ausência dessas informações, freqüentemente dispensados como não essenciais, inviabiliza análise da qualidade do produto cartográfico e por tanto da possibilidade do seu uso como fonte do mapa-base.

Entre outras devem ser observadas as *exigências de qualidade gráfica dos arquivos*. As especificações da simbologia são definidas pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG- IBGE) e reportam-se ao mapeamento sistemático nacional, através do Manual T34-700. Atualmente este manual serviu de referência para confecção de Tabelas da Base Cartográfica Digital (TBCD) e dos Elementos da Mapoteca Topográfica Digital¹ do IBGE, que objetiva a adequação da simbologia para o meio digital.

Cada arquivo vetorial deve armazenar os elementos cartográficos, conforme as especificações relacionadas na Tabela de Elementos da Mapoteca Topográfica Digital do IBGE.

Os elementos cartográficos do tipo ponto devem ser vetorizados por meio de células constantes em arquivos fornecidos pelo IBGE, não são admitidas "*shared cells*". Os elementos do tipo linha só devem ser vetorizados como "*line strings*".

A distância máxima entre os vértices não deve exceder a metade do erro gráfico da carta topográfica, exceto nos trechos retos que podem ser definidos por vértices espaçados por distâncias maiores.

¹ Veja em anexo digital

As distâncias máximas toleradas para espaçamento entre os nos das linhas:

escalas	tolerância
1:25.000	2,5 metros
1:50.000	5 metros
1:100.000	10 metros
1:250.000	25 metros

As informações textuais (topônimos da carta) devem ser convertidas, de acordo com especificações fornecidas pelo IBGE, em níveis específicos definidos para cada categoria. Na tabela que especifica estes níveis, tais elementos devem estar classificados como topônimos, seguido da abreviatura da categoria (Exemplo: Categoria Hidrografia – Elemento: topônimo_hd).

A produção de documentos cartográficos digitais impõe o cumprimento das *exigências topológicas* na edição dos elementos gráficos do arquivo. O controle da topologia correta das feições do mapa-base viabiliza a edição de produtos temáticos e composição de saídas cartográficas em geral.

Devem ser observados:

- 1) *Conectividade*: Todos os elementos do tipo linha que se interceptam no mesmo nível e na mesma categoria devem ser conectados através de um nó. Para cada interseção de linhas deve ser inserido um nó para finalizar as linhas e conectá-las.
- 2) *Integridade dos elementos*:
 - todos os elementos do tipo linha devem estar completos no arquivo vetorial, sem falhas, interrupções ou descontinuidades.
 - todos os elementos do tipo área devem estar fechados, isto é, o nó final da linha que delimita cada polígono deve coincidir com o nó inicial.
 - todos os elementos do tipo linha que têm continuidade nas folhas adjacentes devem ser "ligados" (alinhados) aos elementos correspondentes nas folhas vizinhas, sem deslocamentos na junção das cartas.

- os elementos do tipo área devem ser fechados na mesma folha por intermédio do elemento delimitador (por exemplo, a grade de coordenadas).
- todos os elementos do tipo área que aparecem nos arquivos digitais por meio de "patterns" (hachuras e padrões), devem ser representados através de linhas fechadas que delimitam seus respectivos polígonos¹.
- todos os elementos representados por duas linhas paralelas, como é o caso de algumas rodovias, devem ser armazenadas por uma única linha com atributo gráfico específico.
- por último, deve ser observada a **estruturação do arquivo digital**: cada carta topográfica (fonte cartográfica) deve ser organizada em no mínimo oito arquivos vetoriais, correspondendo às seguintes categorias de informação (ibge, 2003):

- (1) hidrografia (hd).
- (2) hipsografia (hp).
- (3) sistema viário (sv).
- (4) localidade (lc).
- (5) obra e edificação (oe).
- (6) ponto de referência (pr).
- (7) limite (lm).
- (8) vegetação (vg).

esta divisão facilita as operações com arquivos gráficos em software não-topológicos.

Caso as fontes disponíveis para elaboração da base cartográfica não apresentem especificações topológicas acima mencionadas, as informações gráficas deverão ser reeditadas seletivamente, conforme necessidade, pelo cartógrafo do projeto.

7.5.1.3 Validação da qualidade do arquivo vetorial do mapa-base

Para validação da qualidade do arquivo vetorial deve ser tomada como base a *Metodologia da Validação da Vetorização do Mapeamento Sistemático da IBGE*².

Alguns procedimentos simples podem facilitar e completar as operações de validação:

¹ Exemplo de áreas representadas por "patterns": terrenos sujeitos à inundação, áreas de brejo ou pântano, áreas de mangue, etc.

² Veja em anexo digital: CD_anexos/anexos digitais/Metodologia da Validação.doc

(1) Para uma avaliação rápida da exatidão do MD (mapa digital) é necessário conferir as coordenadas reais dos objetos do mapa. Por exemplo: conferir os significados de coordenadas nos cantos do mapa. Via regra, nestes pontos as coordenadas devem ter significados inteiros em metros, quilômetros ou graus, etc. (conforme o tipo e a escala do mapa). Se um dos cantos do mapa tem amarração errada então provavelmente todos os objetos do mapa vão ter as coordenadas com o mesmo erro de deslocamento. Analisando os significados das coordenadas nesses pontos, e também nos pontos de interseção da rede geodésica, é possível obter avaliação bastante completa das deformações do mapa e avaliar a possibilidade da sua correção ou utilização (BELENKOV, 2000). O controle das coordenadas deve ter em conta seguintes condições:

1.1 Os pontos avaliados devem ser identificados com ferramentas de captura com precisão do software (“snaps”) em maior escala possível de visualização em tela;

1.2 As discrepâncias de valores das coordenadas capturadas com as indicadas no mapa não devem ultrapassar a precisão prevista pela norma para os mapas em formato convencional (esta precisão deve ser discriminada pelo fornecedor do mapa).

(2) Os dados da hipsografia são de extrema importância para realização de vários produtos temáticos geoambientais. Existem vários erros gráficos vinculados com digitalização não exata das curvas de nível e atribuição a estas de significados errados de altitude (valor Z). A averiguação rápida destes é possível através de vários métodos (BELENCOV, 2000):

2.1. Aleatoriamente construir perfis ao longo das curvas de nível, que traçam as partes mais características da área e realizar sua avaliação visual. É necessário prestar atenção nas interseções com hidrografia, ravinas, colinas, etc. Na interseção de folhas não deve haver sobressaltos em valor Z.

2.2. A imagem geral da qualidade do relevo digital pode-se visualizar através da construção de um modelo 3-D simples ou/e visualização em janela do software que apresenta perfil do arquivo 3-d. A presença dos sobressaltos bruscos, “picos” ou “buracos” das linhas identificam erros de digitalização.

3. Os polígonos podem ter limites internos, por exemplo: um limite interno da floresta formado pelo lago ou clareira. Se o limite interno não for digitalizado no respectivo nível e fizer parte da figura, então a superfície do objeto não poderá ser calculada com exatidão, e podem ser feitas as conclusões erradas sobre as propriedades do local. Para avaliação visual desse tipo de erros, é necessário averiguar partes da área com exposição em tela de distintos níveis. Por exemplo, se o polígono da floresta não tem os limites internos (buracos – “hole”), porém no interior da sua área estão representados outros objetos poligonais (lado, povoamento, etc.), armazenados no outro nível – isto constitui um erro topológico de representação.

7.5.1.4 Edição do mapa-base e preparação do conteúdo da base geográfica do projeto

O conteúdo gráfico do mapas-base não é idêntico as suas fontes cartográficas. As informações que vão compor mapa-base devem ser criteriosamente selecionadas, processadas e transformadas, em função dos objetivos e do *design* final do projeto cartográfico.

Via regra o mapa-base deve identificar:

- (a) malha de coordenadas e referencial geodésico;
- (b) parâmetros e formas de relevo,
- (c) hidrografia,
- (d) vias de comunicação e infra-estrutura, assim como sua simbologia;
- (e) toponímia completa;
- (f) locais de amostragem numerados e devidamente identificados;
- (g) principais objetos tecnológicos e antrópicos, cujo mapeamento não está previsto no projeto ou cuja localização deve ser atualizada, devem ser preservados em níveis alternativos.

Todos os limites de objetos poligonais devem ser apresentados através de figuras topologicamente fechadas e linhas contíguas e completas, sempre excedendo, numa certa medida, os limites reais do projeto¹ cartográfico.

Os projetos cartográficos temáticos têm necessidade especial em preparação cuidadosa da base geográfica dos projetos.

A **base geográfica** de um projeto cartográfico temático compreende os elementos do mapa-base, que devem ser obrigatoriamente presentes em todos os modelos cartográficos temáticos, independentemente da sua específica com objetivo de garantir a acuidade de interpretação de dados e da análise ambiental da diferenciação e interdistribuição espacial dos fenômenos e objetos mapeados.

Essencialmente a base geográfica deve ser composta por: (1) hidrografia e seus principais topônimos, inclusive objetos marítimos e litorâneos; (2) sistema viário principal; (3) perímetros dos povoados e das áreas urbanas; (4) pontos altimétricos cotados mais importantes, os que marcam os pontos mais altos e mais baixos, assim como alguns dos pontos intermediários; para alguns mapas temáticos topônimos orográficos e curvas mestras; (4) objetos antrópicos de interesse ambiental (ex.: áreas mineradas...); (5) topônimos geográficos em geral relevantes para os temas específicos do projeto (como áreas de tratamento de resíduos, etc.).

Vários cuidados específicos devem ser tomados na preparação da base geográfica para mapeamento temático (RIC, 1996):

1. a informação topográfica (curvas de nível e cotas) deve ser reduzida normalmente em 50 % da densidade informativa do mapa-base (exceto para modelos temáticos derivados para análise geomorfológica ou de engenharia geotécnica);

¹ Condição necessária para realização e algumas operações topológicas e para geração do MDT

2. a informação geográfica requerida deve ser interpretada em tons de cinza, exceto alguns casos específicos, onde os objetos territoriais permanecem no seu padrão de normas cartográficas em vigor (como hidrografia (azul) e curvas de nível(marrom));
3. a escala de saída e a densidade informativa do produto temático gerado não podem exceder a escala de origem do mapa-base. Isto é, a escala da saída não pode ser ampliada. A escala do mapa-base deve ser sempre maior do que a escala prevista do projeto;
4. cada tema deve ser preservado em arquivo vetorial distinto, níveis ocupados na seqüência não repetitiva de arquivo para arquivo, o que facilita o manuseio e composição do *layaot* através de referenciamento ordenado dos arquivos em software não-topologicos.

Por exemplo:

<i>arquivo</i>	<i>Conteúdo/informação</i>	<i>níveis</i>
selo.dgn	Malha de coordenadas, quadro,	1
	coordenadas	2
	Moldura	3
	legenda	
lm.dgn	Limite da área mapeada	4
hp.dgn	Cotas	5-6*
	Curvas mestras	7
	Formas específicas	8
hd.dgn	Rios	9-10*
	Lagos	11
	Poços	12
	Pontos de monitoramento	13
	Hidrotoponímia	14
sv.dgn	Estradas	15
	pontes	16
lc.dgn	Limite da área urbana ou povoamento	17
oe.dgn	Obras e edificações	18
tn.dgn	toponímia	18

* podem ser necessários vários níveis para edição de cotas ou hidrografia em densidade e escala distinta para saídas em escalas distintas

Na preparação do mapa-base os maiores cuidados devem ser tomados ao corrigir as insuficiências e ao mover os níveis de informação, onde podem ocorrer os erros grosseiros de deslocamento, que comprometerão a qualidade do trabalho posterior.

7.5.1.5 Registro de metadados

Registro de metadados inclui informação a respeito de dados e atributos espaciais e não espaciais utilizados no projeto de mapeamento. É obrigatório e de essencial importância que os dados utilizados estejam devidamente identificados e registrados em forma de tabela. Estes registros, principalmente quando são selecionados e extraídos para o trabalho somente alguns níveis de informação, têm importância crucial para avaliação da consistência e qualidade de dados gerados.

As normas internacionais recomendam seguinte forma de registro compatível com a ISSO TC 211:

QUADRO 36 – Modelo de registro de dados de entrada para os projetos de mapeamento

(fonte: PEM DC, 2000; USFGDC, 2001)

Nº	Conteúdo formal da informação	Descrição	Numero de dígitos em formato SQL	Nome recomendado do arquivo *.dbf
01	Designação do Projeto	Nome oficial do projeto de mapeamento	Até 40	Proj_Name
02	Localização Geográfica	Área geográfica do projeto	40	Geog_Loc
03	Fonte de Dados/Detentores oficiais	Órgãos públicos ou privados responsáveis pela manutenção de dados	40	Org_Name
04	Responsável pelo Projeto	O especialista responsável pelo projeto	40	Proj_Respons
05	Cartógrafo	Cartógrafo responsável pelo mapeamento; Chefe de equipe	30	Cartog
06	Classe de exatidão	Classificação do produto cartográfico	1 (A, B ou C)	PEC
07	Ano de Levantamento	Ano de levantamento de dados e realização do apoio e controle terrestre	4	Ano_Map
08	Data de compilação	Data de finalização do projeto (aaaa-mm-dd)	8	Data_Final
09	Executor	Pessoa ou agência que realizaram digitalização original de dados	30	Execut_name
10	Escala de compilação ou publicação	Escala de compilação de dados (registra-se só o denominador)	Até 7 (ex.: 20 .000)	Comput_Escal Public_Escal
11	Projeção	Projeção original do projeto	35	Projecao
12	Elipsóide	Elipsóide de referencia	40	Elipsoid
13	Método de coleta de dados	Ex.: aerolevramento; ortofoto	40	Comp_metod
14	Datum	Especificação do datum	10	Datum
15	Níveis e atributos	Numero de níveis, feições e atributos requeridos no projeto	40	Niv_Atribut
16	Tamanho do raster	Tamanho do pixel - x, y e z para arquivos raster	3	Raster_X;Raster_Y;Raster_Z
17	Comentários específicos	Comentário de ajustamento de dados; classificação de informações, etc.	1000	Proj_Coment

Como foi definido anteriormente, a elaboração do presente modelo cartográfico tem como principal função definição da base matemática e geográfica do projeto. O mapa-base não representa um layout cartográfico específico, porem faz parte e determina a qualidade de todos os modelos temáticos posteriores. É de essencial importância a elaboração de metadados deste arquivo digital, pois seus créditos atestam a precisão e exatidão de todos os produtos cartográficos derivados.

7.5.2 Modelo cartográfico 1: “Área de influência”

7.5.2.1. Introdução: problemática da definição da área de influência.

A questão da diferenciação de uma área de influência ocupa um lugar de destaque e é importante ser definida com precisão suficiente antes da realização do EIA¹, propriamente dito, ou então ainda na fase de reconhecimento da área de implantação do projeto. A eficiência metodológica da delimitação da área de influência permite aperfeiçoar a coleta de dados na escala e com grau de detalhe coerente aos distintos níveis territoriais em que o empreendimento ou o projeto de desenvolvimento exerce ou possivelmente exercerá a sua influência.

A análise dos RIMA's demonstra, que não se aplicam critérios metodológicos sólidos para definição das áreas de influência direta e indireta. A ausência de tramite metodológico comum na definição e mapeamento das respectivas áreas é uma das razões possíveis de inconsistência dos EIA de alguns projetos.

A Resolução do CONAMA 001/86 no seu artigo 5º, compreende a delimitação da área de influência como uma das diretrizes gerais do estudo de impacto ambiental: *”Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”*.

¹ A delimitação da área de influência é um requisito legal obrigatório do EIA/RIMA.

Contudo é evidente que nos estudos de impactos atrelados ao meio físico, biótico e socioeconômico a sobreposição das escalas de estudo e a transgressão dos limites de uma bacia hidrográfica são inevitáveis, considerando a especificidade das relações socioeconômicas territoriais, tamanho do empreendimento e do papel social à este atribuído. Torna-se necessária a definição de critérios mais precisos para definição e delimitação da área de influencia direta e indireta dos empreendimentos.

A presente proposta consiste na adaptação de critérios físico-geográficos e geográfico-econômicos, segundo a concepção da posição geográfica do objeto, para delimitação, cientificamente fundamentada, das áreas de influência. Os mapeamentos realizados com base nestes critérios permitem visualizar a especificidade das relações espaciais futuras dos objetos de planejamento. As relações espaciais do objeto permitem delimitar as áreas de influência do mesmo a partir da avaliação da sua intensidade e importância.

Considerando, que as relações espaciais do objeto variam em espécie e grau dependendo do nível espacial em que são avaliados, são necessários, para análise complexa dos mesmos, os mapas em escalas intercomplementares distintas. Os respectivos mapas resultam do reprocessamento e reorganização de dados cartográficos em distintas escalas, assim como da análise complementar de mapeamentos temáticos específicos.

7.5.2.2. Definição e critérios da delimitação da área de influência segundo a concepção¹ da posição geográfica do objeto

A concepção da posição geográfica do objeto territorial (ou empreendimento) permite definir com bastante clareza os critérios físico-geográficos e socioeconômicos para diferenciação das áreas de influência direta e indireta, sem entrar em contradição com as exposições legais.

A Posição² Geográfica do Objeto (no contexto da abordagem proposta) *compreende um conjunto de relações e vínculos espaciais do objeto econômico para com outros objetos e fenômenos territoriais*

¹ A Concepção da posição geográfica do objeto de estudo representa um dos fundamentos amplamente reconhecidos e consolidados da geografia dos países do leste (principalmente da escola russa e búlgara). A definição e descrição objetiva da posição geográfica do objeto (empreendimento, cidade, lago, estreito, etc.) segundo os critérios abordados no texto faz parte integrante indispensável de qualquer trabalho de análise geográfica ou ambiental aplicada. Em nível acadêmico esta Concepção amplamente abordada em trabalhos dos LAPPO G. M. (1969), MAERGOJZ (1976), BARANSKIJ (1956), SOLNCEV (1982), etc.

² Frequentemente também chamada de *situação geográfica*...

de distinta natureza, com os quais a interação é relevante no momento presente ou será relevante no futuro.

As **relações** são a idéia principal da posição geográfica, que não pode ser resumida em uma simples localização (indicação de latitude e longitude). Da qualidade da posição geográfica do objeto (localização do empreendimento junto com suas relações espaciais) dependem:

- (a) as possibilidades do enquadramento harmônico do objeto na estrutura morfológica e produtiva da paisagem;
- (b) sua viabilidade e competitividade econômica e social;
- (c) o potencial e natureza dos seus impactos, etc.

Considerando a diferenciação dos fenômenos que compreendem as relações espaciais do objeto econômico, podem ser diferenciadas as **posições físico-geográfica e socioeconômica** do objeto (Quadro 37).

A primeira, no caso, reflete as relações espaciais para com objetos e fenômenos do meio físico e biótico, enquanto a segunda reflete as relações para com os objetos e fenômenos territoriais socioeconômicos. Esta distinção diferencia, não só especificidade da natureza das relações e dos impactos prováveis (geoecológicos ou socioeconômicos), como também a probabilidade do nível espacial hierárquico distinto que estas relações podem envolver. Sem dúvida, os vínculos e impactos socioeconômicos do objeto possam ter, dependendo do tamanho do empreendimento, o raio de alcance muito maior do que os fenômenos físicos.

Em função da intensidade e magnitude espacial das referidas relações do objeto são diferenciadas a micro-, meso- e macroposição do objeto.

A **microposição** do objeto deve refletir as suas relações mais intensas, diretas e mais próximas, ou relações com circunvizinhos diretos. A área que define o limite espacial destas relações, sendo elas físicas ou socioeconômicas, pode ser reconhecida como *área de influência direta do empreendimento*. Isto é, a *área onde os impactos ambientais do empreendimento apresentam-se de forma clara, com diversos graus de intensidade, que podem ser mensurados e comprovados empiricamente*.

QUADRO 37 – Critérios para delimitação da área de influência do empreendimento segundo a concepção da posição físico-geográfica e econômico-geográfica (quadro do autor)

	Situação físico-geográfico do empreendimento	Situação econômico-geográfica do empreendimento		
MICROPOSIÇÃO – ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA	<p>Compreende a relação direta da área de implantação do empreendimento para com componentes ambientais do geossistema em nível local, na ordem seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) formas de relevo (morfoestruturas e morfoesculturas) e seu fundamento geológico (sistemas e formações); 2) formas hidro-geomorfológicas (bacias hidrográficas); 3) região fitoecológica; 4) posição com relação às unidades geossistêmicas da paisagem, que diferenciam as condições de permuta de energia e de matéria, isto é de propagação de impactos ecológicos negativos. <p>É delimitada pelo limite das relações diretas da área do projeto e dos elementos do meio físico, acima citados. Considerando o tamanho do empreendimento, normalmente é definida pelo conjunto de localidades de uma mesma vertente ou pela bacia hidrográfica.</p>	<p>Compreende as relações territoriais integrais sociais e econômicas da área do empreendimento no contexto da microrregião do planejamento (bairro, distrito...) ou um município. São analisadas relações de ordem tecnológica, financeira, logística e administrativa direta do objeto do planejamento para com outros objetos econômicos e sociais do município ou da unidade territorial do planejamento.</p> <p>É definida através dos limites administrativos e de gestão territorial.</p>	<p>Em cada nível espacial devem ser caracterizadas:</p> <p>(1) relações geográfico- industriais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posição com relação das fontes de energia; - fontes de matérias-primas; - concentrações espaciais de indústrias de extração ou transformadora. <p>(2) relações espaciais para com agropecuária:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posição com relação das fontes de matérias-primas agrícolas; - fontes de abastecimento do setor agropecuario. 	
MESOPOSIÇÃO	<p><i>Área de influência geocológica indireta</i> compreende as relações secundárias (realizadas por intermédio dos terceiros: fenômenos ou processos ecológicos); é diferenciada pelo conjunto de unidades geossistêmicas da paisagem afetadas de modo indireto pela atividade implantada: poluição atmosférica, hídrica, efeitos cumulativos, principalmente.</p> <p>Devem ser analisadas as relações para com:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) macroformas de relevo e as unidades de regionalização geológico-geomorfológica; 2) sistema de drenagem – bacia hidrográfica da ordem superior; 3) região climática e sub-região fitoecológica; 	<p>Compreende as relações socioeconômicas diretas e complexas, de segunda ordem: as que definem as transformações da estrutura territorial- produtiva, ou e uso/ocupação do solo aos médio e longo prazos. Como, por exemplo, ao nível de associações de municípios; regiões econômicas, planos estaduais de desenvolvimento.</p>	<p>(3) relações para com sistema de transporte e infra-estruturas</p> <ul style="list-style-type: none"> - posição com relação das vias marítimas e fluviais; - vias rodoviárias e ferroviárias; - centros de transportes. 	

<p>MACROPOSIÇÃO – ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA</p>	<p>Compreende relações espaciais que definem as regularidades gerais da evolução dos fenômenos geocológicos, refletidas na maior probabilidade das relações espaciais entre os fenômenos geocológicos da mesma unidade regional da paisagem. As mesmas são determinadas pelo caráter da posição geográfica da área com relação à:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) província (s) geológico-geomorfológica; 2) sistema(s) hidrográfico regional; 3) formação fitoecológica regional <p>É caracterizada pela polaridade, centralidade ou posição periférica destas relações espaciais.</p> <p>Regularidade e estabilidade dos seus vínculos com referidas unidades de regionalização e/ou zoneamento e, para como os fenômenos ecológicos a estas características.</p> <p>Do que mais centralizada está a área com relação as referidas unidades geocológicas e maior é a magnitude do empreendimento, maior e mais homogênea, a princípio, será a área da influência do objeto.</p> <p>Por outro lado, a posição periférica da área de estudo com relação das unidades geocológicas e/ou geossistêmicas de regionalização, mais heterogênea será a área de influência, mais complexa será a delimitação da mesma e a previsão dos impactos.</p>	<p>Caracteriza as relações do empreendimento para com macrovetores de desenvolvimento estadual e da federação, grandes sistemas de infra-estruturas, e para com regiões econômicas. Compreende a reflexão de efeitos socioeconômicos de terceira ordem, os que se manifestam de forma indireta. É delimitada Segundo os limites do estado, da região econômica ou da área de interesse específico.</p>	<p>(4) relações com os mercados de comercialização da produção</p> <ul style="list-style-type: none"> - posição com relação aos mercados de comercialização de produtos industriais; - mercados de consumo. <p>(5) relações com sistema sócio - demográfico do território;</p> <ul style="list-style-type: none"> - disponibilidade de recursos laborais; - centros de recursos humanos de alta capacitação/ centros de pesquisa. <p>(6) relações com sistema das unidades administrativas - territoriais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - posição interna no sistema municipal ou intermunicipal; - posição com relação do sistema de regiões econômicas ou outras áreas de gestão (região carbonífera, áreas de especialização agrícola, etc..); - posição no sistema local/regional urbano; - sistema regional de transportes.
--	--	--	---

Continuação Quadro 37 - Critérios para delimitação da área de influência do empreendimento...

A **macroposição** do objeto deve refletir as suas relações prováveis mais distantes, delimitando, assim, a *área*, onde a influência do objeto não pode ser comprovada de modo empírico direto, porém pela interpretação de origem de outros fenômenos secundários, ou então *indiretamente*.

A **mesoposição** representa uma posição intermediária, não menos importante para caracterização, que reflete as relações do objeto em nível territorial hierárquico, onde seus vínculos e relações espaciais são evidentes, porém a propagação de impactos ambientais pode ser impossível de ser comprovada por métodos empíricos. Deste modo, a previsão de impactos neste nível pode conter certo grau de probabilidade. Dependendo do tamanho e natureza do empreendimento a mesoposição geográfica do objeto pode ser considerada tanto como área de influência direta (construção de hidroelétricas), quanto indireta (loteamento habitacional).

As bacias hidrográficas (normalmente a partir da terceira e quarta ordem), que acomodam o empreendimento representam exemplo clássico de limites naturais da área de influência geoecológica (que pode ser direta ou indireta) do objeto, caracterizando a sua mesoposição geográfica, ou os seus meso-vínculos físico-geográficos.

As relações socioeconômicas, porém, raramente se acomodam segundo as especificações de drenagem, pois são movidas pela organização administrativa e econômica regional. Portanto se atrelam aos limites administrativos territoriais: municipais, de associações de municípios, estaduais, federativos e/ou das regiões econômicas.

Daqui a importância de diferenciação dos limites distintos das áreas de influência direta e indireta para os impactos geoecológicos e socioeconômicos, onde para os segundos devem ser considerados os limites administrativo-territoriais de nível coerente ao tamanho e importância econômica do empreendimento.

Considerando que mapeamento socioeconômico não faz parte dos objetivos desta proposta, a exposição do conteúdo de caracterização das áreas de influência socioeconômica dos objetos está dada facultativamente com objetivo de mostrar a *necessidade de considerar de, pelo menos, três escalas intercomplementares na delimitação das áreas de influência* (Quadro 38).

Deve ser observado, para efeito, que os mapeamentos geoecológicos são produzidos (em termos de coleta de dados e representação final) essencialmente nas escalas referentes à micro e meso-posição geográfica, em função da propagação efetiva dos fenômenos geoecológicos.

7.5.2.3. Mapeamento das áreas de influência direta e indireta do empreendimento

7.5.2.3.1 Escalas de mapeamento e conteúdo de representações

Os mapas de área de influência devem evidenciar o máximo possível de informações sobre as relações espaciais do objeto e em escalas distintas, permitindo comensurar uma série de elementos da posição geográfica do objeto. Sendo assim, é importante observar intercomplementaridade recomendada de escalas para mapeamento de áreas de influência, conforme a micro-, meso- e macroposição geográfica do objeto (Quadro 38) e a sua interdependência para com escalas de mapeamento geoecológico no âmbito dos estudos de impactos ambientais.

QUADRO 38 – Correlação recomendável de escalas para mapeamento de área de influência do empreendimento
(quadro do autor)

POSIÇÃO GEOGRÁFICA DO EMPREENDIMENTO:		
Micro-	Meso-	Macro-
1: 2 000	1: 20 000	1: 100 000 (250 000)
1: 5 000	1: 50 000 (20 000)	1: 100 000 (250 000)
1: 10 000	1: 50 000	1:250 000
1:20 000	1: 50 000 (100 000)	1:250 000 (500 000)
1:50 000	1:250 000	1: 1 000 000
<i>Escalas apropriadas para mapeamento da área de influência direta e mapeamento geoecológico</i>		
	<i>Escalas apropriadas para mapeamento da área de influência geoecológica indireta e de impactos socioeconômicos</i>	

Em termos de conteúdo os mapas de área de influência devem representar as seguintes informações básicas:

QUADRO 39 – Conteúdo de mapas da área de influência do empreendimento

(quadro do autor)

<i>Elementos de representação</i>	Mapa de área de influência direta	Mapa de área de influência indireta
<i>Elementos físico-geográficos</i>	(1) Limites físico-geográficos dos elementos da paisagem que comportarão o objeto (limites da bacia hidrográfica, unidades geossistêmicas, etc.); (2) Rede de drenagem fluvial; (3) Cotas altimétricas ou curvas mestras; (4) Elementos raros da paisagem e sítios protegidos (mananciais, falésias, sítios arqueológicos, etc.); (5) Perímetro do lote do empreendimento, diferenciando as unidades com caráter distinto de exploração. (6) Topônimos.	(1) Limites da bacia hidrográfica; (2) Rede de drenagem fluvial; (3) Cotas altimétricas; (4) Elementos raros da paisagem e sítios protegidos (mananciais, falésias, sítios arqueológicos, etc.); (5) Áreas com fenômenos geoecológicos raros ou específicos; (6) Área do lote do empreendimento; (7) Topônimos (8) Os limites das unidades de regionalização físico-geográfica da IBGE (facultativo).
<i>Elementos sociais e econômicos</i>	(1) Limites municipais; (2) Áreas urbanas e povoamentos; (3) Sistemas de transportes e outras infra-estruturas; (4) Principais objetos econômicos e sociais (equipamentos, sistemas de produção vinculados ao ciclo produtivo do futuro empreendimento, etc.); (5) Áreas de preservação; (6) Áreas de interesse econômico específico ou declarado; (7) Limites das propriedades circunvizinhas e seu estatuto jurídico; (8) Topônimos	(1) Limites municipais; intermunicipais, estaduais; (2) Áreas urbanas e povoamentos; (3) Sistemas de transportes e outras infra-estruturas; (4) Principais objetos econômicos e sociais (equipamentos, sistemas de produção vinculados ao ciclo produtivo do futuro empreendimento, etc.); (5) Áreas de preservação; (6) Áreas de interesse econômico específico ou declarado; (7) Topônimos (8) Os limites das unidades de regionalização funcional urbana e socioeconômica da IBGE (facultativo)

Os esquemas de enquadramento regional podem representar (opcionalmente) a posição do empreendimento e da sua área de influência com relação das unidades de regionalização econômica e/ou de recursos naturais e os limites das associações municipais, dos estados ou da federação.

7.5.2.3.2 *Elaboração dos mapas da área de influência*

São possíveis duas opções de mapeamento:

1. Elaboração de uma seqüência de *mapas em três escalas distintas*, representando as relações do objeto em três níveis territoriais; ou
2. Elaboração do *mapa de área de influência direta* com inclusão de *mapas-enclaves*¹ e *mapas-esquemas*², em escalas maiores e menores, com vista permitirem a avaliação complexa da posição geográfica do objeto.

Em ambos os casos as informações gráficas para composição do *layout* dos mapas devem ser extraídas a partir das fontes de mapeamento sistemático, imagens satélite ou semelhante, devidamente credenciado. Os dados gráficos do mapa da área de influência direta devem ser processados em forma vetorial, pois representarão parte integrante da base geográfica dos mapeamentos geoecológicos. Os mapas regionais e/ou de área de influência indireta, caso esta não compreender certa complexidade de fenômenos, que exigisse mapeamentos específicos em respectivas escalas³, podem ser analisados em formato raster, com reedição e realce de alguns elementos mais importantes com relação do empreendimento.

As convenções cartográficas e configuração da legenda devem estar de acordo com legislação vigente e proposta metodológica da IBGE (veja Capítulo 5).

Os níveis de informação, discriminados no Quadro 39, devem ser digitalizados em arquivos gráficos distintos, para facilitar a composição do layout final e edição da base geográfica dos mapeamentos geoecológicos em software não-topológicos.

No referenciamento de arquivos para composição do *layout* deve ser:

¹ Os mapas-enclaves visam representação das áreas de influencia indireta em escalas significativamente menores ou alguns aspectos específicos da área de influência direta em escala significativamente maior do que a de mapa de influencia direta, visando o aproveitamento ótimo do espaço do layout final.

² Os mapas-esquemas visam a permitir análise geral de vínculos espaciais em escalas reduzidas, sem garantir uma precisão gráfica da imagem.

³ Como por exemplo, no caso das hidroelétricas, que impulsionam uma série de fenômenos regionais geoecológicos e socioeconômicos, que necessitam de análises espaciais específicas. E por conseqüência, de mapeamentos de inventário, analíticos e de cenários em escala regional. Neste caso, é indispensável a reedição vetorial de dados gráficos para que seja possível a compilação da base geográfica do mapeamento geoecológico e socioeconômico nesta escala (nível espacial de dados). Por outro lado, para empreendimentos de porte não tão significativo, como um loteamento habitacional, a visão regional/municipal é necessária somente para análise do enquadramento no sistema geral de usos da paisagem. Neste caso, a

- (1) dada a entrada da planta do projeto, a sua área deve ser reeditada em nível distinto com cores vivas e chamativas (exemplo: laranja, roxo...), com vista a atrair o foco da representação, discriminando as áreas do empreendimento distintas pela tecnologia de exploração (pátio de produção, área de armazenamento de matérias-primas e materiais perigosos; armazenamento de resíduos de produção, pátio administrativo, etc.); as escalas apropriadas de dados de entrada do projeto variam entre 1: 1000 – 1: 10 000;
- (2) na seqüência, são referenciados os arquivos gráficos com objetos de influência que representam áreas, posteriormente linhas e, por fim, os pontos;
- (3) os limites convencionais das áreas de influência são delineados no mapa conforme a escala do mapeamento e a intensidade das relações espaciais do empreendimento para com elementos de referência;
- (4) a confiabilidade de dados compilados deve ser conferida com os arquivos originais;
- (5) a legenda do mapa é elaborada e deve incluir todos elementos discriminados no Quadro 40;
- (6) elaborar o Relatório final do projeto.

QUADRO 40 – Legenda do mapa da área de influência do empreendimento (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua várias). 	Exemplo: Área de Influência da Mina Carvão, Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo. 	
3. Limites poligonais	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação.	
4. Objetos de mapeamento	Lista de todos os elementos representados no mapa e suas convenções.	
5. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - fotografia aérea (ano, escala nominal, números de fotos, pan- ou coloridas, origem); - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados; - tipo de exatidão. 	
6. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto.	
7. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.5.2.4. Conclusões

O modelo cartográfico da área de influência é o primeiro modelo cartográfico a ser apresentado no EIA/RIMA ou em um projeto de planejamento regional. Representa um ponto de partida tanto para coleta de informações em escalas distintas e reconhecimento geral da área, e, portanto, define a consistência lógica do projeto e a sua eficiência prática.

Deve ser compreendido, no entanto, que metodologicamente a delimitação e a definição da área de influência, principalmente da área de influência direta, é tanto o primeiro, quanto o último passo da investigação geoecológica e ambiental. A definição dos impactos prováveis e delimitação das áreas possíveis da sua propagação, como resultado do EIA, devem permitir o reajuste cientificamente fundamentado dos limites espaciais das áreas previamente definidas, confirmar ou corrigi-los de forma apropriada.

A definição e análise da área de influência a partir de critérios da posição geográfica do objeto permitem diferenciar as distintas áreas da paisagem e da sua estrutura territorial-produtiva, que de uma ou de outra forma serão envolvidas, em distintas fases de implantação, pelas atividades do projeto, sendo estas temporárias ou não. E diferenciar as formas mais importantes de manifestação espacial, geoecológica e socioeconômica destas relações, definidas como impactos prováveis do empreendimento.

O mapa da área de influência, apresentado a título de exemplo (*Mapa da área de influência da Mina "XXX" a céu aberto – mapa hipotético*), permite uma análise complexa da situação espacial do empreendimento, identifica e justifica os níveis espaciais (e escalas) de coleta de dados e do estudo de impactos ambientais.

ÁREA DE INFLUÊNCIA GEOECOLÓGICA DIRETA

MINA DE CARVÃO "XXX", Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Legenda

área de influência geoecológica direta da mina de carvão a céu aberto:

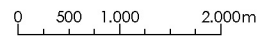
- área de implantação da mina de carvão a céu aberto
- área de influência direta da poluição atmosférica

unidades morfológicas do geossistema sob impactos diretos do empreendimento:

- vale baixo sobre a formação Rio Bonito
- vale médio sobre a formação Rio Bonito
- vertente me patamar baixo sobre Formação Rio Bonito

convenções cartográficas

- sistema viário
- limite da área urbana
- limite da bacia hidrográfica
- hidrografia
- lagos
- 12.3
• cota altimétrica



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

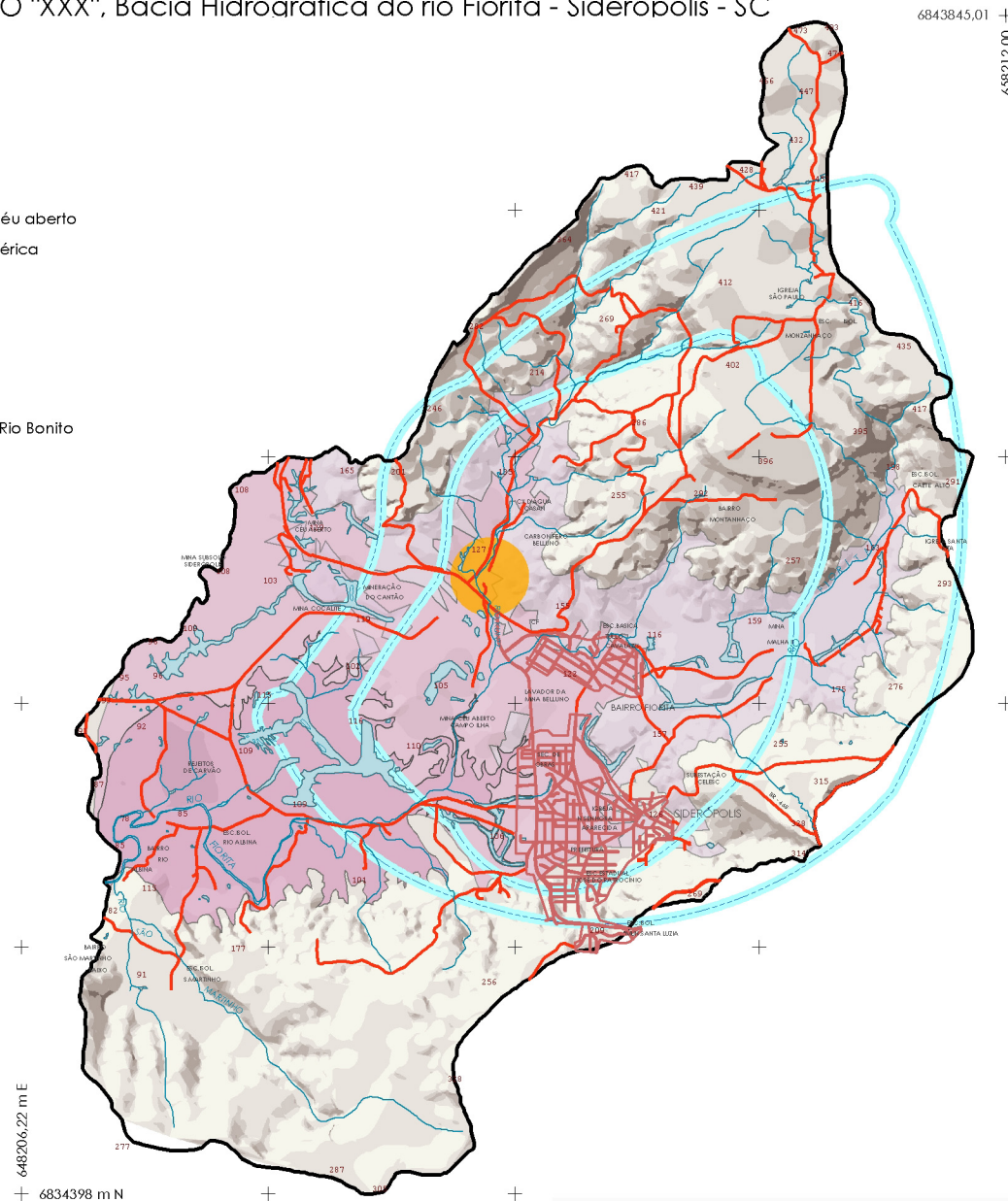
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE)
Datum Vertical: RN2Q E RN446-1 (IBGE)

Metodologia:

Delimitação das localidades geossistêmicas por geoprocessamento - KARNAUKHOVA(2000)
Análise e mapeamento de geossistemas - RIC (1998), SHISHENKO (1988), MATEO(1984).

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003



7.6 GRUPO II – MODELOS CARTOGRÁFICOS BÁSICOS: *INVENTÁRIO E AVALIAÇÕES GEOECOLÓGICAS*

7.6.1 Introdução

Se, por um lado, o principal objetivo dos estudos geoecológicos no âmbito de planejamento territorial consiste na revelação das possibilidades e das vias de compatibilização dos processos naturais e produtivos num determinado território (o mapeamento geoecológico, deste modo, constitui a fundamentação científica da análise ambiental aplicada). Por outro lado, o método cartográfico de investigação representa um meio para revelação das regularidades espaciais do desenvolvimento dos geossistemas locais e regionais. Com maior rigor estas regularidades manifestam-se na estrutura espacial da paisagem. Visto isso, a primeira etapa de estudos geoecológicos consiste no inventário da paisagem, que permite diferenciar a sua estrutura, onde os resultados são fixados em um mapa de inventário da estrutura da paisagem.

Definir a estrutura da paisagem significa representar cartograficamente diferenciação territorial das unidades morfológicas naturais de hierarquia espacial-funcional distinta e caracterizar estas unidades através de indicadores, que evidenciam a origem dos seus componentes e as condições da sua existência (PETROV, 1992; MIRZAEV et al., 1988; SHISHENKO, 1989).

A representação conjunta de todos os componentes, incluindo os meios de tecnogênese e da antropização é uma tarefa tecnicamente de difícil execução e é desnecessária. Por isso, a estrutura da paisagem representa-se com dois modelos cartográficos:

(1) *Estrutura Morfológica Natural*: deve representar as unidades morfológicas naturais e antrópicas da paisagem, considerando os indicadores de impactos tecnogénicos sofridos; *o objeto da representação – a estrutura da diferenciação espacial das unidades taxonômicas da paisagem antro-po-natural*;

(2) *Estrutura Territorial-Produtiva*: deve fixar as fontes e objetos de ação tecnogénica e caracterizar os resultados ambientais diretos desta ação; *o objeto da representação – os meios e recursos de trabalho antrópico e de tecnogênese da paisagem*.

A elaboração dos dois modelos deve ser vista como uma tarefa única: apesar dos objetos distintos de representação a autonomia de execução dos dois mapas é muito relativa. Pois, o

mapeamento de fontes e ações de influência sobre ambiente deve basear-se nos conhecimentos da sua estrutura natural e estar em coerência lógica com esta¹.

Os mapas de inventário ecológico são o resultado de aplicação da metodologia rigorosa e complexa de levantamentos que visa o cadastro geoecológico do território². Em outras palavras, visam o conhecimento profundo das propriedades geoecológicas da paisagem.

Os mapas de inventário da estrutura morfológica e da estrutura territorial produtiva da paisagem, apesar da sua completude, nem sempre conseguem evidenciar com clareza suficiente a importância de determinados *fatores ambientais* no desenvolvimento de processos geoecológicos (propagação e drenagem de poluentes, bioprodutividade, etc.), na formação da morfologia da paisagem, assim como na consolidação do sistema de usos do solo. Localmente o conhecimento destes fatores pode significar mudanças no projeto de engenharia das instalações e da sua alocação. Portanto, torna-se necessária a elaboração de mapas que permitem análise de determinadas propriedades da paisagem, que evidenciam a ação destes fatores.

Por outro lado, em determinados situações, alguns fenômenos vinculados à transformação tecnogénica do meio ambiente não se manifestam na sua morfologia. Para sua identificação e estudo é necessária elaboração de mapas com conteúdo específico, onde são representados e analisados determinados *processos antropto-tecnogénicos de transformação das condições ambientais*.

Para complementação do inventário ecológico da paisagem e o aprofundamento da análise de processos que regem a formação das condições ambientais é indispensável à criação dos *mapas dos fatores de formação da paisagem* e de *processos antropto-tecnogénicos de transformação das condições ambientais*. Vinculados às condições específicas de cada território em particular, os objetos de representação destes modelos cartográficos complementares variam de projeto para projeto, em função de uma série de fatores vistos adiante. Portanto representam modelos cartográficos de conteúdo conceitual variável, cuja metodologia de concepção dependerá da especificidade do fenômeno representado. Para ilustração e exemplificação da sua importância, do potencial e da metodologia de concepção, neste trabalho, foram vistos dois exemplos de concepção deste tipo de modelos cartográficos:

¹ A estrutura morfológica natural da paisagem predetermina os limites de propagação de impactos e de existência de determinadas atividades antrópicas, etc. O mapeamento da estrutura natural e territorial produtiva da paisagem exige do executor conhecimentos gerais sobre as regularidades da formação da paisagem e compreensão total da tecnologia das indústrias distribuídas neste.

² Que por sua vez cria suporte para prognóstico de impactos prováveis do empreendimento....

- (a) como *mapa dos fatores de formação da paisagem*: mapeamento do fator orográfico de formação da paisagem;
- (b) como *mapa de processos antro-po-technogénicos de transformação das condições ambientais*: mapa de poluição de corpos de água.

7.6.2 Princípios gerais e algumas especificações metodológicas na concepção de mapas de inventário geoecológico

Por definição a paisagem é compreendida como um sistema natural complexo. Com isso, o processo de inventário da paisagem constitui um processo de inventário dos componentes de um sistema natural complexo, aberto e dinâmico, com enfoque especial para análise e identificação dos fenômenos de interação destes componentes e suas excreções morfológicas territoriais.

Assim, o processo de mapeamento da estrutura da paisagem representa o método de estudo da sua morfologia e morfometria através generalização da estrutura e composição dos seus componentes. A complexidade da organização dos componentes da paisagem deve ser analisada de modo a facilitar sua representação cartográfica.

Deve-se ter uma idéia clara sobre o conjunto de princípios gerais considerados no mapeamento da estrutura dos sistemas territoriais complexos (ou geossistemas) (PETROV, 1992; MIRZAEV *et al.*, 1988; SHISHENKO, 1989):

- (1) Todos os componentes dos sistemas naturais e antro-po-naturais são intercomplementares e interdependentes: a qualidade das condições ecológicas depende da qualidade dos seus componentes como um todo, e não individualmente. Deste modo existe necessidade de uma diferenciação espacial complexa e sintética de componentes e fatores ambientais interligados, que justifica a sua representação cartográfica em conjunto e não separadamente.
- (2) Os fatores naturais e antrópicos da formação do geossistema determinam o quanto são estreitos os vínculos entre os componentes do mesmo em distintos níveis espaciais, o que se reflete na morfologia do sistema como um todo. Por exemplo, as propriedades da cobertura vegetal refletem o grau da influencia da declividade e exposição (fator orográfico), das condições zonais (fator bioclimático) e da intensidade de exploração do território (fator antrópico). A ação dos fatores geoecológicos também tem caráter interdependente e não

configura limites espaciais rigorosos, porém as suas manifestações ambientais podem ser bastante específicas¹. A facilidade de “leitura”, ou a perceptibilidade da influência destes fatores no mapa de inventário depende da quantidade de informação contida no mapa e na sua legenda.

- (3) Para a representação cartográfica todos os componentes e fatores se diferenciam segundo a sistemática genérica, tradicionalmente estabelecida nas disciplinas ambientais (climatologia, botânica, pedologia, etc..) e devem atingir a maior homogeneidade no nível mais baixo da hierarquia espacial.
- (4) Na bibliografia físico-geográfica podem ser encontrados vários tipos de sistematização de elementos ambientais com fins de diferenciação das unidades territoriais hierárquicas. Para mapeamento geoecológico não há necessidade de gerar uma diferenciação específica, basta fazer emprego de uma já existente, que se qualifica como mais adequada aos objetivos do projeto, seguindo as proposições:

- 4.1 dentro dos limites de um polígono elementar as condições naturais, o caráter da ação exercida ou os seus resultados devem ser totalmente homogêneas, isto é não apresentar variação alguma;
- 4.2 devem ser tomadas em conta todas as informações necessárias para identificação de vínculos ecológicos estáveis de tipo “razão – consequência”;
- 4.3 a hierarquia das unidades espaciais diferenciadas (fácie – comarca – localidade - paisagem²) representa não só um sistema de classificação territorial como também um parâmetro para generalização cartográfica.

Os indicadores da tipologia das unidades de mapeamento são análogos para dois principais mapas de inventário geoecológico, porém a sua representação cartográfica compreende uma série de diferenciações metodológicas, que devem ser vistas:

¹ Assim, se por um lado a influência dos fatores orográfico e geológico é de fácil percepção, por outro, a dos fatores geofísico ou pedológico é as vezes imperceptível no contexto de efeitos ambientais diretos. A representação dos fatores ambientais, que condicionam o funcionamento do geossistema local, é muito importante, porém acontece de forma latente. Isto é através de diversos parâmetros e indicadores, que caracterizam os componentes geoecológicos no mapa. O conteúdo destes parâmetros e indicadores não é constante e depende das particularidades físico-geográficas, ecológicas e da específica de fontes da influência antrópica na região. Por exemplo, nas regiões montanhosas a diferenciação do fator declividade e dessecação é obrigatória, enquanto nas planícies é completamente inútil. Por outro lado, o processo ecológico, como poluição, depende diretamente do fator hidro-meteorológico. Isto indica que o caráter das fontes de poluição influencia a escolha de parâmetros de fatores a serem representados no mapa.

² Termo paisagem compreende aqui uma unidade hierárquica de classificação

QUADRO 41 - Indicadores da tipologia das unidades de mapeamento da estrutura morfológica e territorial-
produtiva do geossistema (quadro do autor, baseado em MIRZAEV *et al.*, 1988)

Estrutura morfológica natural	Estrutura territorial produtiva
(1) construções, obras de engenharia, objetos industriais, áreas abrangidas por atividades industriais e antrópicas	
<p><i>Tipologia da unidade de mapeamento:</i> uma nova formação morfológica que inclui a fonte de influencia antrópica e a área que a mesma atinge. São diferenciadas como unidades de mapeamento da estrutura morfológica de gênese artificial antrópica ou complexos naturais-industriais.</p>	<p><i>Tipologia da unidade de mapeamento:</i> fonte de ação antrópica, unidade com determinado potencial produtivo e função social e econômica. São vistas como áreas de localização da produção e fontes de influencia ecológica.</p>
(2) objetos, processos e formas de influência geocológica	
<p><i>Tipologia de representação:</i> indicação da ação dos processos e fatores ambientais observados.</p>	<p><i>Tipologia de representação:</i> as formas de influencia representam-se junto com suas fontes e conteúdo de objetos envolvidos em transformações ambientais. A seqüência lógica da representação envolve: fonte de influencia – resultado direto observado (impacto) – objeto da ação (componente ou unidade ambiental impactada).</p>

7.6.3. Modelo cartográfico 2: Estrutura Morfológica Natural da Paisagem

7.6.3.1 Introdução

*O mapeamento da estrutura morfológica natural da paisagem representa a diferenciação e estratificação da área de estudo em unidades de mapeamento de acordo com a combinação homogênea das feições ecológicas, variações climatológicas, fisiografia (morfologia e morfometria), geologia e geomorfologia, solos e vegetação (SHAO & PARKER, 2001; RIC, 1998; CLELAND *et al.*, 1997; MIRSAEV *et al.*, 1988). Em outras palavras, é uma diferenciação sintético-qualitativa das unidades da paisagem, homogêneas no contexto das suas propriedades morfológicas naturais.*

Tem por objetivo:

- (a) fornecer um suporte informativo para gestão territorial e ecológica;
- (b) possibilitar mapeamento integrado de componentes bióticos e abióticos numa representação cartográfica;
- (c) disponibilizar informações básicas sobre a distribuição de ecossistemas para fins de gestão e planejamento;
- (d) constituir a base para posterior geração de indicadores geoecológicos sintéticos, cuja avaliação permite monitorar a evolução da situação ecológica, realizar valoração econômica das condições ambientais, assim como fundamentar a previsão de propagação de impactos negativos;
- (e) constituir base para monitoramento complexo da paisagem;
- (f) conceber a ferramenta para reorganização funcional da paisagem cientificamente fundamentada e para preservação da diversidade das condições ecológicas (inclusive biodiversidade).

O mapa da estrutura morfológica natural da paisagem é um documento de inventário ecológico mais importante, considerando que possibilita revelar as regularidades da diferenciação espacial dos fatores, componentes e recursos ambientais naturais.

As escalas comum para elaboração dos mapas de Estrutura Morfológica Natural (EMN) da paisagem para projetos regionais são de 1:20.000 à 1:50.000, enquanto os inventários cadastrais

para projetos locais devem se realizar nas escalas de 1:5000 e 1:10 000 e exigem trabalhos específicos de campo.

O mapa é o produto de processo de fotointerpretação associativa, ao longo do qual se estrutura um BD que disponibiliza as informações para vários tipos de atividades humanas, sobretudo para alocação de recursos de planejamento.

Os procedimentos metodológicos adotados para desenvolvimento deste trabalho em particular, e que sugerimos como básicos para evolução dos trabalhos posteriores, representam uma síntese de experiências de gênero desenvolvidas nos últimos 20-30 anos no Canadá, Rússia e Estados Unidos (onde este tipo de mapeamento constitui requisito obrigatório em projetos de planejamento e RIMA's), e ao mesmo tempo tem em conta as tendências de estratificação taxonômica das unidades de paisagem, desenvolvida pelo IBGE no âmbito do projeto RADAMBRASIL. Esta adaptação combina os aspectos da diferenciação bioclimática das unidades zonais e regionais com a estratificação das unidades geossistêmicas da paisagem em nível local. A Figura 18 reflete a relação entre estas classificações.

As unidades zonais e polígonos subzonais, assim como grandes regiões, representam categorias de unidades morfológicas físico-geográficas e bioclimáticas. Os mapas gerados pelo IBGE¹ delimitam tipicamente zonas, subzonas, variantes e regiões. Neste sistema taxonômico as unidades locais da paisagem diferenciam no âmbito das unidades regionais: localidades, comarcas (1: 50 000) e fácies (>1: 20 000), com base na integração homogênea das características da vegetação e dos solos, condições geomorfológicas e condições de drenagem. As fácies, como unidades elementares de diferenciação, também são caracterizadas pelas condições específicas (modificadores ou fatores de transformação), estágios estruturais de desenvolvimento da vegetação e algumas vezes por variação da tipologia das comunidades florísticas.

As unidades de mapeamento são diferenciadas com uso combinado de técnicas de geoprocessamento, fotointerpretação e trabalhos de campo para verificação dos limites e da identificação das unidades de mapeamento.

Cada projeto de mapeamento deve incluir a descrição amostral das unidades diferenciadas, incluindo especificação de atributos necessários para realização de análise interpretativa

¹ Ver mapeamento de ecossistemas e vegetação desenvolvido pelo IBGE no âmbito do projeto RADAMBRASIL.

específica. A metodologia do mapeamento inclui uso do SIG para realização de operações topológicas e armazenamento associado de dados alfanuméricos.

O mapa digital da Estrutura Morfológica Natural da paisagem e o BD a este associado representam o suporte fundamental, que integra a interpretação dos inventários setoriais (geológico, pedológico, florístico, etc.) em um arquivo grafo-alfanumérico único, que facilita interpretação e compreensão das regularidades da diferenciação espacial de recursos e condições de desenvolvimento.

7.6.3.2. Classificação e do mapeamento das unidades morfológicas da paisagem

A diferenciação da estrutura morfológica proporciona classificação taxonômica da paisagem, que representa a divisão da área de mapeamento em unidades territoriais segundo a homogeneidade de características geoambientais em determinado nível espacial.

A diferenciação taxonômica da paisagem (geossistema) consiste na determinação de unidades espaciais internamente homogêneas, inter-relacionadas sistemicamente, que se encontram em constante evolução sobre influência dos fatores naturais e antrópicos (RIC, 1998; SHAO & PARKER, 2001).

A análise taxonômica da paisagem representa um fundamento para conhecimento da estrutura espacial hierárquico do geossistema. Resulta, assim, na avaliação qualitativa e quantitativa da paisagem, fornecendo a base de conhecimentos para realização do planejamento territorial.

Três níveis espaciais de diferenciação das unidades geoecológicas são integrados na classificação taxonômica da estrutura morfológica da paisagem: zonal, regional e local (Figura 18). Estes definem os níveis da generalização da estrutura do geossistema e da generalização das unidades de mapeamento com aumento ou diminuição da escala.

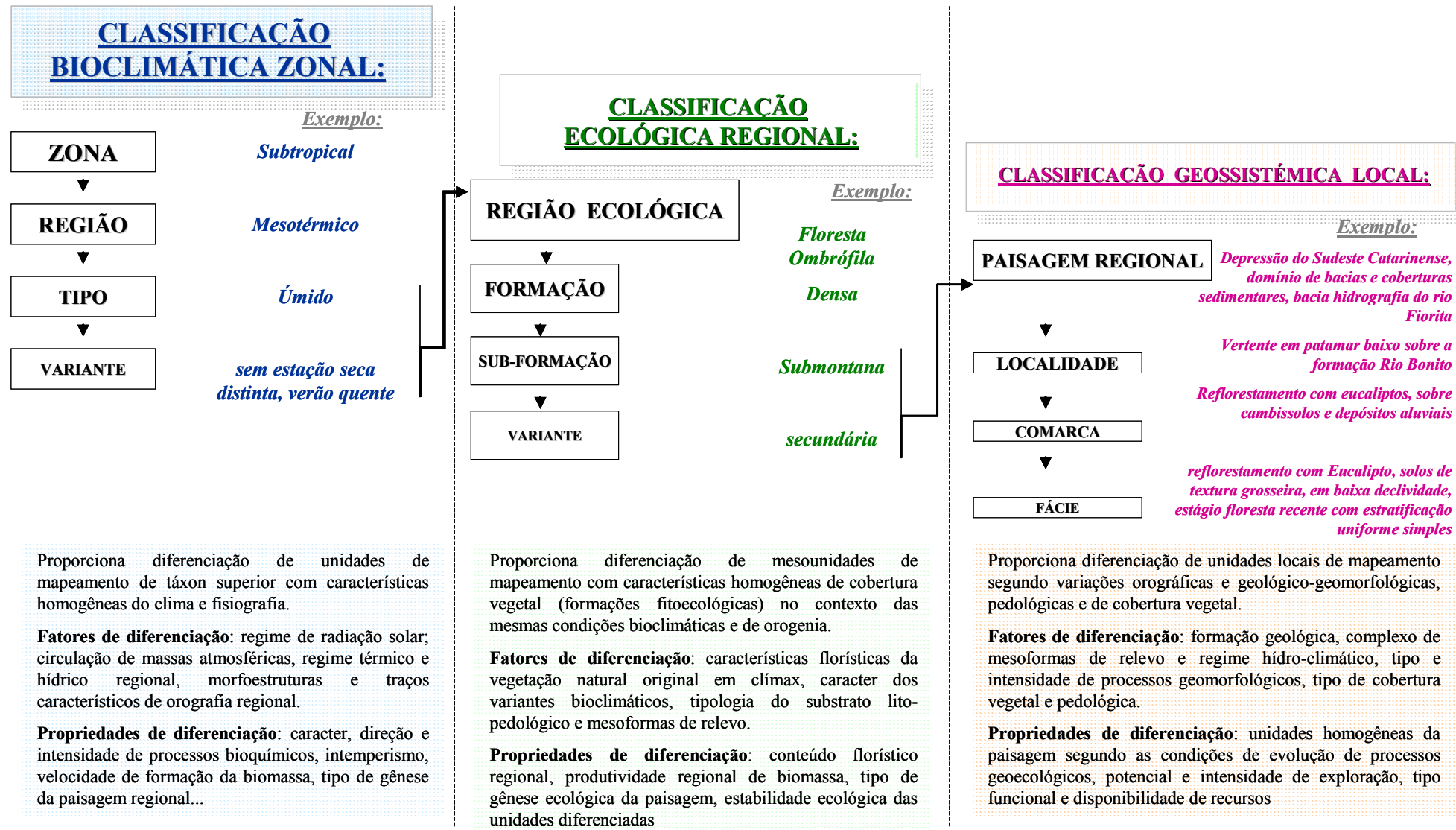


FIGURA 18 – Três níveis espaciais de diferenciação e integração taxonômica da estrutura morfológica natural da paisagem (figura do autor)

As unidades¹ de mapeamento representam as porções da paisagem mapeadas (delimitados no mapa) como resultado da aplicação da classificação taxonômica a cada polígono diferenciado.

O mapa da estrutura morfo-natural compreende três tipos de unidades de mapeamento: unidades *bioclimáticas zonais, ecológicas regionais e geossistêmicas locais*. Os três têm uma relação hierárquica e com o aumento da escala do mapa as unidades de nível hierárquico espacial superior podem tornar-se não mapeáveis.

7.6.3.2.1 Classificação bioclimática zonal e ecológica regional das unidades da paisagem

As classificações bioclimática e ecológica das paisagens do território brasileiro são continuamente desenvolvidas pelo IBGE e designadas em trabalhos desta instituição *como zonação climática e geobotânica, e regionalização fitoecológica*, correspondentemente (RADAMBRASIL, 1986).

A **diferenciação bioclimática** proposta pelo RADAMBRASIL visa o zoneamento dos climas regionais e de suas variações intrínsecas: os mesoclimas. Segundo IBGE, os climas regionais são definidos em função da atuação dos sistemas de circulação atmosférica, cuja ação associada aos macroelementos da paisagem. O mesoclima, definido como intermediário entre o regional e local, representa as variações do comportamento dos elementos meteorológicos em função das propriedades da paisagem geográfica. A base desta classificação “*apoiar-se no teor global de umidade atmosférica disponível para as plantas em geral*” (RADAMBRASIL, 1986:772). As unidades de mapeamento de mesoclimas são caracterizadas segundo elementos hídrico e térmico, compreendendo a interpretação e interpolação por peso atribuído de vários índices, que permitem avaliar o regime térmico, de umidade e precipitações/evapotranspiração do território regional.

Por exemplo, a área de ensaio pertence à **Zona do clima Subtropical**; região do clima **Mesotérmico Úmido (C)**, **mesoclima tipo (f)** – sem estação seca distinta, **sub-tipo (a)** – verão quente. Compondo assim o índice de mapeamento: **Cfa**. Que pode ser completado para diferenciação mais profunda pelo índice de classificação de regimes hidroclimáticos segundo Thornthwaite. No caso seria: **B2B'3ra'** : B2B'3 - índice hídrico de aridez – úmido de 60-40 até 80-60; r – pouco ou nenhum déficit de água; a' – evapotranspiração potencial com concentração no verão inferior à 40%.

¹ Entende-se como **unidade de mapeamento** – área internamente homogênea com relação à classificações aplicadas aos polígonos; por sua vez, o **polígono** representa um delineamento contínuo de uma unidade distinta no mapa.

A **diferenciação ecológica regional**, ou regionalização fitoecológica, consiste na delimitação de áreas de “*florística típica, com formas biológicas características, submetida ao mesmo clima, podendo ocorrer em litologias variadas, porém com relevo bem demarcado*” (RADAMBRASIL, 1986:552). A designação das unidades de mapeamento neste caso baseia-se na classificação da vegetação brasileira, que tem uma legenda aberta¹. Isto é, permite a inclusão de novas feições sugeridas à medida que avança o mapeamento da vegetação em território nacional. Esta legenda é formada por letras, onde a primeira, sempre MAIÚSCULA, corresponde à região ecológica; e as subseqüentes minúsculas indicam as formações e subformações.

Por exemplo, a área de ensaio pertence à **Região da Floresta Ombrófila**; formação **Densa (D)**, subformação – submontana (Ds) ou montana (Dm).

Nas áreas, onde a delimitação precisa entre duas regiões ou formações é impossível, por estas se misturarem intensamente, o recurso de conjugação de duas maiúsculas é utilizado, seguido de minúscula “c”, que indica o enclave. Em áreas de associações florísticas, possíveis de definição precisa, porém intercaladas em forma de enclaves, se aplica o recurso de fração, sendo o numerador corresponde as classes de formações dominantes e o denominador às formações e subformações (RADAMBRASIL, 1986:552).

Os polígonos das unidades de mapeamento referentes às níveis taxonômicos destas classificações devem ser extraídos a partir dos mapeamentos oficiais e atualizados em função da escala do projeto segundo os critérios e princípios de classificação definidos por IBGE e CONAMA (exemplo: resolução 004/94) para cada região fitoecológica em particular. No caso de mapeamentos oficiais estarem disponíveis em escalas muito pequenas (inferiores à 1: 500.000) ou para assegurar a confiabilidade da classificação os especialistas regionais do IBGE e órgãos ambientais devem ser consultados.

7.6.3.2.2 Unidades taxonômicas em nível local

Distinguem-se, em níveis regional e local, quatro unidades taxonômicas básicas de diferenciação da estrutura morfológica: **a paisagem, a localidade, a comarca e a fúcie**.

A **paisagem**, como unidade de diferenciação taxonômica regional, representa um geossistema complexo, diferenciado segundo as propriedades orográficas e hidrogeológicas do território com

¹ O que quer dizer que esta em constante evolução...

mesma gênese de formação zonal (por exemplo: partes homogêneas das morfoestruturas orográficas, bacias hidrográficas de distinto nível, etc.). Possui uma estrutura morfológica complexa, individual e hierárquica. Visto que a sua morfologia revela as propriedades zonais e azonais de todos os componentes ambientais, a definição do tipo da paisagem regional adquire importância especial na avaliação da disponibilidade das condições e recursos para desenvolvimento. As unidades da paisagem regional são normalmente mapeáveis em levantamentos na escala igual ou inferior à 1: 50 000.

Uma associação específica das particularidades mesoclimáticas e da estrutura hidrogeológica nos limites de uma paisagem condiciona surgimento de uma seqüência espacial típica de unidades morfológicas de nível hierárquico inferior – **localidades**. As localidades típicas (o tipo morfológico que se repete com mais freqüência) e suas associações definem a textura morfológica da paisagem regional e indicam o caráter de condições e recursos geoecológicos. Via de regra, as principais classes de uso de solo sempre estão associadas à uma localidade específica ou ao conjunto de localidades típicas que se diferenciam pela certa homogeneidade de recursos e condições naturais. Contudo, a capacidade de suporte de cargas antrópicas pode ter variação significativa nos limites da mesma localidade e depende das propriedades da unidade morfológica elementar – **fácie**. Os processos geoecológicos e impactos ambientais homogêneos ocorrem somente em nível de fâcies. Toda diversidade das unidades morfológicas da paisagem reflete-se precisamente na sua estrutura facial.

Em levantamentos nas escalas superiores à 1:50.000 devem ser diferenciadas as unidades de mapeamento definidas nos Quadros 42 e 43.

O mapeamento da estrutura morfológica natural da paisagem não é uma simples representação da situação real encontrada. O inventário geoecológico compreende também uma interpretação e generalização de processos de tecnogênese da paisagem. Por isso, a classificação de uma fâcie como unidade de mapeamento envolve sempre avaliação do seu estado ecológico. Deve ser observado que nem sempre as atividades antrópicas resultam em degradação ou causam impactos negativos. Critério de avaliação, neste caso, consiste na ponderação da compatibilidade das funções sociais e ecológicas das unidades em questão. Se as atividades antrópicas preservam a qualidade da vida humana e não causam prejuízos econômicos e sociais, não podem ser considerados como ecologicamente negativos e sim, como meios necessários e efetivos de

exploração recursos e de satisfação das necessidades humanas (por exemplo: as unidades de agricultura e pecuária intensivas, os complexos residenciais ecoturísticos, etc.).

Por outro lado, a situação pode ser considerada como negativa, quando a área de influência de uma atividade excedeu os limites territoriais previstos, ou foi admitido um impacto colateral negativo, cuja mitigação não é rentável de ponto e vista econômico e social.

A paisagem industrializada caracteriza-se pela abundância de fácies artificiais com limites bruscos e recondicionados pelo remodelamento do relevo. Comparadas com as localidades naturais estas fácies podem ser vistas como formas específicas de distúrbios geomecânicos do geossistema. Contudo, na maioria dos casos as atividades antrópicas ocupam comarcas e localidades inteiras. A classificação das unidades antrópicas e sua diferenciação baseiam-se no reconhecimento da especificidade da distribuição de meios de trabalho e sistemas de engenharia, como fenômenos que proporcionam distintos efeitos geoecológicos.

QUADRO 42 – Classificação de unidades da estrutura morfológica da paisagem segundo grau de antropização (fonte: Vostokova, A. E. apud Petrov, 1992)

Tipo	Grau de transformação	Critério de diferenciação	Exemplos:	
			deteriorada	artificial
<i>Natural</i>	-	Todos os componentes naturais estão intactos	-	-
<i>Antrópica modificada</i>	Pouco transformada	Elementos da cobertura vegetal são pouco alterados	<i>Floresta nativa pântano</i>	<i>Parque florestal</i>
	Transformação média - moderada	Substrato pedológico pouco alterado, elementos da cobertura vegetal são fortemente modificados.	<i>Pastos não controlados;</i> <i>Vegetação espontânea em diversos estágios em áreas abandonadas pela agricultura</i>	<i>Lavouras;</i> <i>Plantações agrícolas</i>
	Modificado	Vegetação alterada ou eliminada, processo de pedogênese interrompido.	<i>Áreas de corte florestal predatório;</i> <i>Pastos plantados</i>	<i>Terras agrícolas recultivadas</i>
<i>Antrópica tecnogénica</i>	Modificado irreversivelmente	Modificados ou substituídos todos ou mais importantes componentes naturais.	<i>Desertos tecnogénicos – badlands (crateras e depósitos de mineração, terras agrícolas erodidas)</i>	<i>Cidades, terras recultivadas; represas hídricas...</i>

QUADRO 43 – Critérios de diferenciação das unidades morfológicas da paisagem

(quadro do autor; a classificação e as definições são adotadas com modificações a partir das seguintes fontes: RIC, 2000; Petrov, 1992; Mirzaev, 1988; Mateo, 1984).

Unidade taxonômica	Critério de diferenciação	Exemplos	Observações
FÁCIE natural	É a unidade mais elementar, menor e morfológicamente indivisível, que apresenta as condições ecológicas totalmente homogêneas. Apresenta homogeneidade e estabilidade do conteúdo de componentes ambientais e parâmetros dos fatores ativos; morfológicamente são diferenciadas pela homogeneidade da fitocenose (cobertura vegetal) nas condições orográficas e hidrogeológicas homogêneas; as variações morfológicas são indicadas através dos modificadores, estágio estrutural e tipo de cobertura florística.	<i>Capoeira rala, áreas em segundo estágio de sucessão da Floresta Ombrofina Densa, Formação Submontana, Solos podzolicos eutróficos com drenagem profunda e depósitos coluviais fragmentados,, Vertente em patamar alto, com declividades acentuadas sobre a formação Irati...</i>	Na literatura internacional encontram-se como sinônimos seguintes termos: <i>Micropaisagem, epimorfa, geotopo, ecotopo, land facet, site séries...</i>
<i>FÁCIE antrópica ou tecnogénica</i>	Homogeneidade e estabilidade do conteúdo dos componentes e parâmetros dos fatores de técnico- ou antropogênese associados ao mesmo elemento de relevo...	<i>Habitacional</i> (quadra urbana) <i>Recreativa</i> (parque urbano) <i>Industrial</i> (pequena cratera de mineração/ contorno de recursos de solo)	
COMARCA natural	Associação de fácies conjugadas segundo predominância dos processos de permuta de energia e substância, condicionados por parâmetros do fator orográfico e hidro- geológico	<i>Capoeira, áreas em segundo estágio de sucessão da Floresta Ombrofina Densa, Formação Submontana, Vertente em patamar alto, com declividades acentuadas sobre a formação Irati...</i>	Sinônimos na literatura internacional: <i>land sub-system, site association.</i>
<i>Contorno (comarca) tecnogénica</i>	Associação de fácies tecnogénicas segundo à influência de um ciclo tecnológico de exploração de recursos naturais (tipo genérico de uso de solo), considerado como fator técnico-econômico de formação das condições geoecológicas, que detém efeito ambiental comum em função de embasamento num mesmo elemento do relevo	<i>Contorno urbano</i> (bairro médio) <i>Contorno industrial</i> (zona industrial urbana) <i>Contorno agrícola</i> (um grupo de propriedades agrícolas sobre mesma vertente e com mesmo regime de exploração).	
<i>FÁCIE e comarca antropizadas</i>	FÁCIE ou comarca natural influenciadas no seu desenvolvimento funcional por atividade antrópicas, condicionadas pela disponibilidade de meios e recursos naturais	Unidades naturais em áreas de preservação permanente das zonas urbanas; Unidades em áreas de amortização das reservas naturais, etc.	O grau e tipo de modificação podem ser discriminados segundo Quadro 40.

continua

continuação - Quadro 43 – Critérios de diferenciação das unidades morfológicas da paisagem...

Unidade taxonômica	Critério de diferenciação	Exemplos	Obs:
Localidade natural	É uma área com limites naturais claros, que a diferenciam da vizinhança. É formada por comarcas, associações de comarcas e fácies individuais que apresentam, uma morfologia típica sobre mesmo embasamento geológico de gênese comum com determinado complexo de mesoformas de relevo e condições mesoclimáticas; é uma unidade da paisagem mais estável as influências antrópicas. - mais confiável a diferenciação segundo características do embasamento litológico: mesoformas de relevo com mesma gênese e mesmo substrato geológico; nas planícies, onde as variações orográficas são ausentes as localidades diferenciam-se em função das variações físico-químicos do substrato rochoso dos solos	<i>Vertente em patamar alto, com declividades acentuadas, predominância dos processos erosivos, sobre a formação Irati...</i>	Sinônimos na literatura internacional: <i>land system, site complex, terrain units...</i>
<i>Localidade ou complexo tecnogênicos</i>	Associação dos contornos antroponaturais e tecnogênicos unidos em função dos pressupostos histórico-naturais, tipo de organização urbe-arquitetônica e metodologia de mitigação de impactos negativos.	<i>Localidade urbanizada (loteamento urbano planejado) Localidade silvícola (área de plantação e extração de eucaliptos) Localidade recreativa (área de balneário e recreação)</i>	
<i>Complexo natural - industrial</i>	Apresenta variação das localidades naturais antropizadas, formadas como associação de comarcas industriais e naturais com base na homogeneidade de condições e de recursos naturais disponíveis para desenvolvimento industrial em questão.	<i>Complexos de mineração de carvão e argila, leitos e vertentes em patamar baixo da Formação Rio Bonito..</i>	
<i>Complexo antrópico</i>	Associação de contornos antrópicos segundo tipo predominante de ocupação e exploração de recursos (principais tipos de usos de solo)	<i>Complexo agro-ecológico de sistemas de reflorestamento, sobre as vertentes em patamar médio, declividade acentuada, Formação Palermo...</i>	

A diferenciação da estrutura morfológica da paisagem e sua posterior regionalização consistem, antes de tudo, na análise dos processos de sua formação¹, e, só em seguida, na interpretação da sua morfologia, onde a principal atenção deve ser atribuída à identificação das alterações tecnogênicas destes processos. A gênese destes processos e as tendências da sua evolução manifestam-se em nível de unidades locais de mapeamento através das variações e alterações da estrutura hidrogeológica e dos elementos de relevo. Em outras palavras, diferenciam-se nos limites das *localidades*, formadas por conjunto de *fácies* e *comarcas* com mesma gênese e tendências de processos de permuta de energia e substâncias. A diferenciação correta destes processos, assim como delimitação das *localidades* propriamente ditas, somente através da fotointerpretação pode ser inviável, pois exige o conhecimento da história da evolução natural não só da área de estudo, como também das áreas circunvizinhas. Principalmente, quando se trata de mapeamento de pequenas áreas para EIA/RIMA. Assim, o estudo prévio em gabinete e realização de trajetos radiais de levantamento em campo – é um procedimento adequado para diferenciação de localidades nas escalas grandes (acima de 1:10.000).

Enquanto, para os projetos de 1:10.000 – 1:50.000 recomenda-se, sempre que possível, explorar seguinte alternativa metodológica (KARNAUKHOVA, 2000):

- (1) Gerar o *Mapa de Localidades* por geoprocessamento, através de cruzamento seqüencial dos polígonos hipsométricos, de declividades e de formações geológicas:
 - 1.a) preparar o mapa geológico digital deve ser de escala maior possível, disponível para região, de procedência conhecida e autorizado pelo órgão regional de CPRM ou DNPM;
 - 1.b) gerar os mapas de hipsometria e declividade: as classes de hipsometria e declividade, para geração dos respectivos mapas, devem ser estabelecidos para área com base no estudo prévio e reconhecimento em campo, de modo a evidenciar os parâmetros de alternância da morfologia e dos processos predominantes da paisagem;
 - 1.c) cruzar polígonos geológicos e hipsométricos; desta operação resultam unidades intermediárias de classificação, que indicam a diferenciação espacial das condições de umedecimento, tendências de drenagem e processos geomorfológicos, entre outros...
 - 1.d) cruzar os polígonos intermediários com os da declividade definido, assim, os limites prévios das *localidades* e aprofundando a diferenciação espacial de processos (denudação, acumulação, drenagem e caráter de formação de solos, tendências de ocupação florística e antrópica);

¹ Através do estudo de dados e materiais preexistentes.

1.e) na seqüência, para diferenciação mais exata de unidades de mapeamento, duas condições devem ser observadas:

1ª - em projetos regionais, que abrangem várias bacias hidrográficas de distinta ordem, é necessária consideração do parâmetro de exposição da vertente (fator de insolação), que diferencia os índices de radiação solar e evapotranspiração; por tanto, a diferenciação espacial e ecológica das unidades de localidades devem ser aprofundada, através do cruzamento com o mapa de principais classes de insolação com o das localidades, anteriormente produzido;

2ª - para projetos que envolvem até uma bacia hidrográfica de ordem média¹ ou que não apresente grandes variações de parâmetros orográficos e com índices moderados de dessecação, a exposição de vertentes e classificação de localidades pode ser definida por interpretação cartográfica direta e confirmada em campo, o que diminui o volume de trabalhos e não implica em alterações significativas dos polígonos.

(2) Na seqüência, o *Mapa de Localidades* é sobreposto às fotografias aéreas para interpretação e diferenciação das comarcas e fácies, onde, com auxílio de trabalhos de campo, os limites das localidades são confirmados² e/ou reajustados¹.

(3) Em regiões industriais, repletas de distintos tipos de produção, os limites de localidades tecnogênicas (*complexos naturais-industriais*) são definidos em função dos padrões morfológicos e impactos dos espaços produzidos e/ou em função da predominância dos principais ciclos tecnológicos de exploração (ou usos de solo).

Uma atenção especial na delimitação das unidades geossistêmicas da estrutura morfológica deve ser dada às unidades de mapeamento, que correspondem aos “*geossistemas de trânsito*”, como os rios, aquatários extensos, etc. que transportam energia e substâncias (poluentes ou não) através de diversas unidades locais (ou até zonais). A propagação de poluentes por estes “veículos”, amplia os limites mapeados das unidades antropizadas e estabelece barreiras ecológicas para distribuição e desenvolvimento da fauna ribeirinha e aquática em extensão imprevisível. O fato transforma a respectiva unidade de mapeamento – rio, por exemplo, independentemente do seu táxon real (comarca ou localidade), em unidade morfológica de

¹ Sempre considerando para padrões regionais: para Santa Catarina, por exemplo, a ordem média de bacias hidrográficas, neste caso, representa bacia de 4-6 ordem segundo Strahler.

² O procedimento de reajuste é também necessário para corrigir os erros inevitáveis, considerando que a maioria de levantamentos geológicos são exploratórios, assim como classes de declividade e hipsometria podem ser definidos inadequadamente. Neste último caso os limites das localidades devem ser reprocessados.

influência e importância regional, ou com outras palavras em unidade de mapeamento em escalas médias e pequenas (1:50.000 ou menor).

7.6.3.2.3 Unidade elementar de mapeamento – fâcie

Termo fâcie, como foi mencionado anteriormente, compreende parte da superfície terrestre com todos os componentes ambientais homogêneos. As fâcies se formam sobre um elemento da forma de relevo e caracterizam-se pelo microclima próprio. O principal indicador para foteointerpretação da fâcie é a alteração singular da vegetação² sobre elementos de relevo (mais raramente variação do tipo de solo e outros tipos de coberturas superficiais).

Apesar da vegetação representar o principal indicador da diferenciação facial, a análise visual pode também “mascarar” as variações das unidades de mapeamento. Por isso, no delineamento dos polígonos das fâcies deve-se ter em conta não toda cobertura vegetal, mas a frequência das espécies – indicadores, que apontam as regularidades de variações edáficas (combinação das condições microclimáticas, pedológicas, de umedecimento e drenagem).

A classificação tipológica das fâcies locais prevê a definição do papel dos seguintes fatores na sua formação³:

- 1) formas e gênese de relevo;
- 2) substrato geomorfológico e propriedades hidrogeológicas;
- 3) cobertura pedológica e as suas modificações naturais;
- 4) espécies florísticas dominantes e subdominantes, grau de seu desenvolvimento (estágio estrutural), seu estado ecológico e o grau de antropização.

A diferenciação das unidades taxonômicas compreende classificação de fatores acima mencionados, segundo suas combinações típicas em nível das localidades da paisagem regional, e sua descrição na legenda do mapa. Os fatores e as condições que podem ser considerados atípicos ou azonais são codificados na representação cartográfica como: fatores modificadores. Os atributos adicionais, como os estágio estrutural e estágio de desenvolvimento, condições

¹ Neste processo é considerado que as localidades são formadas por associação de fâcies e comarcas com mesmo fator da formação geoambiental.

² São diferenciados os conjuntos de vegetação com mesmo conteúdo florístico, mesmo estágio de estrutural, dentro dos limites das localidades. Para diferenciação de coberturas florestais e identificação precisa das espécies os estudos regionais da vegetação devem ser consultados. Os trabalhos em escalas maiores de 1: 5000 exigem trabalhos específicos de levantamento florístico em campo.

³ Não se considera o componente atmosférico na diferenciação das fâcies, visto que as variações na propagação de emissões atmosféricas entre as fâcies são insignificantes.

florísticas atípicas e outros, podem ser adicionados em função da profundidades do estudo e das necessidade do cliente.

(1) Designação das fâcies

A designação das fâcies tem por principal elemento a designação da espécie ou associação florística dominante, formada como resultado da variação da condições bioclimáticas e morfológicas do território. Assim, para designação das fâcies normalmente são adotadas as classificações fitoecológicas das coberturas vegetais, amplamente aceitas nacionalmente e completadas com estudos regionais reconhecidos. Como os estudos florísticos de escala grande ainda não cobrem todo território nacional, podem surgir situações em que ocorre classificação de novos conjuntos florísticos ou suas modalidades locais. Nestes casos, todas as novas classificações devem ser devidamente descritas no relatório do projeto ou nota explicativa e assinados pelo especialista na área (de preferência um botânico), devidamente identificado nos metadados do projeto.

(2) Fatores de modificação das fâcies

As fâcies com mesma classe de cobertura vegetal podem ser agrupadas em comarcas apesar de variação de determinados elementos (geomorfológicos, solos, regime hidroclimático) que alteram sua fisiografia, sem alterar o conteúdo de elementos classificados dentro dos limites faciais. Pode ser discriminado, assim, o fator (ou fatores) de modificação das condições faciais nos limites da comarca, que tem ação constante e caracteriza as condições típicas das variações ambientais. Como exemplo pode servir a presença de fragmentos de depósitos coluviais dentro dos limites da plantação de eucaliptos sobre declive em patamar e declividade médios...

(3) Unidades com vegetação em diversos estágios de desenvolvimento

A caracterização das associações florísticas e das suas propriedades tem uma importância específica para mapeamento e caracterização das condições geocológicas. Pois, o conteúdo, estrutura e o estado da vegetação refletem o potencial ecológico do território, seu estado atual, história de intervenções antrópicas, etc. Várias unidades de mapeamento podem apresentar condições complexas de desenvolvimento da cobertura vegetal. O nível de detalhe requerido no projeto e os seus objetivos podem exigir a classificação e descrição de algumas das mais importantes características da vegetação:

(a) estágio estrutural:

Reflete as características de estruturação do habitat; descreve a aparência ou fisionomia da fácies e é derivada das classificações recomendadas em estudos fitoecológicos; os estágios estruturais das coberturas florestais e os modificadores comum são definidos em função dos objetivos do projeto;

(b) tipologia das comunidades florísticas:

Normalmente, é requerida em projetos de mapeamento de escala grande (> 1: 5 000) ligados ao estudo do potencial ecológico do território para reabilitação ambiental ou reconversão de usos. Nestes casos são normalmente envolvidas áreas de ação antrópica recente com várias formas de vegetação espontânea, pioneira e artificial, que apresentam associações florísticas mais variadas, normalmente não descritos em fontes bibliográficas especializadas. Definir e descrever a tipologia destas associações é um passo importantíssimo na diferenciação e padronização da designação das fácies. Este elemento da classificação ajuda a caracterizar a profundidade da transformação e a dinâmica da evolução ecológica da unidade de mapeamento.

7.6.3.3. Convenções Cartográficas

Este parágrafo trata de descrever a metodologia de concepção dos sinais convencionais utilizados no mapeamento da estrutura morfológica da paisagem. Para elaboração desta proposta optou-se pela adaptação do sistema canadense de identificação de unidades de mapeamento por ser compatível com abreviações e códigos estabelecidos em trabalhos do IBGE e mais simples para posterior interpretação.

7.6.3.3.1 Identificação das unidades bioclimáticas zonais e ecológicas regionais

As unidades da paisagem regional, quando representam os polígonos mapeáveis na escala do projeto, recebem um código ou índice da paisagem de acordo com suas características zonais, mesoclimáticas e ecológicas regionais. Este índice pode ser composto por até dez dígitos, correspondentes à codificação das variantes bioclimática e fitoecológica (Figura 19). Os códigos e abreviações utilizados são disponíveis no mapeamento climático e da vegetação do IBGE.

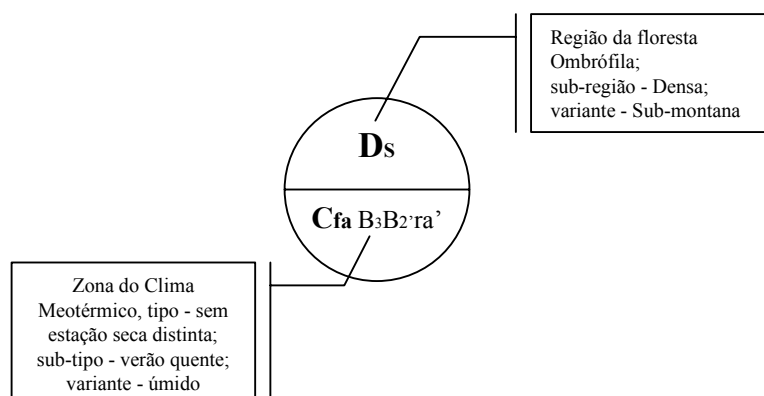


FIGURA 19 – Composição de índice da unidade da paisagem regional (figura do autor)

Para os territórios com diferenciação zonal e ecológica regional heterogêneas o índice é colocado nas proximidades do limite de transição de uma unidade de mapeamento para outra, incluído em um círculo. Próximo ao limite de transição de uma zona ou variante para outra devem ser colocados dois índices, o que permite melhor perceptibilidade das áreas de transição.

7.6.3.3.2 Limites das unidades de mapeamento

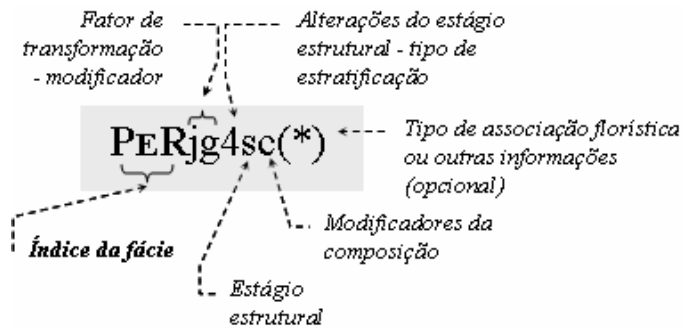
A Figura 20 apresenta convenções adotadas para limites das unidades de mapeamento de distinta ordem taxonômica:

	Limites das regiões ecológicas - 1,20 mm - verde
	Limites das zonas bioclimáticas - 0,80 mm - vermelho
	Limites das fácies - 0,35 mm - preto
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)
	Limites das localidades - 1,00 mm - preto

FIGURA 20 – Convenções para limites das unidades de mapeamento da estrutura morfológica natural da paisagem (figura do autor)

7.6.3.3.3 Convenções cartográficas para identificação das unidades elementares de mapeamento – fâcies

Cada componente de identificação das fâcies está descrito neste parágrafo. Um exemplo da estruturação do índice complexo da fâcie consta na Figura 21.



Exemplo de interpretação:

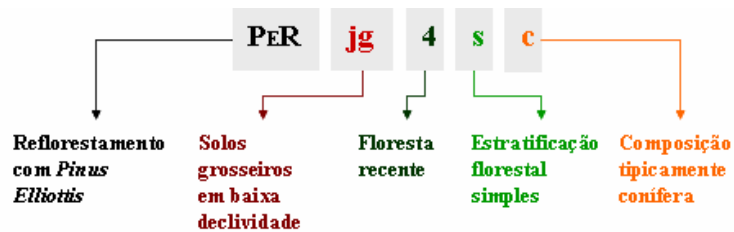
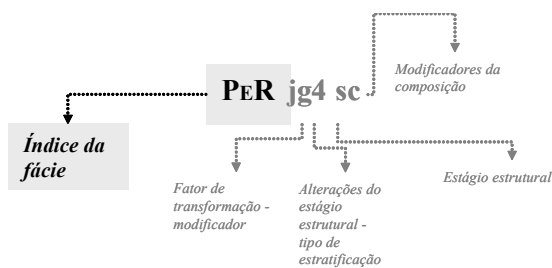


FIGURA 21 – Composição do índice de identificação das unidades de mapeamento da estrutura morfológica da paisagem (figura do autor)

7.6.3.3.3.1 Índice da fâcie



O índice da fâcie é o primeiro elemento de identificação de qualquer unidade elementar de mapeamento. Retrata o principal aspecto morfológico da unidade da paisagem. Pode ser composto por de até cinco dígitos, porém recomenda-se para facilidade de leitura limitar-se com no máximo três dígitos. A primeira letra (representada por uma maiúscula) do código refere-se à espécie arbórea dominante do substrato florestal, abreviação das formações florísticas

com no máximo três dígitos. A primeira letra (representada por uma maiúscula) do código refere-se à espécie arbórea dominante do substrato florestal, abreviação das formações florísticas

complexas ou abreviação da espécie-indicadora e/ou dominante da vegetação. Em casos de coberturas e objetos sem vegetação utilizam-se códigos das fâcies não florestais descritos a diante. Os códigos das espécies florestais são disponíveis em classificações regionais florísticas ou devem ser desenvolvidos tendo em conta as variedades zonais e variantes regionais da tipologia das formações fitoecológicas.

Estas codificações, em função da específica fitoecológica da área de estudo, referem à homogeneidade florística das coberturas classificadas como reflorestamento e revegetação. Sendo que as demais associações florísticas de conteúdo complexo (vegetação nativa secundária) para quais foram adotados códigos de coberturas classificadas como heterogêneas complexas. Por exemplo, para mapeamento da área de ensaio foram adotadas seguintes abreviações:

QUADRO 44 – Códigos das formações florísticas homogêneas ou predominantemente homogêneas (quadro do autor)

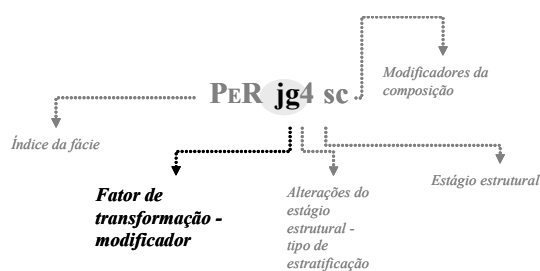
Código	Nome científico	Nome popular	Formação
Ms	<i>Mimosa scabrella</i>	bracatinga	MsR – reflorestamento com bracatinga
Ev	<i>Eucalyptus viminalis</i> La BILL	eucalipto	EvR – reflorestamento com eucalipto
Es	<i>Eucalyptus saligna</i>		
Ec	<i>Eucalyptus citriodora</i>		
Pt	<i>Pinus taeda</i>	pinheiro	PeR – reflorestamento com pinheiro
Pe	<i>Pinus elliotis</i>		
Am	<i>Acacia meamsii</i>	acácia-negra	AmR – reflorestamento com acácia
Cc	<i>Igrtaceae Eragrostis curirela</i> NEES	capim-chorão	CcR - revegetação por hidrosseadura com capim-chorão
Cp	<i>Paspalum notatum</i> Fl.	pensacola	CpR - revegetação por hidrosseadura com pensacola
Ls	<i>Luga sessilis</i>	luga macaco	LsR - revegetação por hidrosseadura com luga macaco
Lm	<i>Luga marginata</i>	luga feijão	LmR - revegetação por hidrosseadura com luga feijão

Freqüentemente a classificação rigorosa da espécie dominante é impossível de ser realizada. Nestes casos pode ser feita uma generalização mais próxima ao caráter do substrato florístico ou podem ser usadas às classificações comuns da vegetação observada. O exemplo clássico representam diversos estágios de regeneração da Floresta Ombrófila Densa, que variam o conteúdo das espécies dominantes e/ou indicadores não só em função do estágio estrutural, como também em função das condições edáficas e de antropização. Como a classificação florística precisa destas comunidades é bastante complexa e pode ser desnecessária, são de uso comum, na região de ensaio, as designações genéricas: capoeirinha, capoeira, capoeirão e floresta secundária (capoeirão avançado). Com isso, a legenda ou relatório do mapa devem identificar o que se entende sobre estes tipos de vegetação e qual o seu conteúdo florístico comum para área de mapeamento. Além disso, as variações do conteúdo das espécies ou modificadores da vegetação podem ser discriminadas adicionalmente no contexto do índice de designação da fâcie (Quadro 45)

Em alguns casos pode ser inviável delimitação rigorosa dos polígonos faciais, assim, pode ser necessário uso de códigos combinados da vegetação, que devem ser abordados nos comentários e legenda do mapa.

As unidades com áreas urbanas, aterros, ravinas, cavas da mineração, terras abandonadas, (etc.) também, são identificadas com código de dois dígitos e mapeadas. Deve ser observado, que para algumas unidades de gênero os fatores de modificação e estágios estruturais não são aplicáveis (Quadro 46).

7.6.3.3.2 Fatores de transformação ou modificadores das fâcies



A maioria das unidades de mapeamento diferenciadas na pré-classificação são típicas da área. Isto é, têm uma freqüência alta - média na estrutura morfológica da área, em função da homogeneidade das condições naturais e de processos predominantes da sua formação. Estas

condições e processos são caracterizados como típicos no quadro da classificação geral das unidades morfológicas da paisagem (tanto na pré-classificação, quanto na legenda do mapa).

QUADRO 45 – Codificação das unidades de mapeamento com coberturas florísticas heterogêneas complexas¹ (quadro do autor)

Código	Tipo de formação fitoecológica	Estágio sucessorial	Propriedades e espécies dominantes e subdominantes
Pha	Vegetação pioneira em áreas de agricultura	2	Vegetação pioneira herbácea em áreas abandonadas pela agricultura. vegetação herbácea sustentada por condições ou distúrbios ambientais (fogo, pastagens, áreas de deslizamentos, etc.): herbáceas predominam (gramíneas, cereais, etc.), alguns invasores ou arbustos e árvores residuais podem estar presentes; cobertura arbórea <10 %; cobertura arbustiva igual à 20% ou inferior à 1/3 da cobertura;
Phm	Vegetação pioneira em áreas de mineração	2	Vegetação pioneira herbácea em áreas abandonadas pela mineração. Vegetação herbácea e herbácea-arbustiva espontânea em áreas afetadas pelas atividades de mineração; as espécies mais frequentes ² : <i>Pityrogramma calomelanos</i> e <i>Pteridium aquilinum</i> (<i>samambaias</i>) , <i>Trema micrantha</i> (<i>grindúva</i>), <i>Andropogon bicornis</i> (<i>rabo-de-burro</i>), <i>Cortaderia selloana</i> (<i>capim-dos-pampas</i>)
Phf	Vegetação pioneira em áreas de influência fluvial	2	Vegetação pioneira herbácea em áreas de influência fluvial (banhados), vegetação herbácea e herbácea-arbustiva espontânea em áreas de drenagem deficiente, inundadas ou ocasionalmente inundáveis; as espécies mais frequentes: <i>cruz-de-malta</i> (<i>Ludwigia sp.</i>), <i>taboa</i> (<i>Thypha domingensis</i>), <i>tiririca</i> e <i>tiririca-navalha</i> (<i>Eliocharis sp.</i> ; <i>Scirpus sp.</i>)
Cr	Campo ruderal ³	3a	Predominam as ervas adentícias, muitas delas exóticas. São frequentes <i>samambaia-dos-taperas</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>), <i>capim-rabo-de-burro</i> (<i>Andropogon bicornis</i>), <i>capim-dos-pampas</i> (<i>Cortaderia selloana</i>), <i>carrapichão</i> (<i>Trimphetta abutiloides</i>), <i>seralha</i> (<i>Emilia sonchifolia</i>), <i>camaradunhas</i> (<i>Lantana camara</i>) e outras. Diferencia-se da capoeira e capoeirinha pela ausência das vassouras e arbustos; desenvolve-se essencialmente sobre os solos degradados pela mineração.
C₁	Capoeirinha (vassoural)	3b	* Presença dos arbustos de gênero <i>Bacchoris</i> ; <i>capim-dos-pampas</i> (<i>Cortaderia selloana</i>) e <i>vassourais</i> : <i>Samambaia-dos-taperas</i> (<i>Pteridium aquilinum</i>) acompanhada pelo <i>Capim-rabo-de-burro</i> (<i>Andropogon bicornis</i>) e outras herbáceas; <i>Algumas bracingas</i>

¹ Os estágios de regeneração são definidos segundo CONAMA N°004 de 04/05/94

² Segundo Citadini-Zanette e Boff (1992) para áreas atingidas pela mineração do carvão – sul de Santa Catarina.

³ * Segundo dados Brack, 2001

C ₂	Capoeira	4	<p>Nesse estágio a área basal média é de até 8 metros quadrados por hectare; Fisionomia herbáceo/arbustiva de porte baixo; altura total média até 4 metros, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta; Espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude: DAP¹ médio até 8 centímetros; Epífitas, se existentes, são representadas principalmente por líquens, briófitas e pteridófitos, com baixa diversidade; Trepadeiras, se presentes, são geralmente herbáceas; Serapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não; Diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas ou arborescentes, podendo apresentar plântulas de espécies características de outros estágios; Espécies pioneiras abundantes; Ausência de sub-bosque;</p> <p>Espécies indicadoras Floresta Ombrófila Densa: <i>Pteridium aquilium</i> (Samambaia- das-Taperas), e as hemicriptófitas <i>Melinis minutiflora</i> (Capim-gordura) e <i>Andropogon bicornis</i> (capim-andaime ou capim-rabo-de-burro) cujas ervas são mais expressivas e invasoras na primeira fase de cobertura dos solos degradados, bem assim as tenófitas <i>Biden pilosa</i> (picão-preto) e <i>Solidago microglossa</i> (vara-de-foguete), <i>Baccharis elaeagnoides</i> (vassoura) e <i>Baccharis dracunculifolia</i> (Vassoura-braba)</p>
C ₃	capoeirão	5	<p>Nesse estágio a área basal média é de até 15,00 metros quadrados por hectare; Fisionomia arbórea e arbustiva predominando sobre a herbácea podendo constituir estratos diferenciados; altura total média de até 12 metros; Cobertura arbórea variando de aberta a fechada, com ocorrência eventual de indivíduos emergentes; Distribuição diamétrica apresentando amplitude moderada, com predomínio dos pequenos diâmetros: DAP médio de até 15 centímetros; Epífitas aparecendo com maior número de indivíduos e espécies em relação ao estágio inicial, sendo mais abundantes na floresta ombrófila; Trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas; Serapilheira presente, variando de espessura, de acordo com as estações do ano e a localização; Diversidade biológica significativa; Sub-bosque presente;</p> <p>Espécies indicadoras Floresta Ombrófila Densa: Rapanea Ferruginea (Capororoca), árvore de 7,00 a 15,00 metros de altura, associada a Dodonea viscosa (Vassoura-vermelha).</p> <p>Na área de ensaio:</p> <p>* Nas encostas (4 – 8m) floristicamente mais rico; Em áreas livres das influências da mineração são presentes algumas espécies remanescentes: <i>embaúbas</i> (<i>Cecropia spp</i>) e <i>grandiúva</i> (<i>Trema micrantha</i>).</p> <p>Em baixas e planícies mais pobre com presença de pioneiras originárias da Floresta Ombrófila Mista como <i>bracatinga</i> (<i>Mimosa scabrella</i>) e <i>vasourão-da-serra</i> (<i>Piptocarpha angustifolius</i>).</p> <p>Substrato estratificado; presença fragmentária do palmito</p> <p>Arbustos de família Rubiáceas, Palmáceas e Monimiáceas Alguns epífitos.</p>

¹ DAP – diâmetro na altura do peito, aprox. 1,30m do solo.

C4	Floresta secundária	6	<p>Nesse estágio a área basal média é de até 20,00 metros quadrados por hectare; Fisionomia arbórea dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente uniforme no porte, podendo apresentar árvores emergentes; altura total média de até 20 metros; Espécies emergentes ocorrendo com diferentes graus de intensidade; Copas superiores horizontalmente amplas; Epífitas presentes em grande número de espécies e com grande abundância, principalmente na floresta ombrófila; Distribuição diamétrica de grande amplitude: DAP médio de até 25 centímetros; Trepadeiras geralmente lenhosas, sendo mais abundantes e ricas em espécies na floresta estacional; Serapilheira abundante; Diversidade biológica muito grande devido à complexidade estrutural; Estratos herbáceo, arbustivo e um notadamente arbóreo; Florestas nesse estágio podem apresentar fisionomia semelhante à vegetação primária; Sub-bosque normalmente menos expressivo do que no estágio médio; Dependendo da formação florestal pode haver espécies dominantes;</p> <p>Espécies indicadoras Floresta Ombrófila Densa: <i>Miconia cinnamomifolia</i>, (<i>Jacatirão-açu</i>), árvore de 15,00 a 20,00 metros de altura, formando agrupamentos bastante densos, com copas arredondadas e folhagem verde oliva, sendo seu limite austral a região de Tubarão, <i>Psychotria longipes</i> (<i>Caxeta</i>), <i>Cecropia adenopus</i> (<i>Embaúba</i>), que formarão os primeiros elementos da vegetação secundária, começando a aparecer <i>Euterpe edulis</i> (<i>palmiteiro</i>), <i>Schizolobium parahiba</i> (<i>Guapuruvu</i>), <i>Bathiza meridionalis</i> (<i>Macaqueiro</i>), <i>Piptadenia gonoacantha</i> (<i>pau-jacaré</i>) e <i>Hieronyma alchorneoides</i> (<i>licurana</i>), <i>Hieronyma alchorneoides</i> (<i>licurana</i>) começa a substituir a <i>Miconia cinnamomifolia</i> (<i>Jacatirão-açu</i>), aparecendo também <i>Alchornea triplinervia</i> (<i>Tanheiro</i>), <i>Nectandra leucothyrsus</i> (<i>Canela-branca</i>), <i>Ocotea catharinensis</i> (<i>Canela-preta</i>), <i>Euterpe-edulis</i> (<i>Palmiteiro</i>), <i>Talauma ovata</i> (<i>Baguaçu</i>), <i>Chrysophyllum viride</i> (<i>Aguai</i>) e <i>Aspidosperma olivaceum</i> (<i>peroba-vermelha</i>), entre outras. n.2) Floresta Ombrófila Mista: <i>Ocotea puberula</i> (<i>Canela guaica</i>), <i>Piptocarpa angustifolia</i> (<i>Vassourão-branco</i>), <i>Vernonia discolor</i> (<i>Vassourão-preto</i>), <i>Mimosa scabrella</i> (<i>Bracatinga</i>). n.3) Floresta Estacional Decidual: <i>Ocotea puberula</i> (<i>Canela-guacá</i>), <i>Alchornea triplinervia</i> (<i>Tanheiro</i>), <i>Parapiptadenia rígida</i> (<i>Angico-vermelho</i>), <i>Patagonula americana</i> (<i>Guajuvirá</i>), <i>Enterolobium contortisiliguum</i> (<i>Timbauva</i>).</p> <p>Na área de ensaio específica:</p> <p>Apresenta tendências a grande porte – 12-15 m ou mais; substrato dominante composto por: <i>licurana</i> (<i>Hieronuma Alchorneoides</i>) <i>tanheiro</i> (<i>Alchornea triplinervia</i>) <i>canela-ferrugem</i> (<i>Nectandra oppositifolia</i>), <i>canjerana</i> (<i>Cabralea canjerana</i>), <i>bicuiba</i> (<i>Virola oleifera</i>), <i>cortiça</i> (<i>Rollinia sp.</i>);</p> <p>Estrato médio (9-13m): <i>pixiricão-dourado</i> (<i>Miconia cabussu</i>), <i>palmiteiro</i> (<i>Euterpe edulis</i>); <i>arbóreo baixo</i>: várias espécies da família <i>Myrtaceae</i> (<i>Marlierea spp.</i>, <i>Calyptanthus spp.</i>, <i>Myrceugenia</i>, <i>Myrcia</i>, etc.) e <i>Melastomataceae</i> (<i>Miconia</i>, <i>Leandra</i>);</p> <p>Sub-dossel diversificado, com várias espécies arbustivas, herbáceas e epifíticas.</p>
Acp	Agricultura – culturas permanentes	-	Plantações agrícolas de culturas permanentes
Acc	Agricultura – culturas cíclicas	-	Plantações agrícolas de culturas cíclicas
Ap	Agricultura - pastagem	-	Áreas com cobertura herbácea (semeada ou espontânea) destinada à pastagem de gado dentro das propriedades agrícolas.

QUADRO 46 – Códigos e definições para unidades antropizadas, sem vegetação ou com vegetação rala (adotado com modificações de RIC, 2000)

Código	Unidade de mapeamento	Definição	Modificadores comuns	Estágios estruturais
UNIDADES SEM VEGETAÇÃO				
AL	Lago Ácido	Reservatório ou corpo de água com pH inferior a 5 e com profundidade superior a 2m	não se aplica	não se aplica
AA	Aluviões	Depósitos trabalhados por águas correntes e acumulados em partes distintas do leito do rio ou do seu curso histórico; compostos por materiais não consolidados ou pouco consolidados de distinto tamanho e textura	não se aplica	1
BF	Pedreiras	depósitos rochosos não trabalhados ao pé das vertentes, formados por blocos rochosos angulares acumulados como resultado dos processos gravitacionais	w, z, d ^h	1
CA	Canal	Curso artificial de água criado para transporte, drenagem e/ou com propósitos de irrigação	não se aplica	não se aplica
CB	Barranco Cava estreita	Parte do corredor viário ou do curso do rio, situado ao lado da estrada ou do rio, que foi criado por escavação e/ou erosão do declive	w, z, d ^h	1
CM	Costa Margem	Área coberta com sedimentos recentemente retrabalhados por ação de ondas. Se formam ao longo dos corpos das águas doces e salgadas.	não se aplica	1
DE	Deserto ou terras vazias abandonadas	Terras desprovidas da vegetação em função das condições microclimáticas ou edáficas	w, z, d ^h	1
FL	Falésia Cuesta	Penhasco, face vertical ou sub-vertical da rocha exposta	q, z	1
LA	lago	Corpo natural estático de água, com mais de 2m de profundidade em uma das suas partes, cujo limite é definido pela nível natural das águas	não se aplica	não se aplica
LC	Leques coluviais	Depósitos de detritos rochosos ao pé das vertentes íngremes; formados por processos de denudação gravitacional; representados por acúmulos de blocos rochosos não trabalhados	não se aplica	1
UNIDADES ANTROPIZADAS				
AR	Afloramentos rochosos	Declives íngremes, escarpas rochosas ou afloramentos de rochas com desenvolvimento de solos primários ou distróficos e vegetação rala	w, z, d ^h	1
CC	Campo Cultivado lavoura	Área envolvida na prática de agricultura (culturas permanentes ou não), inclusive horticultura e pastagens semeadas, que ao longo prazo resulta nas transformações dos solos e da vegetação	não se aplica	1, 2, 3
FV	Ferrovias e ferrocarris	Sistemas de transporte ferroviário local ou regional de linha dupla ou monocarris	não se aplica	não se aplica
[MD	Bacias de decantação	Áreas de processamento e beneficiamento do carvão mineral	não se aplica	não se aplica
MI	Mina	Área sem vegetação envolvida na extração mineral ou de outros materiais	não se aplica	1
MR	Áreas abandonadas pela mineração	Áreas de mineração desativada cobertas com vegetação pioneira espontânea ou plantada...	não se aplica	1,2,3
MS	Depósitos de	Formas de relevo artificial sem vegetação, formadas como	não se aplica	1

	mineração	resultado de deposição do estéril ou rejeito das atividades de mineração		
PS	Área de plantio simples	Área agrícola coberta com plantações em fileiras de estratificação múltipla ou simples de espécies arbóreas	não se aplica	3
PV	Área de plantio das videiras	Área agrícola ocupada por plantio de videiras apoiadas em hastes de madeira ou concreto.	não se aplica	3
RE	Represa açude	Corpo artificial de água, criado através de acumulação de água em estruturas criadas, como cavas, diques, barragens...	não se aplica	não se aplica
RR	Rural	Qualquer área com residências e benfeitorias, áreas de cultivo e pastagens, intercaladas ou não com áreas florestais. As áreas de pastagens, cultivo ou floresta podem ser mapeadas separadamente	não se aplica	não se aplica
RV	Rodovia	Área limpa e com solo compactado com propósitos de transporte dos bens e serviços e veículos	não se aplica	não se aplica
SE	Solo exposto	Qualquer área de solo exposto, que não foi incluída em nenhuma outra definição. Inclui áreas recentemente perturbadas, como pelas correntes torrenciais, deslizamentos, obras de engenharia, abandono da agricultura, pastagens deterioradas, onde a cobertura vegetal é inferior à 5%	w, z, d ^h	1
UR	Urbano/sub-urbano	Áreas em que as residências e outros tipos de construções de engenharia formam coberturas contínuas na paisagem. Estas áreas incluem cidades, bairros, parques industrial e comercial e outras áreas semelhantes dentro e fora das áreas urbanizadas (áreas florestais, com parques, podem ser mapeadas separadamente)	não se aplica	não se aplica

Contudo, a estrutura morfológica da paisagem é um fenômeno bastante diversificado e complexo. E esta diversificação é o resultado de ação dos *fatores excepcionais*, que alteram a morfologia das unidades isoladas sem alterar as condições típicas da paisagem. Estes fatores são caracterizados, para os fins do mapeamento, como *fatores de transformação* da morfologia da unidade ou *modificadores* e representam, quando são identificáveis, segundo elemento a ser discriminado na identificação das fácies.

Em alguns casos específicos os *modificadores* podem estar presentes ao longo de toda extensão das localidades. Assim, por exemplo, é bastante comum na área de ensaio a presença de leques colúviais nas localidades de vertentes em patamar alto, ocupadas essencialmente com vegetação nativa secundária e permanecendo as condições típicas sem alterações. Neste caso, o símbolo “c”(que identifica o fator) pode ser incorporado a todos os índices faciais da localidade: “C1c”; “C2c”; “C3c”... Isto permite incorporar outros modificadores individuais na classificação. Se variação de modificadores é muito grande sua descrição deve ser incluída em BD de comentários ou metadados. Normalmente os modificadores são listados em forma alfabética na legenda do mapa.

QUADRO 47 – Fatores modificadores ou de transformação da morfologia das unidades de mapeamento (classificação adotada para área de ensaio com modificações de RIC, 2000 – quadro do autor)

Código	Critério¹
Fatores geomorfológicos	
a	Área plana resultante de acumulação fluvial, sujeita à inundações periódicas; correspondente às planícies e terraços de várzea
c	Leques coluviais – a unidade ocorre sobre um leque coluvial (mais comum), em áreas de enxurrada ou leques de espreadimento coluvial.
d	Dissecação – ocorrência de barrancosa, ravinas; unidade ocorre no local com presença de ravinamento, que indica certa variação de condições típicas; ou a área foi completamente afetada pelo fenômeno.
h	Deflação e solifluxão – unidade ocorre em terrenos com presença explícita de formação de micro relevo (sulcos, montículos, etc.) que indica presença ativa de processos de movimentos de massa. Normalmente, as condições de movimento de massas indicam a ocorrência ocasional dos fatores atípicos da dinâmica da paisagem.
j	Declividades baixas - Unidade em condições de vertentes com declividade baixa (inferior à 25% para áreas montanhosas)
q	Declividades extremas - Unidade em condições de vertentes com declividade excepcional (bordas estruturais de falésias, movimentos de massa, ressaltos e escarpas - >40 %)
r	Sulcos estruturais (fator opcional) – caso a unidade ocorre sobre o terreno atravessado por sulcos estruturais, ou ocorre no cruzamento de sulcos.
w	Aspecto árido – unidade com manifestação de condições de aspecto árido, normalmente em vertentes de exposição sul, sul-sueste, declividade moderada.
z	Aspecto muito árido - unidade com manifestação de condições de aspecto muito árido, normalmente em vertentes de exposição sul, sul-sueste, declividade muito acentuada e/ou formas de relevo de origem tecnogénica (cones de estéril).
Umidade	
x	Seco atípico (optativo) – descreve as condições ocasionais das unidades diferenciadas em que o regime de drenagem ou das condições de umedecimento dos solos são significativamente diferente das típicas. Por exemplo, quando uma unidade tipicamente se situa sobre solos Glei húmicos, que na ocasião apresentam-se secas, provocando devidas alterações no desenvolvimento da vegetação. Este indicador não deve ser aplicado sem consulta prévia com especialista regional em solos
y	Úmido atípico (optativo) – descreve as condições ocasionais das unidades diferenciadas em que o regime de drenagem ou das condições de umedecimento dos solos são significativamente diferente das típicas. Por exemplo, quando uma unidade situada em vertente de patamar médio - alto invés de apresentar aspectos de drenagem média ou semi-árida, ocasionalmente apresenta condições de umidade excessiva.. Este indicador não deve ser aplicado sem consulta prévia com especialista regional em solos
Solos	
f	Solos de textura fina – solos onde de 20-35% da amostra são representados por lamias, argilas e margas.
g	Solos de textura grosseira – são todos os tipos de substrato pedológico (incluindo areias, areias argilosas, margas, etc.) onde os detritos de textura grosseira representam mais de 50% do volume da amostra.
o	Material turfoso e orgânico – solos com presença expressiva do material orgânico e turfoso nas profundidades de 15-60 cm.
p	Solos profundos e muito profundos – solos com espessura superior à 100 cm sobre a rocha materna.
s	Solos pouco profundos – solos com espessuras entre 50 a 100 cm.
v	Solos rasos – inferiores a 50 cm.

¹ IBGE (1999)

7.6.3.3.3 Unidades morfológicas com vegetação em desenvolvimento: indicadores de variação e de estágio de desenvolvimento estrutural da vegetação

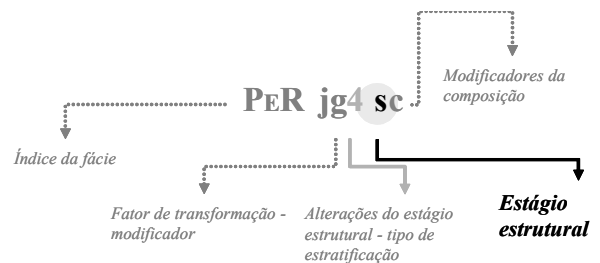


Para áreas com vegetação em desenvolvimento, ou, então, onde o desenvolvimento das associações florísticas ainda não atingiu o seu clímax, devem ser definidos os **estágios de desenvolvimento estrutural das associações ou então os**

estágios sucessoriais da vegetação. O referido indicador de desenvolvimento é caracterizado por um número e pode ser atribuído para qualquer unidade de mapeamento, exceto as referenciadas no Quadro¹ 44.

Os principais estágios de desenvolvimento são diferenciados de 1 a 7 de acordo com a forma vital, quantidade de níveis de estratificação e da cobertura relativa de cada estrato de vegetação. Os subestágios (indicados com minúsculas de “a” a “d”) também podem ser definidos através da fotointerpretação para coberturas permanentes e no âmbito de projetos de mapeamento de escala grande, onde esta diferenciação é necessária. Os principais estágios de desenvolvimento são descritos no Quadro 46.

Opcionalmente pode ser indicada e caracterizada **variação do estágio estrutural de desenvolvimento**.



Este indicador pode ser requerido para diferenciação dos estágios estruturais de 3 à 7.

Tem importância específica em áreas com reflorestamentos, pois permite diferenciar cinco tipos de estratificação vertical da vegetação, segundo desenvolvimento vertical e distribuição espacial do substrato arbóreo (Quadro 47).

Exemplos de interpretação:

- “5s” – floresta nova para índice facial “PER” – indica reflorestamento com pinheiro em estágio da floresta nova com estratificação simples;
- “5m” – para índice facial “C3” – indica capoeirão com estratificação múltipla. Alguns dos modificadores podem ser utilizados com outros estágios estruturais;
- “3h” – identifica área recém-revegetada com estrutura estepe-bosque – cobertura arbórea rala e arbustivo-herbácea usualmente densa.

¹ Unidades antropizadas, sem vegetação ou com vegetação rala.

QUADRO 48 – Estágios de desenvolvimento estrutural da vegetação
(quadro do autor; fonte de dados: IBGE,1987; CONAMA 04/94; RIC, 1998)

Estágio	Descrição
<i>Estágios estruturais induzidos ou estágios da vegetação pioneira</i>	
1 escassa musgos	Estágio inicial da sucessão primária: predominam os musgos e líquenes, podendo chegar à 100 % da cobertura da unidade, sobre substrato pedológico muito reduzido ou ausente (<i>badlands</i> ¹ , leques coluviais); cobertura herbácea e arbustiva inferior à 20%; cobertura arbórea total inferior à 10 %
<i>Subestágios</i>	
1a escasso	A cobertura vegetal ocupa menos de 10% da unidade de mapeamento
1b musgos	As comunidades de musgos e líquenes predominam chegando à metade da cobertura da área
<i>Estágios estruturais induzidos ou estágios estáveis da vegetação pioneira</i>	
2 herbáceo	Estágios sucessoriais primários da vegetação pioneira em áreas afetadas por mineração e vegetação herbácea sustentada por condições ou distúrbios ambientais (fogo, terrenos alagadiços, pastagens, áreas de deslizamentos, etc.): herbáceas predominam (gramíneas, cariais, etc.), alguns invasores ou arbustos e árvores residuais podem estar presentes; cobertura arbórea <10 %; cobertura arbustiva igual à 20% ou inferior à 1/3 da cobertura; tempo passado do último distúrbio é inferior à 20 anos (várias comunidades herbáceas mantêm-se perpetuamente neste estágio sob influência antrópica)
<i>Subestágios</i>	
2 ^a estepes	As espécies dominantes das associações herbáceas representam-se por ervas não-gramíneas (>1/2 da cobertura), serapilheira densa e semidensa.
2b gram- dominante	As espécies dominantes das associações herbáceas representam-se por ervas gramíneas (>1/2 da cobertura), serapilheira densa.
2c aquático	>1/2 das comunidades dominantes são plantas aquáticas flutuantes ou subaquáticas; não inclui gramíneas nas margens dos reservatórios com águas estagnadas (classe 2b)
2d arbustos raquíticos	Comunidades dominantes(>1/2 da cobertura) constituídas por espécies arbustivas subdesenvolvidas, ou raquíticas (devem ser consultados botânicos ou ecologistas locais)
3 arbustivo - herbáceo	Estágios sucessoriais primários da vegetação pioneira em áreas afetadas por mineração e vegetação arbustiva - herbácea sustentada por condições ou distúrbios ambientais (fogo, terrenos alagadiços, pastagens, áreas de deslizamentos, etc.): arbustivas predominam, as plantas recentes e revegetação avançada pode ser abundantes; cobertura arbórea <10 %; cobertura arbustiva igual >20% ou superior à 1/3 da cobertura; altura da vegetação varia entre 0,30 e 1,0 m; caracteriza os estágios de vassoural e/ ou capoeirinha (associadas às ervas exóticas frequentemente chamado de campo ruderal) para áreas de vegetação secundária em regiões da Floresta Ombrófila Densa
<i>Subestágios</i>	
3a arbustivo- baixo	Campo ruderal ou vassoural; cobertura arbustiva com porte inferior à 2 m; permanece perpetuamente devido as condições locais; plantas novas e regeneração avançada abundantes; tempo depois da última intervenção antrópica não superior à 20 anos
3b arbustivo alto	Ou capoeirinha; cobertura arbustiva com porte de 2-4 m; apresenta remanescentes das árvores; tempo depois da última intervenção antrópica não superior à 40 anos

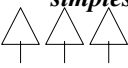


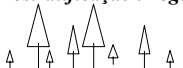
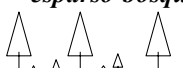
continua...

¹ *Badlands* (ingl. – terras ruins ou terras degradadas) – termo geral, comumente designa as paisagens degradadas até estágios desérticos pela ação antrópica (como paisagens lunares da mineração ou terrenos erodidos pela agricultura).

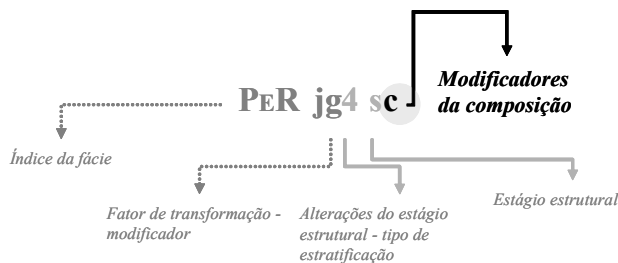
continuação - QUADRO 48 – Estágios de desenvolvimento estrutural da vegetação

Estágios de reflorestamento e/ou da vegetação nativa secundária	
4 Floresta recente	Ou capoeira; árvores superiores a 4-8 m, cobertura tipicamente densa, com substratos arbustivo e herbáceo expressivos. As árvores novas são vigorosas; estratificação vertical não evoluída; Tempo sem intervenções antrópicas superior à 40 anos; densidade média estimada – 2-3 mil/há DAP 8-15cm.
5 Floresta nova	Ou capoeirão; até 7-15 m; auto-estratificação do substrato arbóreo é evidente dossel está nitidamente diferenciado em níveis distintos (dominante, subdominante) Fragmentos de vegetação em estágios recentes e avançado podem estar presentes; estima-se idade de 30-80 anos dependendo das condições geoecológicas Eucaliptais atingem alturas de 10-15m
Estágios de amadurecimento das comunidades florestais	
6 Floresta madura	Ou capoeirão avançado; até 20m; floresta em segundo ciclo de regeneração, com condições ecológicas estáveis; as espécies de baixa tolerância à variação das condições edáficas se estabelecem; os subníveis atingem desenvolvimento expressivo. estima-se idade de 60- 100 anos dependendo das condições geoecológicas; DAP 25 cm
Estágios maduros das comunidades florestais	
7 Floresta velha	Mata nativa; de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies, onde são observadas área basal média superior a 20,00 metros quadrados por hectare, DAP médio superior a 25 centímetros e altura total média superior a 20 metros; pode incluir algumas espécies invasores; dependendo das condições geoecológicas estima-se idade superior à 80 - 140 anos (exemplo: florestas residuais ou remanescentes de mata atlântica)
Subestágios	
Remanescentes	Mata remanescente 12-15 m no estrato superior; 9-13 m no estrato médio, subdossel diversificado com vários estratos de plantas herbáceas e arbustivas.
Residuais	Mata nativa residual; cobertura arbórea em clímax (20-30 m); presença de árvores velhas e em padecimento (copas largas, esgalhamento grosso, folhagem verde-escura, perenifolia); estratificação do substrato complexa e completa, correspondente ao tipo da associação florística (4 para Floresta Ombrófila Densa).

QUADRO 49 – Indicadores de variação do estágio estrutural de desenvolvimento (adaptado de: RIC, 1998)

Código		Critério
s	<i>simples</i> 	Substrato fechado, composto por árvores dominantes e co-dominantes; as árvores intermediárias e subdominantes <20%; revegetação e espécies arbustivas ralos.
t	<i>bi-estratificado</i> 	Substrato florestal fechado com diferenciação alara do rebroto (mais ou menos uniforme) ou árvores intermediárias; árvores dominantes <20%; revegetação avançada variável.
m	<i>multi-estratificado</i> 	Todos os substratos da associação tipicamente diferenciados e claramente representados; revegetação avançada variável.
i	<i>estratificação irregular</i> 	Substrato florestal esparsos (ralo) (até 30% da cobertura), bem desenvolvido; revegetação avançada variável.
h	<i>esparso-bosque</i> 	Substrato florestal muito aberto (<20 %) o estrato subdominante bem desenvolvido e/ou revegetação em desenvolvimento; estratos intermediários normalmente ausentes.

Alterações da composição florística típica (opcional)



É empregue em casos de necessidade da diferenciação ou confirmação da diversidade ecológica dos estágios estruturais de 3 à 7.

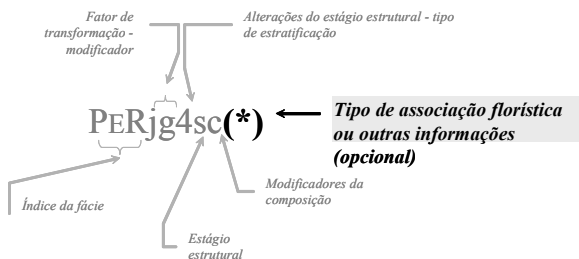
As alterações regionais diferenciam:

c – coníferas - >3/4 do total da composição são espécies coníferas

l – latifólias - >3/4 do total da composição são espécies latifólias

m- misto – nenhum dos dois é superior à 3/4.

7.6.3.3.4 Tipologia das comunidades florísticas e outros dados adicionais



Se o nível de detalhe do projeto exigir a diferenciação mais exata das espécies que formam as coberturas de vegetação, as mais importantes destas espécies podem ser diferenciadas e incluídas no índice de

mapeamento. Este grau de detalhamento pode ser necessário quando a diferenciação florística tem importância econômica: espécies de forragem, espécies de madeiras valiosas, etc.

A identificação florística mais precisa permite definir o lugar da fácies na “escada” da evolução dos estágios de desenvolvimento e o potencial ecológico e competitivo das associações. A possibilidade da diferenciação florística exige alta intensidade de trabalhos de campo, descrição especial dos métodos das observações e de coleta de dados no arquivo de metadados, além da descrição completa da nomenclatura florística, utilizada para designação das espécies.

O espaço indicado para código (*) pode ser também utilizado para discriminação de outras características, ocasionalmente importantes para área de mapeamento. Por exemplo, granulação e textura dos complexos dunares; específica do ciclo tecnológico em unidades industriais; caráter de ocupação em áreas urbanas; etc. Em todos estes casos os códigos específicos devem ser desenvolvidos e descritos.

7.6.3.3.4 Alternativas metodológicas para diferenciação de modificadores e dos estágios estruturais

Os modificadores são normalmente diferenciados por fotointerpretação e levantamentos de campo. Contudo, é possível a interpretação destes atributos a partir de dados digitais disponíveis. Por exemplo, para demarcação de áreas onde permanece ação constante dos fatores em questão podem ser utilizados mapeamentos geotécnicos ou pedológicos, geológicos e geomorfológicos de escalas médias e grandes. Uso da modelagem e de geoprocessamento também é possível, caso produza resultados adequados.

As características de desenvolvimento da vegetação também são estimadas por fotointerpretação com rigorosa checagem em campo. Como uma alternativa complementar deve se buscar o apoio de BD e estudos sobre associações florísticas regionais.

7.6.3.3.5 Designação das fácies

As unidades elementares de mapeamento são designadas de acordo com indicador, modificador da morfologia e estágio estruturais da vegetação referenciados à localidade que os comporta.

Por exemplo:

PERjg4sc – área de reflorestamento com pinheiro (*Pinus Elliottis*), sobre solos de textura grosseira em baixa declividade, estágio floresta recente, situada em vertentes em patamar médio – Formação Palermo;

C1aj3b - área de vegetação nativa secundária – capoeirinha, em áreas de acumulação fluvial com baixas declividades, estágio vassoural-arbustivo alto, localidade de vale baixo – Formação Rio Bonito.

7.6.3.3.6 Designação e convenções das unidades compostas de mapeamento

As unidades de mapeamento se diferenciam em simples ou elementares (internamente indivisíveis) e complexas (compostas por várias unidades elementares): localidades. Em vários casos surge necessidade de diferenciação das unidades intermediárias – comarcas – que representam um dos tipos de unidades compostas.

As comarcas, ou unidades compostas de mapeamento, são delineadas para mapeamento, no caso de limites faciais estarem pouco nítidos, ou se a diferenciação das unidades homogêneas é muito fragmentada (as unidades elementares são muito pequenas e intercaladas com uma certa regularidade nos limites de uma unidade de nível hierárquico superior). Em ambos os casos, as

unidades de fácies apresentam várias características em comum, que não permitem definir suas feições com rigor. Para delimitar uma unidade composta é necessário definir quais destas características são mais importantes, ou têm maior peso na formação de condições ecológicas.

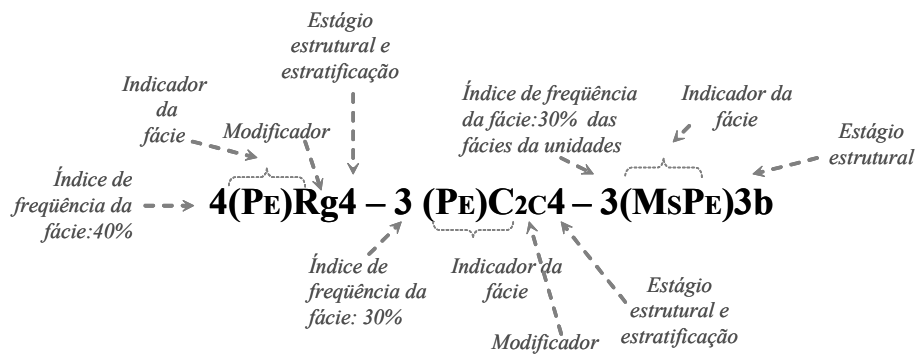


FIGURA 22 - Convenções das unidades compostas de mapeamento (figura do autor, baseado em RIC,200)

As unidades compostas podem representar associações, de certo modo, homogêneas, de até três tipos distintos de unidades de fácies, onde cada fácies pode ser identificado com um indicador de três atributos: indicador da fácies, modificador e estágio estrutural (Figura 22).

A morfologia das unidades compostas é definida pela fácies típica que mais vezes se repete nos limites da referida unidade. Isto é, pela unidade elementar com maior índice de frequência. Para definir o caráter da morfologia da unidade composta e identificar a importância de um tipo da fácies na formação da unidade utiliza-se um número decimal que indica porcentagem da área ocupada com um tipo de fácies com relação ao total da área da comarca. Deste modo, a identificação e o índice da comarca é estruturada na ordem decrescente da frequência da fácies.

Evidente, que nos limites de uma comarca ou localidade podem ocorrer mais que três tipos de fácies, porém, nem todos os tipos são indicados para compilação do índice da unidade de mapeamento. Se um tipo de fácies tem ocorrência superior ou igual a 20% no limites da comarca diferenciada é indicado para compilação do índice. Alguns dos tipos de fácies com frequência inferior a 20% também podem ser indicados para composição do indicador da comarca, vista sua especial importância ecológica (pequenas “ilhas” de mata ciliar, por exemplo). Como alternativa estas unidades importantes podem ser referenciadas com sinal convencional pontual, ou a informação a seu respeito pode ser armazenada em BD digitais.

Cuidados especiais devem ser tomados para não sobrecarregar o mapa com polígonos muito pequenos de baixa perceptibilidade e, ao mesmo tempo, não “extraviar” informação com composição exagerada de polígonos compostos. Optar pelo número exagerado de unidades compostas pode prejudicar o processo de interpretação cartográfica. Por essas razões a delimitação das unidades compostas deve ser feita somente em casos, onde não existem alternativas.

Este tipo de identificação pode também ser usado para generalização das unidades de mapeamento com redução da escala do mapa e/ou quando as unidades de mapeamento representam polígonos muito pequenos para escala do mapa.

Importante observar que quanto menor será a escala de mapeamento, maior será o número de unidades compostas, em função do tamanho mínimo do polígono mapeável. As normas internacionais de mapeamento temático (RIC,2000; BEU, 1996, RIC, 1996) indicam como tamanho mínimo do polígono para mapeamento temático uma área de 0,5 cm² (i.e. 0,7 x 0,7 cm). Considerando, que este tamanho do polígono corresponde a uma área de:

0,5 ha na escala de 1: 10 000

2,0 ha na escala de 1: 20 000

12,5 ha na escala de 1: 50 000.

Para escalas maiores ou para território muito heterogêneo outras proporções poligonais devem ser consideradas.

7.6.3.3.7 Outras opções para simbologia do mapa final

Uso de SIG, *plotters* e aplicativos de visualização em tela abrem diversas possibilidades para apresentação do mapa final. As alternativas são normalmente definidas pelas necessidades e exigências do cliente ou objetivos do projeto.

Para impressão e visualização em tela os polígonos podem ser preenchidos com cores definidas para tipos faciais, diferenciados na base da classificação ecológica regional e hachuras esparsas.

O mapa, também, pode ser criado somente com contornos poligonais e respectivos indicadores, o que facilita sua sobreposição em tela a uma ortofoto, permitindo realizar análise da evolução e o monitoramento da área. Uso de códigos numéricos simplificados (numeração simples das unidades) pode ser aplicado para uso em SIG e em legendas reduzidas.

7.6.3.4. Legenda do Mapa

A legenda do mapa deve prover uma descrição sumária de todos os componentes das unidades de mapeamento e simbologia utilizada, junto com toda informação de suporte, incluindo localização e os objetivos de mapeamento, nível averiguado de exatidão, fontes de dados e levantamento de campo, número de fotografias aéreas e créditos.

Dois tipos de legenda podem ser adotados para mapa da estrutura morfológica da paisagem: a reduzida e extensa. Para os mapas impressos a legenda extensa (ou analítica completa) é obrigatória, enquanto os mapas em formato digital, considerando o Banco de Dados associados, podem apresentar legendas reduzidas com o mínimo e informações. O Quadro 50 lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa.

7.6.3.5 Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo

Os procedimentos de mapeamento digital da estrutura morfológica natural da paisagem obedecem a trâmite geral descrito no Capítulo 5. Neste parágrafo discriminamos somente alguns procedimentos específicos na elaboração do mapa.

7.6.3.5.1 Planejamento

O mapa da estrutura morfológica da paisagem é o principal documento do inventário geocológico da paisagem e exige na sua elaboração atenção específica para com a exatidão da interpretação e coleta de informações. Isto depende essencialmente do planejamento adequado de todo o processo.

Devem ser enfatizados com maior atenção seguintes passos do planejamento:

(1) Desenvolvimento dos objetivos e do plano de trabalhos

Os objetivos finais de geração do mapa (requerimentos do contratante) devem ser ponderados com bastante cuidado. Os objetivos, neste caso, compreendem não só a realização do inventário geocológico numa determinada escala, mas também os usos posteriores do documento cartográfico, o tipo de interpretações sintético-analíticas de dados nele disponíveis. Todos estes pormenores permitem definir adequadamente o plano de trabalhos de campo, definir a escala e o nível de controle de exatidão cartográfica.

QUADRO 50 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da estrutura morfológica da paisagem
(adaptado: RIC, 1998)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua várias).	Exemplo: Estrutura morfológica natural da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências).	
3. Forma de designação das unidades de mapeamento	Deve apresentar exemplos de concepção dos índices das unidades de mapeamento.	
4. Limites poligonais	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação.	
5. Unidades ecológicas regionais	Lista de todas as regiões ecológicas que foram mapeadas e seus códigos.	
6. Unidades bioclimáticas	Lista de todas as unidades bioclimáticas que foram mapeadas e seus códigos.	
7. Unidades de fácies	Prove subscrição das unidades diferenciadas, incluindo índice, situação típica, processos predominantes, modificadores presentes e mapeados.	Discriminação mais detalhada das unidades deve ser disponível em relatório do mapeamento
8. Modificadores	Lista de modificadores	Somente fatores usados na folha de mapeamento
9. Estágios estruturais e suas alterações	Lista completa.	Listar e descrever todos os estágios estruturais, incluindo critérios de idade de cada estágio em cada zona bioclimática
10. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: - fotografia aérea (ano, escala nominal, números de fotos, pan ou coloridas, origem); - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados; - tipo de exatidão.	Definir a projeção cartográfica, datum, escala, ano de produção e executor do mapa-base e outros mapas temáticos.
11. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
12. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

(2) Compilação de dados pré-existent

O mapeamento da estrutura morfológica da paisagem exige especial atenção com estudo prévio e aquisição de mapeamentos geológicos, geomorfológicos e florísticos para região e áreas adjacentes. Aquisição e análise destes dados é essencial para interpretação e classificação adequada das unidades de mapeamento.

Ao definir os limites da área sobre o mapa-base deve-se ter em conta que o estudo preliminar e pré-classificação das unidades de mapeamento devem sempre abranger uma área um pouco maior, que permite avaliar corretamente a tipologia e taxonomia das unidades, assim como sua origem ecológica regional. Principalmente, quando se trata de mapeamentos de escalas grandes recomenda-se pré-diferenciação das unidades de táxon maior no mapa de escala média.

O mapa-base deve prover as curvas de nível com equidistância adequada aos parâmetros de classificação das declividades, considerando o grau de exatidão que se pretende atingir na diferenciação dos polígonos das unidades. A base geográfica do mapeamento é bastante resumida e compreende essencialmente o sistema hidrográfico e principais topônimos da área.

A possibilidade de revisar os aerofotolevamentos históricos é de grande valia para este tipo de mapeamento. Pois, facilita o julgamento adequado da dinâmica das unidades geoecológicas da área, principalmente se os estudos anteriores são escassos. A comparação de fotografias anteriores com as do mapeamento permite concluir sobre a idade dos conjuntos florestais, sua reprodução e estágio de desenvolvimento, além de definir alguns dos parâmetros dos fatores antrópicos.

Após um estudo prévio da região é necessário realizar uma revisão das classificações bioclimáticas, florísticas, ecológicas, etc., que envolvem a área de estudo. Este ponto é de extrema importância visto que no Brasil estas classificações ainda se encontram em fase de evolução para várias regiões. Compatibilizar a classificação das unidades do projeto com as classificações e designações de nível hierárquico superior (desenvolvidas essencialmente pelo IBGE) é de extrema importância para integração dos trabalhos futuros e para realização do monitoramento ambiental.

(3) Reconhecimento em campo

A visita de reconhecimento se realiza após de termino do estudo prévio. O conhecimento do caráter e origem dos elementos ambientais com antecipação é indispensável. Pois permite diagnosticar em campo as anomalias e textura-padrão de transição de uma unidade para outra. Algumas unidades típicas podem ser descritas ainda nesta fase.

O reconhecimento de campo deve proporcionar a compreensão preliminar de:

- (a) padrão espacial da distribuição das feições da paisagem (i.e. efeitos microclimáticos e antrópicos, padrão de alteração dos solos, geologia e vegetação);
- (b) relação entre as propriedades naturais da área e as feições poligonais;
- (c) relação na morfologia das feições no terreno e polígonos na fotografia aérea;
- (d) facilidades de acesso e logística para trabalhos de campo.

A visita de reconhecimento deve atribuir especial atenção à aquisição de registros fotográficos catalogados e georreferenciados *in loco*, que facilitará pré-classificação e interpretação das unidades de mapeamento. A tomada das fotografias deve visar os pontos de transição de uma unidade para outra, com breve registro no relatório do campo dos elementos observados.

(4) *Desenvolvimento do projeto da legenda*

A *legenda de trabalho* ou o projeto da legenda do mapa das unidades morfológicas da paisagem elabora-se em função das classificações bioclimática e ecológica pré-existentes da área, após do estudo e reconhecimento da área de mapeamento. A legenda de trabalho representa um quadro, que visa sistematização hierárquica de todos os táxons e tipos de unidades de mapeamento, incluindo discriminação das suas definições e indicadores convencionais. O exemplo da legenda de trabalho elaborada para área de ensaio consta no Quadro 51.

7.6.3.5.2 *Pré-classificação das unidades de mapeamento*

Os procedimentos de pré-classificação das unidades de mapeamento compreendem seguintes passos:

- (1) Diferenciar as localidades e sub-localidades (caso a escala de mapeamento seja adequada) através de geoprocessamento (veja os passos no § 7.6.3.2.2 *Unidades taxonômicas em nível local*);
- (2) Sobrepor os limites das localidades diferenciadas às imagens fotográficas ou de sensoriamento remoto, através de referenciamento, e realizar a interpretação dos polígonos das fácies, segundo os critérios preestabelecidos na legenda de trabalho e em função da morfologia das coberturas superficiais. Para os territórios com grandes extensões, aconselha-se criação (em nível distinto à de interpretação) de uma malha de quadrados com passo proporcional ao tamanho total do território (por exemplo: 2 km x 2 km ou 5x5 km, etc.), que permite um controle mais fácil do avanço da fotointerpretação.

QUADRO 51 - Fragmento da legenda de trabalho para elaboração do mapa da estrutura morfológica natural da paisagem (quadro do autor)

Unidade bioclimática	Unidade ecológica	Localidades, sub-localidades e comarcas			Fácies		
		Posição sobre formas de relevo	Caráter da superfície /materiais de cobertura	Solos/textura drenagem	Vegetação	Modifica-dores	
Cfa Clima Mesotérmico Úmido com verão quente	Ds Região da Floresta Ombrófila Densa, Formação Submontana	FORMAÇÃO RIO BONITO	Vale baixo	com areias, cascalhos e argilas, sobre arenitos finos e muitos finos e folhelhos carbonosos, desenvolvendo localmente leitos de carvão; relevo pouco inclinado (0-5%), altitude de até 100 m;	solos Glei Pouco Húmicos e solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álico; deposição aluvial e coluvial; processos oriundos do movimento subsuperficial da água, corrosão, deslizamento, desmoronamento	CcR - revegetação por hidrossemeadura com capim-chorão	j, w
						MsR – reflorestamento com bracatinga	q, d
						EvR – reflorestamento com eucalipto	
						Phm - Vegetação pioneira herbácea em áreas abandonadas pela mineração	j, w
						Phf - Vegetação pioneira herbácea em áreas de influência fluvial (banhados)	j, a
						MI – mina de carvão	-
			Vale Médio	areias, cascalhos e argilas, sobre arenitos finos e muitos finos e leitos de argelitos e folhelhos carbonosos, desenvolvendo localmente leitos de carvão, declividade baixa (5-10%), , com cotas entre 90 - 100 m;	solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álico; deposição aluvial e coluvial; processos oriundos do movimento subsuperficial da água	LA - lagoa	-
						Phm - Vegetação pioneira herbácea em áreas abandonadas pela mineração	j, w
						EvR – reflorestamento com eucalipto	q, g
						MsR – reflorestamento com bracatinga	
						Cr – Campo ruderal	g, w
						Vertente	Vertente em Patamar Baixo ; 100-200 m; declividade - 5-20%; sobre arenitos finos e muitos finos e leitos de argelitos e folhelhos carbonosos, desenvolvendo localmente leitos de carvão;
MsR – reflorestamento com bracatinga							
C1 - Capoeirinha							
em Patamar Médio sobre arenitos finos e muitos finos e leitos de argelitos e folhelhos carbonosos, desenvolvendo localmente leitos de carvão; 200-300 m; declividade média de >20 %;	solo Podzólico Vermelho - Amarelo álico, distrófico e eutrófico e Cambissolo distrófico e eutrófico; drenagem eficiente; transporte de material; reptação	EvR – reflorestamento com eucalipto	c				
		C1 - Capoeirinha					
		C2Ev – capoeira com eucalipto					
Interflúvio	Interflúvio em patamar baixo sobre arenitos e siltitos; declividade baixa (5-10%) - altitude de 200-300 m,	solo Podzólico Vermelho - Amarelo álico; processos pedogenéticos associados com o movimento vertical da água superficial;	Acp – agricultura culturas permanentes	-			
			Acc – agricultura culturas cíclicas				
			MI - mineração				

Se a área de mapeamento se restringe aos limites do projeto de extensão local a diferenciação de unidades de mapeamento pode ser feita diretamente por fotointerpretação, segundo critérios geoambientais pré-estabelecidos (Quadro 52)

QUADRO 52 – Critérios para diferenciação de unidades de mapeamento naturais e antrópicas por fotointerpretação (fonte:RIC, 1998; TRIM, 1996)

Critério	Características da Imagem	Atributos de Mapeamento
Vegetação		
Composição florística	Tonalidade, textura, cor, tamanho, forma, sombra	Código da fácies, estágio estruturas e estratificação da vegetação
Vegetação não florestal (composição e características)	Tonalidade, textura, cor	// - // - //
Características do dossel	Tonalidade, textura, cor, forma, sombra, tamanho, padrão (aberto, fechado, estratificado, agrupado)	// - // - //
Porte da vegetação (indicador da produtividade relativa)	Textura, tamanho, padrão, tonalidade, densidade	// - // - //
Topografia		
Posição e forma	Forma e as características tridimensionais	Código da fácies, modificadores, tendências da drenagem
Aspecto	Forma e direção, as características tridimensionais	Modificadores
Declive	// - // - //	// - // - //
drenagem	// - // - //	// - // - //
Geomorfologia		
Coberturas recentes	Posição topográfica, drenagem observável, forma e padrão do terreno, tonalidade, cor.	Texturas geomorfológicas inferidas, material genético, formas superficiais, qualificação dos modificadores, drenagem
Processos geomorfológicos	Padrões, texturas	Processos geomorfológicos, modificadores
Solos		
Drenagem dos solos	Tonalidade, padrão de drenagem, textura	Código da fácies, regime de drenagem e modificadores
Profundidade dos solos	Cor, tonalidade, textura e topografia	// - // - //
Gradiente		
Relação com outras unidades	Padrão de distribuição, justaposição, tamanho e extensão	diversos
Unidades adjacentes	// - // - //	diversos
Forma e orientação dos polígonos	Padrão de distribuição, justaposição, tamanho, direção e extensão	diversos

A seqüência lógica da fotointerpretação da estrutura morfológica da paisagem deve obedecer a seguintes passos:

- (1) Em primeiro lugar, delimitam-se as fácies e/ou contornos antrópico-tecnogênicas (dependendo de detalhe do mapeamento), começando das áreas ao longo dos rios;
- (2) Em seguida – fácies industriais;
- (3) Unidades agrícolas¹ e do setor não-produtivo;
- (4) Por último, as unidades naturais sobre a influência antrópica e as naturais.

Durante o processo de pré-classificação os polígonos diferenciados devem ser identificados com códigos das fácies (segundo legenda de trabalho) e sinais convencionais que acusam a presença de determinados fenômenos e processos. Os dados dos estágios estruturais e da composição florística da vegetação, composição geológica e outros, podem ser adicionados de outras fontes (mapas, BD, textos, etc.).

7.6.3.5.3 Levantamentos de campo

A metodologia de realização de trabalhos de campo para suporte do mapeamento da estrutura morfológica da paisagem corresponde à metodologia geral de trabalhos de campo para mapeamentos de inventário geoambiental, descrita no Capítulo IV. Assim, a intensidade de trabalhos de campo e tipo de descrições, neste caso dependerá dos objetivos do mapeamento e da quantidade e qualidade de dados previamente disponíveis.

Atenção especial deve ser dada à delimitação de amostras para discriminação do conteúdo florístico dos principais tipos da cobertura vegetal. São comuns os seguintes tamanhos das amostras:

- 400 m² - para áreas florestais e coberturas com vegetação pobre – (20 x20 m ou 10x40 m; ou amostra circular com 11,3 m de raio, que tem demarcação facilitada com uso de corda);
- 100m² - para substratos de vegetação pioneira, pastos, restingas, etc., ou áreas bastante heterogêneas - (10 x10 m).

¹ As áreas de lavoura na maioria dos casos identificam-se não pela vegetação, mas pelo tipo do desenho da plantação ou lavoura.

O mínimo de dados requeridos em levantamentos de campo para suporte deste mapeamento consta no Apêndice 3. As demais informações podem ser solicitadas em função dos objetivos do projeto e da necessidades do cliente.

7.6.3.6. Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações básicas: pré-classificação, fotografias, dados de campo, os mapas temáticos auxiliares, etc.
- (2) Classificação e fotointerpretação final, com reajustamento dos limites das unidades bioclimáticas e regionais de mapeamento;
- (3) Em caso de serem previstos as reproduções em escalas inferiores à escala da produção, devem ser realizados os procedimentos de generalização e edição cartográfica. Para mapeamento da estrutura morfológica são consideradas somente polígonos com tamanho superior ou igual 0,5 cm². As unidades que ficam abaixo deste limite ou são desconsideradas (caso têm frequência casual ou rara na estrutura da paisagem) ou são reclassificadas por agrupamento com unidades geneticamente semelhantes (até três tipos distintos), ou por assimilação n contexto de um táxon maior. Este tipo de procedimento consiste no conhecimento das regularidades da evolução da paisagem e deve sempre ser feito com participação do especialista. Por outro lado, com redução significativa da escala (por exemplo, de 1:10.000 para 1: 50.000) a simplificação de limites poligonais também é necessária e é realizada numa segunda etapa. Portanto, a participação de um cartógrafo é indispensável. Ambos procedimentos de generalização podem resultar no reajuste de limites bioclimáticos e ecológicos regionais.
- (4) Em seguida deve ser feita uma nomenclatura final das unidades de mapeamento e estrada de atributos, paralelamente à reavaliação e checagem dos polígonos sobre a fotografia aérea e averiguação de dados de campo e outras informações. Nesta etapa se calcula também a estimativa da área que ocupam as unidades homogêneas em cada tipo de polígonos complexos. Recomenda-se transferir primeiro os dados de fotointerpretação para o mapa-base e na seqüência entrar com a numeração de polígonos e sua nomenclatura. Em seguida pode ser dada entrada aos atributos alfanuméricos. Esta seqüência é preferencial porque a

informação topográfica do mapa-base permite melhor reajuste e integração entre os limites das unidades de mapeamento. O mapa-base também permite uma visão integradora da paisagem da área e avaliação melhor do enquadramento lógico dos limites bioclimáticos e de uso de solo.

- (5) Os objetivos e fenômenos específicos são identificados em níveis distintos com sinais convencionais predefinidos.
- (6) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento.
- (7) Realiza-se edição final de dados digitais: (a) o mapa gerado é conferido mais uma vez com fotografias aéreas em tela; (b) as impressões experimentais são comparadas com fotos analógicas ou imagens classificadas.
- (8) Produzida legenda final do mapa
- (9) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Considerando a necessidade de tornar a compreensão do mapa mais fácil possível e de prover de informações que facilitam e completam a percepção dos fenômenos representados, sempre que possível deve ser considerada a hipótese de colocação no mapa¹ de dados complementares. No caso da representação da estrutura morfológica da paisagem opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos:

(1) *qualitativos*:

1.a) podem ser alocados no mapa elementos e fenômenos que indicam a presença da ação antrópica: formas de erosão tecnogénica; depressões; áreas abrangidas por pragas e doenças da vegetação, etc.

1.b) para mapas da escala grande podem ser inseridos nos “vazios” do mapa gráficos e diagramas de intensidade de crescimento da flora, produtividade da biomassa, balanço térmico e hídrico, produtividade dos solos.

- (2) *quantitativos*: podem ser adicionadas as informações a respeito dos parâmetros de intervenção antrópica, por exemplo: cartograma de emissões ou depósitos industriais; cartograma de esgotamento de recursos de importância regional.

7.6.3.7. Controle da qualidade do mapa

Além de procedimentos padrão de controle de qualidade na produção cartográfica digital alguns pontos específicos, de crucial importância, devem ser abordados:

- (1) *Plano de levantamento de campo*. Deve ser revisto junto com a legenda do trabalho pela equipe de redação do projeto, auditor ou especialista cartógrafo, considerando a estratégia de levantamento, custos relativos e a disponibilidade de dados pertinentes.
- (2) *Pré-classificação*. Deve ser revista e analisada antes de realização dos trabalhos de campo, visto o reajuste e correção dos limites poligonais e da nomenclatura das unidades e seu controle adequado em campo.
- (3) *Os trabalhos de campo*. Devem ser conduzidos de modo coerente: com escolha adequada de pontos amostrais formas corretas e completas de coleta de dados, segundo metodologia única.
- (4) *Classificação final*. Se novos tipos de associações florísticas ou de uso/cobertura de solo forem identificados, seu reconhecimento deve ser consultado e confirmado com especialistas da área em órgãos oficiais de mapeamento ou universidades, que realizam pesquisas na região.
- (5) *Mapeamento final*. O controle passo a passo permite identificar a maioria dos erros gráficos e de inconsistência lógica. Todos os objetos do mapa devem ser checados e os atributos gráficos revistos, de preferência por especialista independente.
- (6) *Relatório final*. Deve incluir a descrição de todos os procedimentos de controle de qualidade realizados.

Quanto à avaliação da confiabilidade do mapa as referências internacionais estabelecem os seguintes parâmetros:

- (1) Exatidão temática e geométrica – depende do nível de intensidade de trabalhos de campo e deve corresponder a este. Por exemplo: se o mapeamento é de classe A, significa que 95 % de unidades de mapeamento devem ser corretos;

¹ Trata-se evidentemente do layout dos mapas impressos, pois no mapa digital este tipo de informações é armazenado em um banco de dados correlacionados, ou tabelas auxiliares.

(2) Exatidão espacial – estabelece que a exatidão do posicionamento dos polígonos deve ser dentro dos 15 m para mapeamentos na escala inferior à 1:10 000.

7.6.3.8. Conclusões: dados mapeados e sua finalidade

O mapa da estrutura morfológica natural da paisagem é de essencial importância para, por exemplo, planejamento do fomento florestal e práticas do Código Florestal e das Águas, para definição das estratégias de preservação ambiental, medidas mitigadoras de impactos e para preservação de biodiversidade.

Os dados requeridos (inventários geoambientais) para mapeamento interpretativo permitem subsidiar paralelamente: gestão florestal, planejamento de uso de solo, etc.

O maior valor e a importância do mapeamento da estrutura morfológica da paisagem consistem na sua multifinalidade. A informação sintético-analítica contida em cada polígono diferenciado representa uma enorme vantagem na interpretação de dados para análise ambiental aplicada: uso do solo e desenvolvimento regional, gerenciamento ambiental, florestal e da biodiversidade, avaliação da capacidade suporte e valoração ambiental, etc.

Em cada projeto de mapeamento o mapa digital pode ser produzido com BD associados a cada polígono. A quantidade de dados associados à cada polígono define o aumento do potencial interpretativo do mapa e sua capacidade da resposta às necessidades do requerente.

Com o desenvolvimento dos projetos específicos de gestão a cada polígono em SIG podem ser associados outras unidades de mapeamento, ou polígonos interpretativos, que se igualam em determinadas características morfológicas, porém diferenciam-se em aspectos de valoração de recursos ou objetivos de gestão, etc.

A quantidade e estrutura de dados a serem associados aos polígonos dependem dos objetivos do projeto de mapeamento ou das necessidades do cliente (tipo de empreendimento e as suas exigências para com recursos ambientais). No entanto, é possível estabelecer o mínimo de requerimentos para com estas informações adicionais (Quadro 53). Em projetos com objetivos específicos, por exemplo, orientados às áreas de preservação permanente, podem ser associados os dados bioecológicos específicos (espécies florestais e de animais em preservação, qualidade de cursos de água, presença de doenças e pragas, etc.). Em geral, a listagem de atributos para BD alfanuméricos associados a cada polígono, apresentada na Quadro 53, pode ser considerada

suficiente para mapeamento da estrutura morfológica natural na escala de 1:50.000 (RIC, 1996; RIC 1998).

QUADRO 53 – Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados aos polígonos de mapeamento da estrutura morfológica da paisagem (fonte: RIC, 1998)

Atribuições do projeto e da folha cartográfica	Repetidas em cada polígono
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nome do projeto ▪ Cartógrafo ▪ Especialista ▪ Nível de exatidão 	Recomenda-se para projetos grandes, onde a extração e importação de polígonos para determinados fins acontece com frequência
Atributos poligonais específicos	Únicos para cada polígono
(1) armazenados para cada polígono ou por classe de polígonos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Numero da folha ▪ Fonte de dados ▪ Unidade regional ▪ Unidade bioclimática ▪ Processos geomorfológicos dominantes ▪ Solos e drenagem
(2) atributos das unidades complexas ou unidades sem cobertura vegetal	<p>Atributos das fácies da localidade ou comarca:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Percentagem de fácies ▪ Designação ▪ Modificadores ▪ Estágio estrutural <p>Atributos das unidades se vegetação</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Percentagem da área da unidade com relação à área da localidade ▪ Textura de depósitos (onde possível) ou a natureza da cobertura ▪ Material superficial ▪ Propriedades ▪ Morfologia

ESTRUTURA MORFOLÓGICA NATURAL DA PAISAGEM

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 50 000

Legenda

localidades e sub-localidades com litologia da formação Rio Bonito:

- interflúvio em patamar baixo
- vertente me patamar médio
- vertente me patamar baixo
- vale médio
- vale baixo

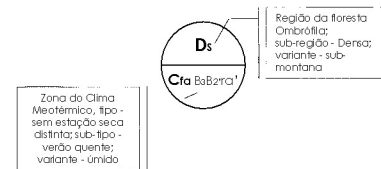
localidades e sub-localidades com litologia da formação Serra Geral:

- interflúvio em patamar baixo
- cuesta-front
- cuesta-topo

convenções cartográficas

- sistema viário
- limite da área urbana
- limite da bacia hidrográfica
- hidrografia
- lagos

Unidade da paisagem regional:



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBGE)
Datum Vertical: RN2Q E RN1446-1 (IBGE)

Metodologia:

Delimitação das localidades geossistêmicas por geoprocessamento - KARNAUKHOVA(2000)
Análise e mapeamento de geossistemas - RIC (1998), SHISHENKO (1988), MATEO(1984).

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

localidades e sub-localidades com litologia da formação Irati:

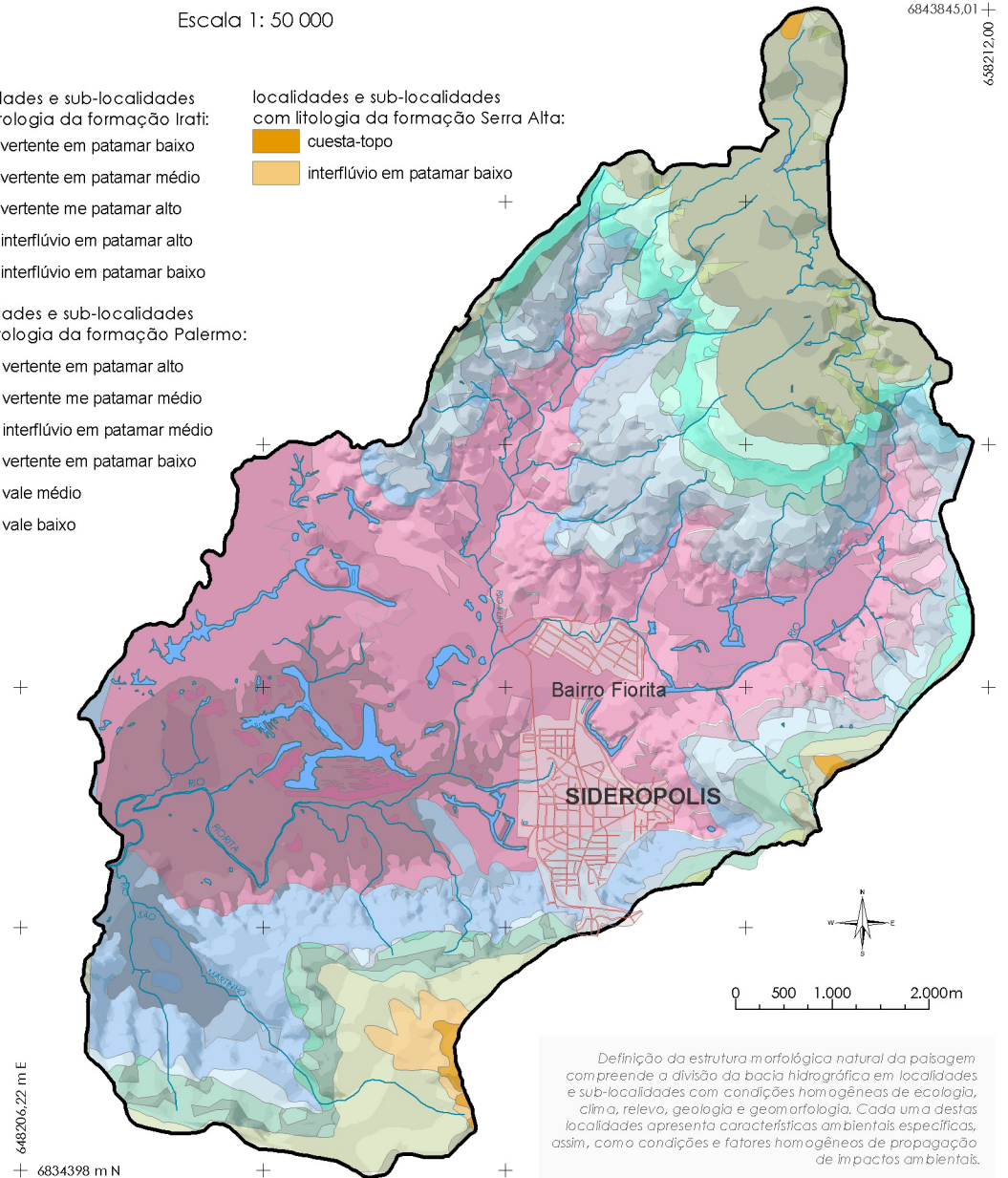
- vertente em patamar baixo
- vertente em patamar médio
- vertente me patamar alto
- interflúvio em patamar alto
- interflúvio em patamar baixo

localidades e sub-localidades com litologia da formação Palermo:

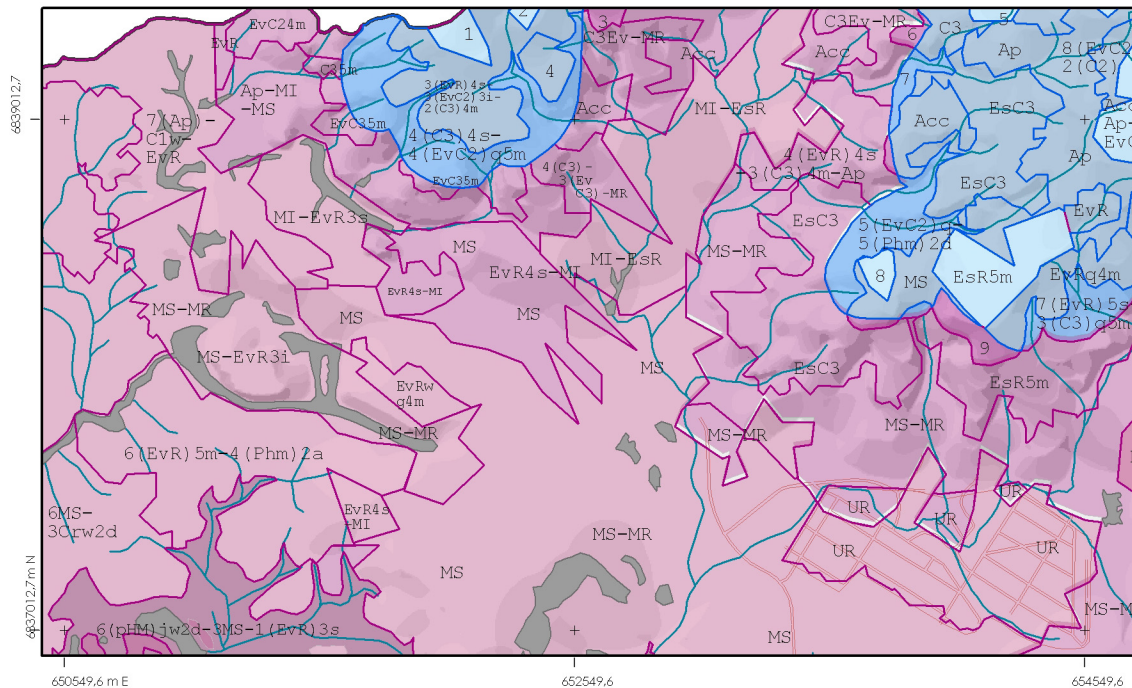
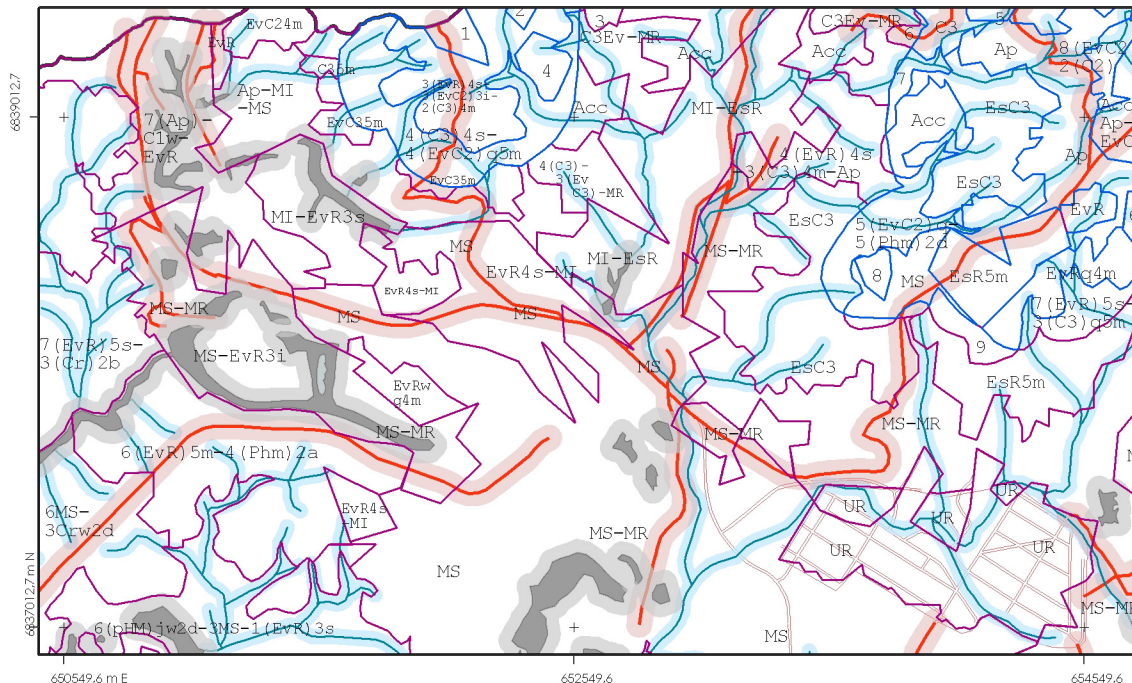
- vertente em patamar alto
- vertente me patamar médio
- interflúvio em patamar médio
- vertente em patamar baixo
- vale médio
- vale baixo

localidades e sub-localidades com litologia da formação Serra Alta:

- cuesta-topo
- interflúvio em patamar baixo



Definição da estrutura morfológica natural da paisagem compreende a divisão da bacia hidrográfica em localidades e sub-localidades com condições homogêneas de ecologia, clima, relevo, geologia e geomorfologia. Cada uma destas localidades apresenta características ambientais específicas, assim, como condições e fatores homogêneos de propagação de impactos ambientais.



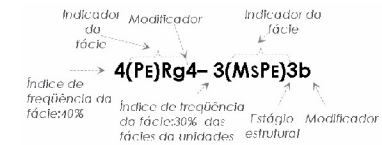
ESTRUTURA MORFOLÓGICA NATURAL DA PAISAGEM (2000)

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 20 000

Legenda

Composição do índice das comarcas e suas associações:



- Modificadores:
 l - declividades baixas <10%
 q - declividades extremas >30%
 w - aspecto árido - insolação >5 SE; decliv >15%
 g - solos de textura grossiera
- Estágio estrutural:
 2 - herbáceo
 2a - arbustos raquíticos
 3 - arbustivo-herbáceo
 4 - floresta recente
 5 - floresta nova (30-80 anos)
- Estratificação:
 s - simples
 m - multi-estratificado
 i - irregular

Índice das comarcas e associações das comarcas:

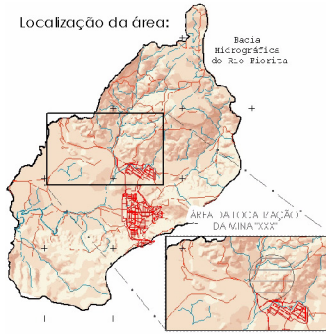
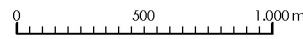
Índice	nome	condições típicas	modifica- dores
C1	Capoeirinha	altitudes de 100-200m; declividade baixa e média; solos podzólicos bem estruturados de textura média;	g,w
C2	Capoeira	altitudes de 100-200m; declividade baixa e média; solos podzólicos bem estruturados de textura média;	l,g
C3	Capoeirão	altitudes de 100-300m; declividade baixa e média; solos podzólicos e cambissolos mal estruturados de textura média;	g,l
EvR	Reforestame nto com eucalipto	agrupamentos mistos sobre solos de estrutura média; declividade variada; alguns depósitos coluviais;	w,l,g
C3Ev	Capoeirão com eucalipto	agrupamentos mistos sobre solos de estrutura média; declividade variada; alguns depósitos coluviais;	l,g
EvC2	Eucalipto com capoeira	agrupamentos mistos sobre solos de estrutura média; declividade variada; alguns depósitos coluviais;	w,g
Phm	Vegetação pioneira	áreas abandonadas pela mineração; aspecto árido e muito diluído; solos não estruturados grosseiros; declividades accentuadas ou lamens planas;	--
Acc	Agricultura ciclica	áreas próximas aos cursos de água e interflúvios; cambissolos em declividades baixa e média	--
Ap	Agropecuária a pastagem	áreas próximas aos cursos de água e interflúvios; cambissolos em declividades baixa e média	--
MS	Mineração	minas de carvão em subsolo e a céu aberto	--
MR	Depósitos da mineração	depósitos de estéril e rejeito de carvão	--
MR	Áreas abandonadas pela mineração	áreas lamplanadas ou crateras de mineração a céu aberto	--
UR	Área urbana	loteamentos urbanos, povoados e infra-estruturas	--



- Unidade da paisagem regional:
 Ds
- limites das comarcas e sub-comarcas:
 Formação Rio Bonito
 Formação Palemo
- áreas sobre influência:
 do sistema de drenagem
 das lagoas acidas
 em cavas de mineração

- convenções cartográficas:
 sistema viário
 limite da área urbana
 limite da bacia hidrográfica
 hidrografia
 lagoas
 lagoas acidas em cavas de mineração

- Localidades morfológicas da Formação Rio Bonito:
 vale baixo
 vale médio
 vertente em patamar baixo
 vertente em patamar médio
 interflúvio em patamar baixo



Fonte de dados:
 Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A.," - São Paulo - 1996
 Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
 Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE)
 Datum Vertical: RN2Q E RN1446-1 (IBGE)

Metodologia:
 Delimitação das localidades geossintêmicas por geoprocessamento - KARNAUKHOVA(2000)
 Análise e mapeamento de geossintêmicas - RIC (1998), SHISHENKO (1988), MATEO(1984).

Execução:
 Org. e edição - KARNAUKHOVA E, geógrafa, MSc (2002)
 Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

7.6.4 Modelo cartográfico 3: Estrutura Territorial Produtiva da Paisagem

7.6.4.1 Introdução

Mapeamento da estrutura territorial-produtiva da paisagem representa a diferenciação e estratificação da área de estudo em unidades de mapeamento de acordo com a diferenciação funcional do geossistema, combinação homogênea de usos do solo e fenômenos ecológicos, por estes produzidos. É uma diferenciação sintético-qualitativa das unidades da paisagem homogêneas no contexto das suas propriedades tecnológicas, produtivas e/ou suas funções sociais.

O mapeamento da estrutura territorial-produtiva da paisagem consiste no mapeamento da distribuição de meios e recursos de trabalho com objetivo de inventário de fontes e objetos de influência em suas formas territoriais concretas e no registro da intensidade destas influências (MIRSAEV et al., 1988).

Tem por objetivo:

- (a) possibilitar mapeamento integrado dos sistemas de uso de solo e as fontes de influência antrópica;
- (b) disponibilizar informações básicas sobre a distribuição de sistemas de uso de solo para fins de gestão e planejamento;
- (c) constituir a base para posterior geração de indicadores geoecológicos sintéticos, cuja avaliação permite monitorar a evolução da situação ecológica, realizar valoração econômica das condições ambientais, assim como fundamentar a previsão da propagação de impactos negativos;
- (d) constituir base para monitoramento complexo da paisagem;
- (e) conceber a ferramenta para reorganização funcional da paisagem, cientificamente fundamentada, e para preservação da diversidade das condições ecológicas (inclusive biodiversidade).

O mapa da estrutura territorial-produtiva da paisagem é segundo documento de inventário ecológico mais importante, considerando que possibilita revelar as regularidades da

diferenciação espacial dos fatores e recursos para desenvolvimento funcional do território e identifica as fontes e potencial de impactos ambientais.

As escalas comum para elaboração de mapas de Estrutura Territorial-Produtiva (ETP) da paisagem para projetos regionais são de 1:20.000 à 1:50.000, enquanto os inventários cadastrais para projetos locais realizam-se nas escalas 1:5.000 e 1:10.000 e exigem suporte específico em campo.

O mapa é o produto da fotointerpretação associativa, ao longo da qual se estrutura um BD, que disponibiliza as informações para vários tipos de atividades humanas, sobretudo, para alocação de recursos de planejamento. Este mapa é de essencial importância para definição das estratégias de preservação ambiental, medidas mitigadoras de impactos e para alocação de novas atividades antrópicas.

Os procedimentos metodológicos adotados para desenvolvimento deste trabalho baseiam-se na análise de experiências internacionais de mapeamento (particularmente da Rússia) e no sistema de classificação de uso do solo do IBGE.

As unidades de mapeamento são diferenciadas por fotointerpretação e trabalhos de campo para verificação dos limites e da identificação das unidades de mapeamento. O projeto de mapeamento deve incluir descrição amostral das unidades diferenciadas (ou documentação institucional coletada), incluindo os registros das análises laboratoriais das amostras de emissões e efluentes líquidos.

O mapa pode ter uma aplicação específica, por exemplo, para normatização regional das emissões atmosféricas ou efluentes líquidos. Além disso, exige do executor os conhecimentos gerais de regularidade da formação da paisagem natural e o conhecimento total dos fundamentos da produção industrial e agrícola da região.

7.6.4.2 Classificação e mapeamento das unidades da estrutura territorial produtiva da paisagem

7.6.4.2.1 Conceito da Estrutura Territorial Produtiva

Estrutura Territorial Produtiva – é um complexo de formas de produção sobre um território, que formam um sistema de exploração de recursos do território ou/e usos de solo (SHISHENKO,1988; MIRSAEV *et al.*, 1988).

A paisagem, assim, é vista como um recurso, por meio do qual se realizam os objetivos do uso do solo, que *"consiste numa aplicação geograficamente localizada de interesse ou também das atividades a fim de satisfazer as necessidades a partir dos recursos naturais e de meios tecnológicos que, em conjunto, definem um sistema territorial. (...) O uso consiste na relação mais elementar que se estabelece entre a sociedade e o território"* (PARDAL, 1988: 151).

Os diferentes tipos de uso do solo e ligadas a estes as técnicas de transformação da paisagem num determinado território transformam-se e consolidam-se com o tempo em distintos sistemas regionais de exploração. Á cada um dos tipos de uso do solo, historicamente formado num território, corresponde um conjunto de objetivos funcionais, tipos e métodos da ação transformadora sobre a paisagem natural. Os métodos e as técnicas da ação antrópica, as suas manifestações, a profundidade e a área da sua distribuição dependem da interação de dois fatores determinantes: a intensidade do tipo de exploração e as características geoecológicas (ou a estrutura morfológica natural) da paisagem.

O sistema de uso do solo, associado às propriedades e ao potencial da estrutura morfológica da paisagem natural, assim como as fontes de influência, formam a Estrutura Territorial Produtiva da paisagem.

O mapeamento da Estrutura Territorial Produtiva pode ser visto como a descrição e delimitação de empreendimentos humanos na terra e água, que compreendem:

- (a) atividades (as modificações presentes da paisagem, o uso atual efetivo de terra e estruturas físicas relacionadas);

- (b) cobertura de terra relacionada para com usos definidos (onde cobertura assinala a presença de um uso é importante interpretar padrões e impactos do mesmo, como, por exemplo, no caso de fomento florestal, reflorestamentos, agricultura e extrativismo);
- (c) áreas de interesses ou de usos declarados (onde as futuras decisões podem ser afetadas por tais interesses: áreas para reforma agrária, para construção ou duplicação de rodovias, etc.);
- (d) entidades legais (limites legais, posses, e regulamentos que afetam uso, como áreas de interesse ambiental legal);
- (e) meios de produção, como fontes e objetos de ação geoecológica.

Para os fins do mapeamento são consideradas como unidades da estrutura territorial produtiva somente aqueles elementos do geossistema e meios de trabalho que fazem parte dos processos ativos de exploração da paisagem, visto que o efeito ecológico é exercido somente por atividades antrópicas ativas materializadas por meios de trabalho. Quando o respectivo processo de exploração é finito, a unidade da paisagem resultante e os elementos de trabalho nele acumulados devem ser vistos enquanto unidades artificiais da diferenciação morfológica da paisagem (por exemplo, crateras da mineração, depósitos do estéril, etc.), que evoluem no tempo segundo processos ambientais naturais (erosão, vegetação pioneira em diversos estágios, etc.). Deste modo, as respectivas unidades não são classificadas como as de uso de solo, porem como as de cobertura (podendo ou não representar certo potencial para usos futuros). Com efeito, as respectivas unidades são classificadas e identificadas segundo as especificações diferenciadas nos Quadros¹ 45 e 46. (p. 302 e 305)

Os meios de produção são considerados como objetos de mapeamento na qualidade de principais formas e fontes de poluição e de processos de transformação ambiental na área de estudo. Todos os objetos e formas de materialização das atividades antrópicas são mapeadas em função da classificação tipológica que reflete o impacto ecológico da produção e a sua dependência da qualidade das condições ambientais.

Esta classificação baseia-se no Sistema de Classificação de Uso da Terra (IBGE, 1999), onde são diferenciadas sete classes principais de uso, das três esferas de atividades: *industrial, agrícola e não-produtiva*. As referidas classes são subdivididas em várias subclasses, tipos e subtipos, onde

¹ “Codificação das unidades de mapeamento com coberturas florísticas heterogêneas complexas” e “Códigos e definições para unidades antropizadas, sem vegetação ou com vegetação rala”.

complexidade da diferenciação depende da escala do mapeamento. A caracterização completa das unidades de mapeamento consta no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999).

7.6.4.2.2 Unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva

A diferenciação das unidades de mapeamento com base na classificação de tipos de uso do solo tem em conta a exploração de um determinado recurso ambiental e a tecnologia ou a forma socioeconômica desta. Na definição do tipo da unidade de mapeamento são considerados: o tipo da produção (tecnologia e relações sociais) e de manejo, caráter dos seus impactos ambientais ou a sua dependência das condições geoecológicas da paisagem.

Segundo a classificação proposta pela IBGE (e que continua em desenvolvimento), são diferenciados *classes* (definidos segundo tipo de produção), *tipos* (diferenciados segundo sistemas de manejo ou especificidade de processos tecnológicos) e *subtipos* (diferenciados em função da especificidade do processo produtivo ou dos seus resultados) de uso de solo (IBGE, 1999).

Basicamente, são identificadas sete classes de uso: (1) *agricultura*; (2) *pecuária*; (3) *agropecuária*; (4) *extrativismo*; (5) *mineração*; (6) *áreas especiais*, e (7) *áreas urbanas*. No contexto destas sete classes principais pode ser diferenciado um número bastante grande de tipos e subtipos segundo as condições locais encontradas (Quando 52). A profundidade da diferenciação tipológica das unidades de uso depende da escala do mapeamento: maior a escala de mapeamento – maior o número de subtipos deve ser identificado.

Na classificação, das unidades de mapeamento é considerada a seguinte regra:

- quando mais de 80% da área delimitada é dominada por uma das classes de uso, a referida unidade será mapeada como unidade simples;
- caso duas das classes de uso ocupam 80% da área em conjunto, a unidade é mapeada como de classe mista.

Em outros casos as unidades devem ser mapeadas como unidades complexas de uso, definidas adiante.

QUADRO 54 – Classes Tipos e Subtipos de Uso do Solo (quadro do autor, fonte de dados: IBGE, 1999)

Classes	*	Tipos de uso		Referencia de cores	Sub-tipos de uso		
		*	Denominação		*	Denominação	Simbologia complementar
Agricultura	A	AS	Agricultura de subsistência	R:255 G:214 B:168			AS _(m) – com cultivo de mandioca Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura dominante
		AT	Agricultura tradicional	R:255 G:168 B:168	ATp	...com cultura permanente	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura permanente
					ATc	...com cultura cíclica	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura permanente
					ATpc	...com cultivo misto	Com letra subscrita devem ser identificadas culturas dominantes: ATpc _(lf) - com laranja e feijão, sendo que em primeiro lugar sempre vem a cultura permanente
		ATr	Agricultura de Transição (na legenda sempre que possível indicar o método de manejo- ATrc _(m) : agricultura de transição com culturas cíclicas predominando a cultura de milho em sistema de semimecanização)	R:255 G:115 B:0	ATrp	...com cultura permanente	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura permanente
					ATrc	...com cultura cíclica	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura cíclica
					ATrpc	...com cultivo misto	Com letra subscrita devem ser identificadas culturas dominantes: ATrpc _(lf) - com laranja e feijão, sendo que em primeiro lugar sempre vem a cultura permanente
		AM	Agricultura Modernizada (indicar o tipo de manejo na legenda)	R:255 G:0 B:168	AMp	...com cultura permanente	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura permanente
					AMc	...com cultura cíclica	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura cíclica
					AMpc	...com cultivo misto	Com letra subscrita deve ser identifica uma cultura permanente e cíclica dominantes
					AMaf	... com cultivo agroflorestal	Indicar as culturas dominantes: primeiramente florestal depois agrícola.

continua

continuação - Classes, Tipos e Subtipos de Uso do Solo...

Classes	*	Tipos de uso		Referencia de cores	Sub-tipos de uso		
		*	Denominação		*	Denominação	Simbologia complementar
		R/F	Reflorestamento e/ou Florestamento	R:255 G:235 B:168	R	Reflorestamento com espécies exóticas	As espécies de reflorestamento devem ser definidas entre os parênteses e subscritos ao símbolo principal
					F	Florestamento com espécies exóticas	
					Rn	Reflorestamento com espécies nativas	
					Fn	Florestamento como espécies nativas	
Pecuária	P	PE	Pecuária sistema extensivo	R:194 G:230 B:0	PEc	... com finalidade de corte	Deve –se indicar o tipo de gado em subscrito e entre parênteses: (b) – bovino; (c) – caprino...
					PEcl	... com finalidade mista	
		PS	Pecuária sistema semi-intensivo	R:168 G:255 B:0	PSc	... com finalidade de corte	
					PSI	... com finalidade de leite	
					PScl	... com finalidade mista	
		PI	Pecuária sistema intensivo	R:105 G:230 B:0	PIc	... com finalidade de corte	
					PII	... com finalidade de leite	
PIcl	... com finalidade mista						
Agropecuária	AP	APs	Agropecuária de subsistência	R:168 G:143 B:0		Deve –se indicar a cultura e o tipo de gado em subscrito e entre parênteses; sempre em primeiro lugar agricultura e em segundo a pecuária	
		AP	Agropecuária	R:205 G:173 B:168			
Extrativismo	E	EV	Extrativismo vegetal	R:153 G:230 B:230		Deve-se indicar o tipo de produto coletado	
		EA	Extrativismo Animal	R:168 G:255 B:214			
		EM	Extrativismo Mineral	R:137 G:205 B:173	EM1	Com sistema de garimpagem	Sempre que é possível indicar o produto extraído em subscrito e entre parênteses
EM2	Com lavra de material para construção						
Mineração	M	MCA	Mineração a Céu Aberto	R:204 G:204 B:204		Sempre que é possível indicar o produto extraído em subscrito e entre parênteses	
		MSS	Mineração Sistema Subterrâneo	R:233 G:233 B:233			

continua

continuação - Classes, Tipos e Subtipos de Uso do Solo...

Classes	*	Tipos de uso		Referencia de cores	Sub-tipos de uso	
		*	Denominação		*	Denominação
Áreas Especiais	AE	AER	com destinação para Reservas	R:255 G:255 B:168		indicar o tipo de reserva em subscrito e entre parênteses: (i) – indígena; (e) – extrativista; (Ec) – ecológica; (b) – biológica; (m) – militares
		AEP	com destinação para Parques	R:230 G:230 B:153		indicar o tipo de parque em subscrito e entre parênteses: (n) – nacional; (e) – estadual; (m) – municipal.
		AEF	com destinação para Florestas	R:235 G:255 B:168		indicar o tipo de regime jurídico em subscrito e entre parênteses: (n) – nacional; (e) – estadual; (m) – municipal; (p) – particulares
		AEA	.com destinação para APA	R:190 G:205 B:137		
		AEE	... com destinação para Estação Ecológica	R:192 G:255 B:168		
Áreas Urbanas	AU	AUR	... Residenciais	Hachura em preto ângulo 135°, espaçamento 0,5 mm		Sempre que é possível o tipo de área industrial deve ser identificado em subscrito e entre parênteses
		AUC	... Comerciais			
		AUI	... Industriais			
		AUCi	Complexos Industriais e comerciais			
		AUM	Áreas urbanas de uso misto			
<ul style="list-style-type: none"> - símbolos definidos <p>Referência de cores com base no padrão gráfico do Plotter HP650C Todas as culturas e espécies de gado e produtos explorados devem ser listadas na legenda do mapa</p>						

7.6.4.3 Convenções Cartográficas

7.6.4.3.1 Identificação das unidades de mapeamento segundo tipologia dos usos e tecnologia de exploração

Para identificação (ou codificação) das unidades de mapeamento segundo a tipologia de usos e a tecnologia de exploração deve ser adotado o sistema de codificação proposto por IBGE (1999, p 23), apresentada no Quadro 54.

Para mapeamentos de detalhe os códigos de subtipos e tipos de uso são acrescentados com uma ou duas letras subscritas entre parênteses, que indicam as culturas dominantes e/ou tipo de gado ou rebanho para agropecuária; o tipo de manejo e/ou jurisdição para áreas especiais. Ao listar as

espécies agrícolas dominantes deve-se tomar cuidado de diferenciar as que apresentam a mesma letra inicial. Estas devem ser identificadas com uma segunda letra, para uma das culturas ou receber uma outra letra, que não foi utilizada em nenhuma das folhas do projeto (por exemplo: y, w...).

7.6.4.3.2 Convenções cartográficas para identificação das fontes de influência antrópica e da poluição ambiental

Além da representação das unidades de mapeamento segundo a tipologia de uso de solo o Mapa da Estrutura Territorial-Produtiva deve representar os objetos tecnológicos e socioeconômicos, classificados e interpretados como fontes de poluição e/ou influência antrópica, com certo potencial ativo ou os parâmetros físicos que definem suas propriedades.

Um elemento importante constituem os limites reais da localização das fábricas e indústrias, que na escala grande devem ser representadas como **áreas** (pátio tecnológico de uma fábrica) ou **zonas industriais** (associações de áreas com mesma plataforma tecnológica que não se dissociam morfologicamente). As áreas e zonas tecnológicas, por sua vez, compreendem um complexo de formas pontuais e lineares de ação geoecológica: chaminés, canais de descarga, estações de carregamento, etc. Todos eles representam-se no mapa com seus respectivos símbolos e segundo a escala.

Os objetos lineares de mapeamento, como as estradas ou linhas de transmissão, são classificadas e mapeadas segundo formas de influência sobre as condições geoecológicas.

O sistema de sinais convencionais elaborado para o fim, deve realçar a semelhança ou diferenciação da tipologia tecnológica dos objetos, sua hierarquia e potencial ecológico. Assim como, garantir a exatidão da avaliação sobre o mapa do potencial ecológico cumulativo das referidas fontes de ação antrópica. O Quadro 55 apresenta um sistema de sinais convencionais elaborado para legenda do trabalho.

7.6.4.3.3 Limites das unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva da paisagem

A Figura 23 apresenta convenções adotadas para limites das unidades de mapeamento de distinta ordem taxonômica:


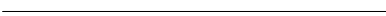



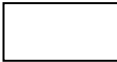




























	Limites das áreas urbanas -0,80 mm - vermelho
	Limites das unidades de uso - 0,35 mm - preto
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)
	Limites das áreas industriais - 1,00 mm - preto

FIGURA 23 – Convenções para limites das unidades de mapeamento da estrutura territorial produtiva da paisagem (figura do autor)

QUADRO 55 - Sistema de sinais convencionais para representação da estrutura territorial produtiva da paisagem (quadro do autor)

1	Áreas industriais	
1.1	Área ocupadas pela produção industrial	
1.2	Exploração das instalações industriais e das redes de engenharia	
1.3	Armazenamento dos resíduos e lixo industrial	
1.4	Parques de carregamento de matérias-primas, resíduos e produtos tóxicos	
2	Mineração	
2.1	Áreas tecnológicas de exploração subterrânea	
2.2	Mina ativa no subsolo	
2.3	Mina desativada Com pilares Sem pilares	
2.4	Exploração à céu aberto	
2.5	Ventiladores/exaustores das minas	

2.6	Descarga e purificação das águas das minas	
3	Áreas tecnológicas de enriquecimento de minérios	
3.1	Lagoas de decantação	
3.2	Depósitos de estéril número indica altura dos montes(cones)	
3.3	Depósitos do rejeito	
4	Limite da área urbana Arruamentos Habitações isoladas Área habitacional Áreas de recreação Áreas sem uso	Tabelas de convenções do IBGE (conforme CIM e mapeamento sistemático); Manual técnico de uso de terras (1999)
5	INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTES	
5.1	Ferrovias	Tabelas de convenções do IBGE (conforme CIM e mapeamento sistemático); Manual técnico de uso de terras (1999)
5.2	Rodovias	
5.3	Linhas de transmissão de energia	
5.4	Áreas de carregamento: Transporte rodoviário e ferroviário	
5.6	Áreas tecnológicas de captura de águas	
5.7	Instalações de captura Subterrânea Superficial	
5.8	Conduitas de água	
6	AGROPECUÁRIA	
6.1	Fruticultura	
6.2	Tabaco	

6.3	Vinicultura	
6.4	Banana	
6.5	Café	
6.7	milho	
6.8	soja	
6.9	cítricos	
6.10	Terras abandonadas ou em repouso	
7	PECUÁRIA	
7.1	Avicultura	
7.2	Gado	
7.3	Suinocultura	

Para mapeamentos que envolvem áreas com intervenção das obras de engenharia, as áreas abrangidas por alteração e modelagem das formas de relevo devem ser demarcadas especificamente com indicação dos parâmetros físicos destas alterações.

7.6.4.3.4 Designação e convenções das unidades complexas de mapeamento

São classificadas como unidades compostas ou complexas de mapeamento aquelas que compreendem os usos do solo cujos limites são pouco nítidos ou se a diferenciação das unidades homogêneas é muito fragmentada (as unidades elementares são muito pequenas e intercaladas com certa regularidade nos limites de uma unidade de nível superior).

As unidades compostas podem representar associações, de certo modo homogêneas, de até três classes de unidades de uso, onde cada tipo pode ser identificado com um indicador.

A morfologia das unidades compostas é definida pela classe de uso, que mais vezes se repete dentro dos limites da referida unidade. Isto é, pela unidade elementar com maior índice de frequência. Para definir o caráter da morfologia da unidade composta e identificar a importância de uma classe ou tipo de uso na formação da unidade utiliza-se um número decimal que indica porcentagem da área ocupada com um tipo de uso com relação ao total da área da unidade. Deste modo a identificação e o índice da unidade são estruturados na ordem decrescente da frequência do tipo de uso.

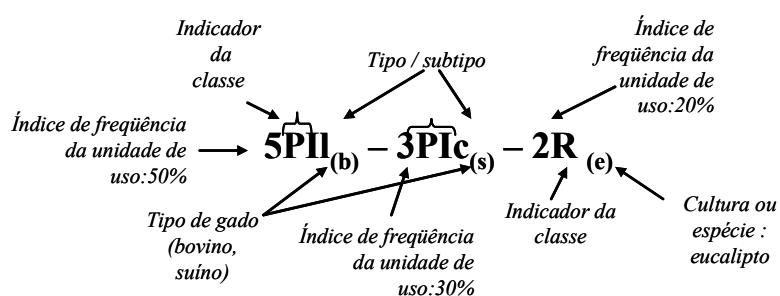


FIGURA 24 – Convenções das unidades compostas de mapeamento da estrutura territorial produtiva (figura do autor)

Nos limites de uma unidade de mapeamento podem ocorrer mais que três tipos de uso, porém nem todos os tipos são indicados para compilação do índice da unidade de mapeamento. Se um tipo tem ocorrência superior ou igual a 20% nos limites da unidade diferenciada é indicado para compilação do índice. Alguns dos tipos de uso com frequência inferior a 20% também podem ser indicados para composição do indicador, vista sua especial importância ecológica (unidades de garimpo, reflorestamento em áreas críticas, etc.). Como alternativa estas unidades importantes podem ser referenciadas com sinal convencional pontual, ou a informação a seu respeito pode ser armazenada em BD digitais.

Este tipo de identificação também pode ser usado para generalização das unidades de mapeamento com redução da escala do mapa e/ou quando as unidades de mapeamento representam polígonos muito pequenos para escala do mapa.

Optar pelo número exagerado de unidades compostas pode prejudicar o processo de interpretação cartográfica. Por essas razões a delimitação das unidades compostas deve ser feita somente em casos, onde não existem alternativas.

7.6.4.4 Legenda do Mapa da Estrutura Territorial-Produtiva da Paisagem

A legenda do mapa deve prover uma descrição sumária de todos os componentes das unidades de mapeamento e simbologia utilizada, junto com toda a informação de suporte, incluindo localização e os objetivos de mapeamento, nível averiguado de exatidão, fontes de dados e levantamento de campo, número de fotografias aéreas e créditos.

Análogo ao mapa da Estrutura Morfológica da Paisagem dois tipos de legenda podem ser adotadas: a reduzida e extensa. Para os mapas impressos a legenda extensa (ou analítica completa) torna-se obrigatória, enquanto os mapas em formato digital, considerando o arquivo de metadados e BD associados, podem apresentar legendas reduzidas com o mínimo de informações. O Quadro 56 lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa da estrutura territorial produtiva.

QUADRO 56 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da estrutura territorial produtiva da paisagem (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas); 	Exemplo: Estrutura Territorial Produtiva da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis - SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referencias); 	
3. Forma de designação das unidades de mapeamento	Deve apresentar exemplos de concepção do índice das unidades de mapeamento	
4. Limites poligonais	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Classes de uso de solo	Lista de todas as classes de uso de solo que foram mapeadas e seus códigos	
6. Tipos e subtipos de uso de solos	Lista de todas as unidades de tipos de usos que foram mapeadas e seus códigos	
7. Áreas e zonas industriais	Prove descrição das unidades diferenciadas, incluindo índice, situação típica, processos predominantes, fontes de poluição	Discriminação mais detalhada das unidades deve ser disponível em relatório do mapeamento
8. Objetos de influência e Fontes de poluição	Sistema de convenções específicas para identificação das fontes e objetos de influências, seus parâmetros e potencial.	Somente usados na folha de mapeamento
09. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - fotografia aérea (ano, escala nominal, números de fotos, pan ou coloridas, origem) - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.) - % dos polígonos checados - tipo de exatidão 	
10. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
11. Referencias bibliográficas	Referencia aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.6.4.5. Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo

Os procedimentos de mapeamento obedecem a trâmite geral descrito no Capítulo 5. Neste parágrafo discriminam-se somente alguns procedimentos específicos para elaboração do mapa da estrutura territorial-produtiva da paisagem.

7.6.4.5.1 Planejamento

O mapa da estrutura territorial produtiva da paisagem é o principal documento do inventário socioeconômico e funcional da paisagem e exige na sua elaboração atenção específica para com a exatidão da interpretação e coleta de informações.

Devem ser enfatizados com maior atenção seguintes passos do planejamento:

(1) Definição dos objetivos e desenvolvimento do plano de trabalhos.

Os objetivos finais de geração do mapa (requerimentos do contratante) devem ser ponderados com bastante cuidado, pois deles dependerá: a escala do mapeamento final, detalhe de informação necessária para execução do projeto e, por conseqüência, a intensidade espacial de trabalhos de campo. Os objetivos considerados compreendem além do resgate de dados do cadastro socioeconômico em nível municipal ou local, os usos posteriores do documento cartográfico. As aplicações analíticas específicas dos dados processados para concepção do mapa e outros pormenores permitem definir adequadamente o plano de trabalho de campo, definir a escala e o nível de controle de exatidão cartográfica.

(2) Compilação de dados pré-existentes.

O mapeamento da estrutura morfológica da paisagem exige especial atenção para com estudo prévio e aquisição de mapeamentos históricos de uso e cobertura do solo para região e áreas adjacentes (ou séries históricas de fotografias aéreas); revisão bibliográfica crítica dos trabalhos técnico-científicos inerentes; levantamentos de dados estatísticos da produção e socioeconômicos (e principalmente sua interpretação correta com relação à área de estudo, considerando as unidades de coleta de dados ou setores censitários); elaboração de questionários¹ ou fichas de

¹ Os questionários deverão ser aplicados nas agências do IBGE, escritórios da EMBRAPA, INCRA, Prefeituras e outras instituições estaduais ou regionais (como associações industriais ou sindicais) que possam fornecer as informações sobre área de trabalho.

coleta e descrição amostral e dados institucionais e das empresas locais. Aquisição e análise destes dados é essencial para interpretação e classificação adequada das unidades de mapeamento e das fontes de ação antrópica.

Ao delinear os limites da área sobre o mapa-base, deve-se ter em conta que o estudo preliminar e pré-classificação das unidades de mapeamento devem sempre abranger uma área um pouco maior, o que permite avaliar corretamente a tipologia e taxonomia das unidades, assim como sua importância regional. Principalmente, quando se trata de mapeamentos de escalas grandes recomenda-se pré-diferenciação das unidades de maior táxon no mapa de escala média.

O mapa-base deve prover o sistema viário e de infra-estruturas, equipamentos sociais e objetos de engenharia, áreas de jurisdição específica e principais unidades fundiárias (optativo). A base geográfica do mapeamento é bastante resumida e compreende essencialmente o sistema hidrográfico e principais topônimos da área.

Após um estudo prévio de sistemas de uso de solo da região é necessário realizar uma análise da estrutura morfológica natural da área de estudo, com vista a diferenciar as regularidades ambientais de distribuição e frequência das unidades de mapeamento, que em função da tecnologia de exploração e do tipo de manejo preservam ou não a sua dependência e os limites associados da diferenciação espacial das localidades geoecológicas da paisagem. A compreensão desta interdependência permite uma classificação mais rigorosa das unidades de mapeamento.

(3) Reconhecimento em campo

A visita de reconhecimento se realiza após o término do estudo prévio. O reconhecimento de campo deve proporcionar a compreensão preliminar:

- (1) do padrão espacial da distribuição das feições da paisagem e associados à estas formas de exploração (observar a relação entre as propriedades naturais da área e as feições de uso);
- (2) a relação na morfologia das feições no terreno e polígonos na fotografia aérea ou imagem satélite;
- (3) da chave de fotointerpretação;
- (4) das facilidades de acesso e logística para trabalhos de campo;

(5) programar e/ou realizar algumas visitas nas instituições e empresas mais importantes, com vista a conhecer especificidades do processo tecnológico, técnicas de manejo e gerenciamento ambiental existentes na área de estudo.

A visita de reconhecimento deve atribuir especial atenção à aquisição de registros fotográficos catalogados e georreferenciados em loco (de preferência com auxílio do GPS), que facilitara pré-classificação e interpretação das unidades de mapeamento. A tomada das fotografias deve visar os pontos de transição de uma unidade para outra, com breve registro no relatório de campo dos elementos observados.

(4) Desenvolvimento do projeto da legenda

A *legenda de trabalho* ou o projeto da legenda do mapa elabora-se em função da classificação de usos e coberturas do solo preexistentes da área, após do estudo e reconhecimento da área de mapeamento. A legenda de trabalho representa um quadro, que visa sistematização hierárquica de todos os táxons e tipos de unidades de mapeamento, incluindo discriminação das suas definições e indicadores convencionais. A legenda de trabalho deve diferenciar tipologicamente e hierarquicamente os objetos e fontes de ação antrópica e disponibilizar as opções de símbolos convencionais para identificação de todas as formas previstas e possíveis de influência geoecológicas.

7.6.4.5.2 Pré-classificação das unidades de mapeamento

A estrutura territorial produtiva é formada como resultado da organização real da exploração do território e é fixada no mapa segundo a fotointerpretação e os dados institucionais. Com a redução da escala do mapeamento a importância da fotointerpretação aumenta. A generalização procede pela associação das unidades com mesmo perfil tecnológico ou mesma tipologia de uso do solo.

O sistema de procedimentos na pré-classificação das unidades e objetos de mapeamento deste mapa é praticamente idêntico ao do anterior (Mapa da Estrutura Morfológica Natural da Paisagem).

Assim, na fotointerpretação seletivamente delimitam-se as unidades de fácil reconhecimento, deixando-se as de classificação duvidosa em branco, e seguindo a ordem metodológica (MIRSAEV *et al.* 1988):

- (1) delinear as formas e objetos lineares, e onde possível as áreas da sua influência; alguns destes objetos, como as estradas, condutas de água ou linhas de transmissão podem ser extraídos do mapa-base ou de outras fontes;
- (2) delimitar as unidades industriais;
- (3) delimitar ou extrair de outras fontes os equipamento sociais;
- (4) definir as unidades agrícolas, agropecuárias, pecuárias e agro-industriais.

O conhecimento prévio da região e a seleção criteriosa da documentação institucional permitem diferenciar praticamente todas as unidades de mapeamento ainda na pré-classificação, considerando que a maioria dos objetos facilmente reconhecida na fotointerpretação.

Na seqüência, em cada polígono diferenciado destacam-se as fontes estacionárias de emissões gasosa e líquida e depósitos de resíduos sólidos. E baseado no tipo concreto da produção definem-se os principais poluentes associados às fontes demarcadas (Quadro 57). As referidas fontes são assinaladas com sinais pontuais e lineares.

QUADRO 57 – Composição química dos efluentes em áreas industriais
(Fonte: Petrov, 1992)

Tipo de industria ou exploração	Elementos químicos
Metalurgia	Ni, Cu, Fe, Cr, Al, Zn, Pb, Cd
Madeireira	Ni, Zn, Cr, Al
Empresas de reparos e prestação de serviços domésticos	Ni, Cu, Fe, Cr, Al, Zn, Pb, Cd
Energética	Cu, Fe, V
Editoras poligraficas	Pb
Têxtil	Fe, Mn
Construção	Fe, Mn
Serviços comunais	Cr

7.6.4.5.3 Levantamentos de campo

Os levantamentos de campo têm por objetivo averiguação dos contornos e indicadores ecológicos difíceis de definição pela fotointerpretação e para atualização dos elementos modificados desde o momento do aerolevanteamento.

O planejamento e organização de trabalhos de campo correm a trâmite comum, descrito anteriormente. Para mapeamentos de escalas grandes os levantamentos executam-se em sistema de malha, onde a distribuição dos pontos amostrais se dá em intervalos predeterminados de modo a formar um reticulado denso (uma malha) em toda extensão da área. A densidade da malha depende da homogeneidade de usos, detalhe do levantamento e classe de exatidão exigida. O levantamento em forma de perfis é apropriado para escalas de mapeamento inferiores à 1:10.000. Dependendo dos objetivos do trabalho e as características da área as técnicas mistas podem ser aplicadas.

As observações de campo visam um registro objetivo da identificação e classificação da tecnologia de exploração e principais métodos de manejo. Assim como, um inventário das fontes de influência até então não identificadas ou não classificadas, com auxílio do GPS, registros fotográficos digitais e descrições amostrais.

Para os mapeamentos de escala grande as fontes de poluição devem ser caracterizadas segundo parâmetros e emissões e resíduos, concentrações de poluentes, que podem ser comparados com normativos (indicados na seqüência na legenda do mapa)¹.

7.6.4.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

Esta etapa de mapeamento compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do layout do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações básicas: pré-classificação, fotografias, dados de campo, mapa temáticos auxiliares, etc.
- (2) Classificação e fotointerpretação final, com reajustamento dos limites das unidades de mapeamento;

- (3) Em caso de serem previstos as reproduções e impressão nas escalas inferiores à escala do mapeamento, devem ser realizados os procedimentos de generalização e edição cartográfica. Para mapeamento da estrutura territorial-produtiva são consideradas somente polígonos com tamanho superior ou igual 0,5 cm². As unidades que ficam abaixo deste limite ou são desconsideradas (caso têm frequência rara) ou são reclassificadas por agrupamento (até três tipos distintos), ou por assimilação, no contexto de uma unidade de classe mista. Este tipo de procedimento consiste no conhecimento das especificidades da tecnologia de exploração e tipos de manejo e deve sempre ser feita com participação do especialista. Por outro lado, com redução significativa da escala (por exemplo, de 1:10.000 para 1:50.000) a simplificação de limites poligonais também é necessária. Ambos os procedimentos de generalização podem resultar o reajuste de limites poligonais – processo que pode ser facilitado com uso da imagem satélite (que evidencia tanto a generalização de limites poligonais, quanto a consolidação da classificação das unidades de mapeamento).
- (4) Em seguida deve ser elaborada a nomenclatura final das unidades de mapeamento e entrada de atributos, paralelamente à reavaliação e checagem dos polígonos sobre a fotografia aérea e averiguação de dados de campo e outras informações. Nesta etapa se calcula também a estimativa da área que ocupam as unidades homogêneas em cada tipo de polígonos complexos. Recomenda-se transferir primeiro os dados de fointerpretação para o mapa-base e na seqüência entrar com a numeração de polígonos e sua nomenclatura. Em seguida pode ser dada entrada aos atributos alfanuméricos. Esta seqüência é preferencial porque a informação topográfica do mapa-base permite melhor reajuste e integração entre os limites das unidades de mapeamento. O mapa-base também permite uma visão integradora da paisagem da área e avaliação melhor do enquadramento lógico dos limites morfológicos da paisagem e de uso de solo.
- (5) Os objetos e fontes de ação antrópica são identificados em níveis distintos com sinais convencionais predefinidos².
- (6) Os parâmetros, composição de poluentes (definidos por amostragem ou segundo a coleta de dados) são discriminados em outro nível ¹.
- (7) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento.

¹ No âmbito da elaboração do EIA, a coleta de amostras e sua análise em laboratórios credenciados são de responsabilidade do executor e devem fazer parte de levantamentos de campo. Em outros casos os referidos dados podem ser adquiridos de outras fontes.

² Em software não-topológico recomenda-se armazenamento em forma de file separado para composição do layout por referenciamento.

- (8) Realiza-se edição final de dados digitais: (a) o mapa gerado é conferido mais uma vez com fotografias aéreas em tela; (b) as impressões experimentais são comparadas com fotos analógicas ou imagens classificadas.
- (9) Produzida legenda final do mapa.
- (10) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa impresso:

Considerando a necessidade de tornar a compreensão do mapa mais fácil possível e de prover de informações que facilitam e completam a percepção dos fenômenos representados, sempre que possível deve ser considerada a hipótese de colocação no mapa impresso de dados complementares. No caso da representação da estrutura territorial-produtiva da paisagem opcionalmente podem ser inseridas as seguintes informações e elementos gráficos:

(1) *qualitativos:*

- 1.a) carta-esquema de direção de ventos e massas de ar predominantes na região ou uma rosa-dos-ventos;
- 1.b) para mapas da escala grande podem ser inseridos mapas-enclaves nas escalas menores refletindo principais fontes regionais de influência antropotecnogênica; para mapas de escalas médias podem ser inseridos mapas-enclaves nas escalas maiores do objeto(os) (ou fonte de poluição) de maior importância.

(2) *quantitativos:*

- 2.a) podem ser adicionadas as informações a respeito dos parâmetros de intervenção antrópica, por exemplo: cartograma de emissões ou depósitos industriais; diagramas de conteúdo das emissões gasosas e efluentes líquidos, etc.
- 2.b) nos vazios do mapa devem ser inseridos os fluxogramas e polígonos de frequência de usos/cobertura do solo; diferenciação dos objetos tecnogênicos e fontes de ação antrópica;
- 2.c) um espaço específico pode ser reservado (caso a legenda não o permite) para apresentação dos padrões regionais de qualidade de ar e água ou de emissões limítrofes, etc.

7.6.4.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa

Os procedimentos de controle de qualidade na produção do mapa da estrutura territorial produtiva são idênticos aos do mapa da estrutura morfológica natural, portanto não serão especificados aqui.

Na avaliação da confiabilidade do mapa prevalecem os mesmos parâmetros definidos na secção 7.6.3.7 (p. 316) deste Capítulo.

7.6.4.8. Conclusões: dados mapeados e sua finalidade

Em cada projeto de mapeamento o mapa digital pode ser produzido com BD associados a cada polígono. A quantidade de dados associados a cada polígono define o aumento do potencial interpretativo do mapa e sua capacidade de resposta às necessidades do requerente¹.

A quantidade e estrutura de dados a serem associados aos polígonos dependem dos objetivos do projeto de mapeamento ou das necessidades do cliente (tipo de empreendimento e as suas exigências para com recursos ambientais). O mapa da estrutura territorial produtiva representa a base para avaliação do potencial socioeconômico e do estado geocológico do território; permite projetar o potencial de impactos cumulativos e discriminar as cotas regionais admissíveis de emissões, efluentes e depósitos sólidos (projetando posteriormente os impostos ambientais coerentes...). Com outras palavras, o mapa representa um documento multifinalitário, onde a cada unidade de mapeamento podem ser acrescentados os dados alfanuméricos que aumentam seu potencial prático.

Em geral, a listagem de atributos para BD alfanuméricos associados à cada polígono apresentada no Quadro 58, pode ser considerada suficiente para mapeamento da estrutura territorial produtiva na escala de 1:50.000.

¹ As alternativas de simbologia e *layout* final são normalmente definidas pelas necessidades e exigências do cliente ou objetivos do projeto. O mapa pode ser preservado somente com contornos poligonais e devidos indicadores de identificação o que facilita sua sobreposição em tela a uma ortofotografia, permitindo realizar monitoramento da área. Uso de códigos numéricos simplificados (numeração simples das unidades) pode ser empregue para uso em SIG e em legendas reduzidas.

QUADRO 58 – Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados às unidades de mapeamento da estrutura territorial-produtiva (quadro do autor)

Atribuições do projeto e da folha cartográfica	Repetidas em cada polígono
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nome do projeto ▪ Cartógrafo ▪ Especialista ▪ Nível de exatidão 	Recomenda-se para projetos grandes, onde a extração e importação de polígonos para determinados fins acontece com frequência.
Atributos poligonais específicos	Únicos para cada polígono
(1) armazenados para cada polígono ou por classe de polígonos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Numero da folha /Fonte de dados ▪ Unidade regional / Casse de uso de solo ▪ Tipo de manejo / Processo tecnológico dominante ▪ Para áreas especiais - tipo de jurisdição e regulamentos de exploração¹ ▪ Parâmetros físicos do polígono ou objeto: área, extensão, potencial de expansão. ▪ Dados socioeconômicos – produtividade, capacidade de produção etc.. ▪ Tempo de uso ou de exploração/ Data do inventário ou cadastro
(2) atributos das unidades complexas ou unidades com cobertura vegetal ²	<p>Atributos das unidades com distintos usos ou cobertura:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Percentagem de unidades elementares e áreas industriais ▪ Processo tecnológico ou tipo de manejo/ Regime jurídico e posse³ ▪ Fontes de poluição e seus parâmetros / registro de amostras analisadas <p>Atributos das unidades com vegetação</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Percentagem da área da unidade com relação à área da localidade sob influência de um tipo de uso do solo ▪ Definição do conteúdo florístico e estagio estrutural ▪ Regime jurídico da área e posse <p>Propriedades e interesses⁴ de usos específicos declarados</p>

¹ Os regulamentos de exploração das áreas especiais podem afetar o uso de terra e seu planejamento diretamente em áreas adjacentes e devem ser resumidos no inventário de uso de terra. Regulamentos e normas federais, estaduais e municipais de uso do solo devem ser armazenados no banco de dados.

² A cobertura é representada normalmente pelas comunidades biológicas ou materiais físicos em um local na hora de inventário. Cobertura é importante para entender e classificar coerentemente algumas categorias de uso de terra.

³ Jurisdição e posse descrevem que função a sociedade atribuiu para terra e como organizou administração desta. Compreendem jurisdições políticas, de propriedade e de posse de recurso. Esta informação é necessária para determinar as agências e as pessoas que influenciam decisões de uso de terra. Nomes de donos das propriedades particulares não devem aparecer neste grupo, a menos que a propriedade tem importância regional ou interesses de um novo empreendimento o exigirem (como no caso de construção de hidroelétricas ou de mineração, onde as questões de reassentamentos e de desapropriação representam um dos impactos previstos).

⁴ Os interesses específicos declarados por terceiros a respeito de determinadas áreas em uso ou sem uso antrópico sempre deveriam ser considerados, tratando-se de pessoas jurídicas ou físicas igualmente. Os esforços especiais devem ser feitos neste sentido principalmente quando se trata dos levantamentos para EIA/RIMA e/o para elaboração da legislação municipal. Desta forma muitos dos conflitos de uso futuros poderiam ser evitados ainda na fase de planejamento.

ESTRUTURA TERRITORIAL PRODUTIVA DA PAISAGEM

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 50 000

6843845,01 +

658212,00

Legenda

uso e cobertura do solo:

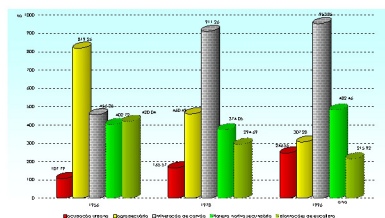
- AS agricultura de subsistência
- Ap agropecuária
- R/F reflorestamento
- C2/C3 capoeira e capoeirão
- mineração a céu aberto
- mineração ativa em sub-solo
- área urbana

convenções cartográficas

- sistema viário
- limite da área urbana
- limite da bacia hidrográfica
- hidrografia
- lagos

Definição da estrutura territorial produtiva da paisagem compreende a divisão do território em unidades de mapeamento de acordo com suas funções sociais e produtivas. Cada uma destas unidades apresenta características ambientais específicas a respectivos tipos de uso do solo e propriedades originais do geossistema.

Evolução do uso e cobertura do solo



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

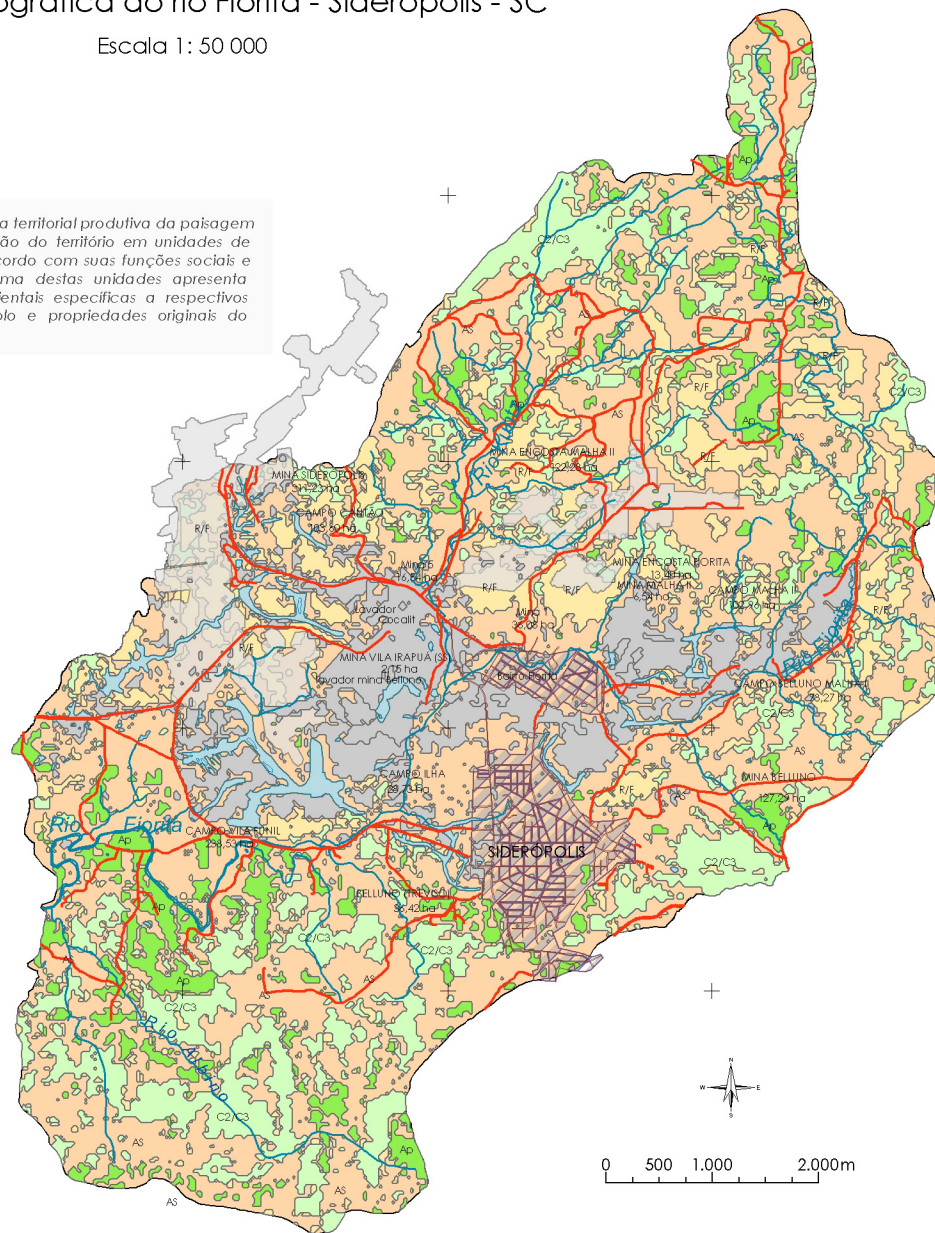
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Patna (IBGE)
Datum Vertical: RN2Q E RN1446-1 (IBGE)

Metodologia:

Mapeamento com base em dados da imagem Landsat TM 5 - 1996; Processamento digital da imagem R.E.Nogueira Loch (2000); Edição Vetorial Karaukhova E. (2000 - 2002); Metodologia de classificação - IBGE (1999) - Manual Técnico de Uso de Terra

Execução:

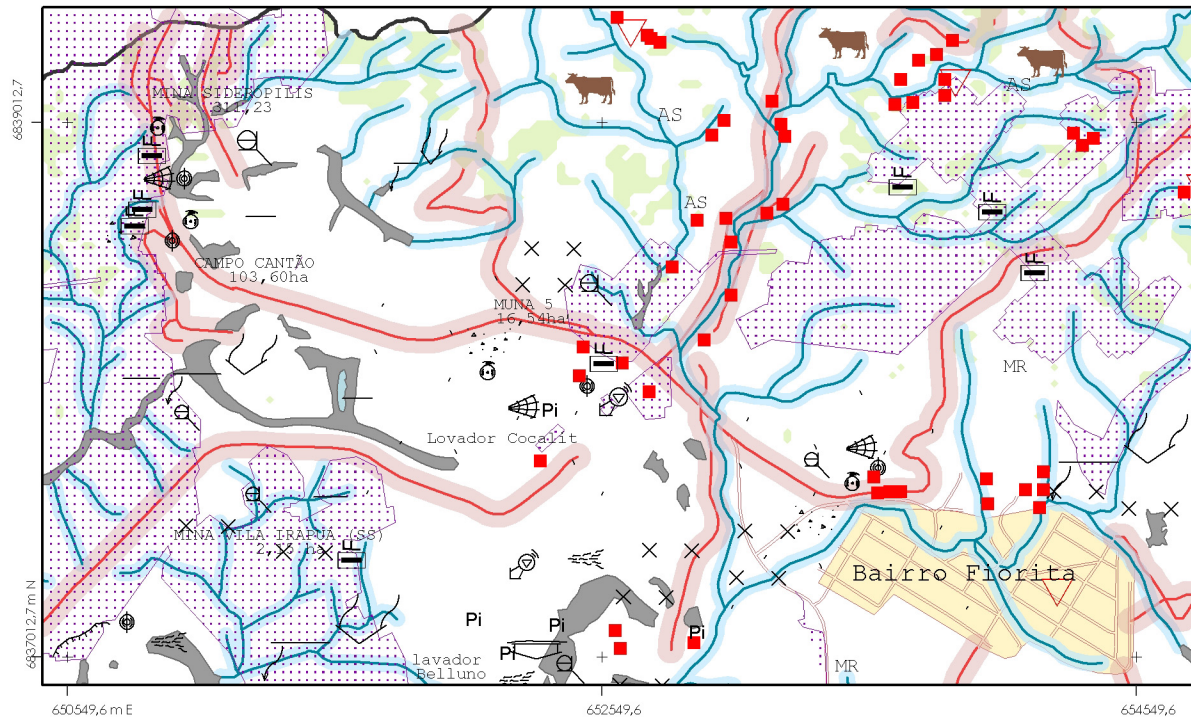
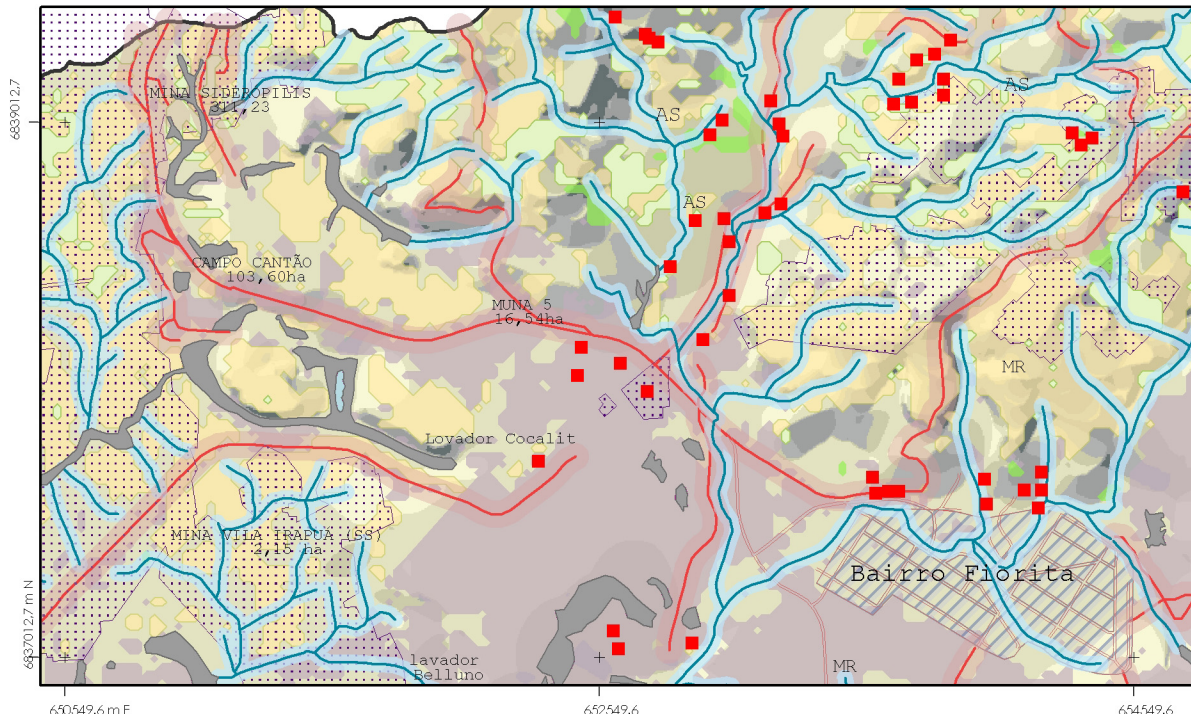
Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003



648206,22 m E

6834398 m N

0 500 1.000 2.000m



ESTRUTURA TERRITORIAL PRODUTIVA DA PAISAGEM (2000)

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 20 000

Legenda

uso e cobertura do solo:

- AS agricultura de subsistência
- Ap agropecuária
- R/F reflorestamento
- C2/C3 capoeira e capoeirão
- depósitos de rejeito
- mineração ativa em sub-solo
- area urbana
- lagoas ácidas em cavas de mineração
- construções

elementos de produção:

- pátios de carregamento
- ventiladores de minas
- descarga de águas de mineração sem tratamento
- terraplanagem
- boca de mina
- criação de gado
- pátio industrial

poluição:

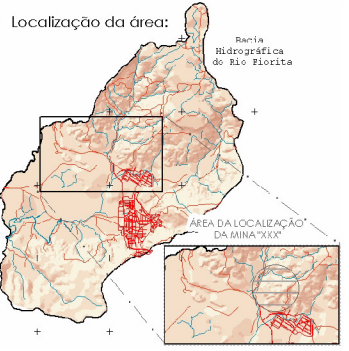
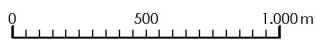
- poluição orgânica
- drenagem ácida local
- drenagem ácida superficial
- vibrações de baixa frequência
- ruídos
- odores
- poças
- emissões sólidas

Índice das unidades de mapeamento:

Índice	nome	condições típicas
AS	Agricultura de subsistência	Atividades agrícolas com propósito predominante de subsistência do produtor
Phm	Vegetação pioneira	Áreas abandonadas pela mineração; aspecto árido e muito árido; solos não estruturados grossos; declividades acentuadas ou terrenos planos
Acc	Agricultura culturas cíclicas	Áreas próximas aos cursos de água e interflúvios; cambissolos em declividades baixa e média
Ap	Agropecuária a pastagem	Áreas próximas aos cursos de água e interflúvios; cambissolos em declividades baixa e média
Mi	Mineração	minas de carvão em subsolo e a céu aberto
MS	Depósitos da mineração	depósitos de estéril e rejeito de carvão
MR	Áreas abandonadas pela mineração	áreas terraplanadas ou crateras de mineração a céu aberto
UR	Área urbana	loteamentos urbanos, povoados e infra-estruturas

- áreas sobre influência:
- do sistema viário
 - do sistema de drenagem
 - das lagoas ácidas em cavas de mineração

- convenções cartográficas:
- sistema viário
 - hidrografia
 - limite da área urbana
 - limite da bacia hidrográfica



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
 Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
 Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Marro da Palha (IBDE)
 Datum Vertical: RN2Q e RNI446-1 (IBGE)

Metodologia:

Metodologia de classificação - IBGE (1999) - Manual Técnico de Uso de Terra
 Proposta do sistema de convenções - Karnaukhova E. (2000 - 2002)

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
 Tese de Doutorado - PPGEC-UFS/CAPEs - 2000 - 2003

7.6.5 Modelo Cartográfico 4: *Processos Antrópicos da Transformação Ambiental*

7.6.5.1 Introdução: mapeamento de processos de ação antrópica e tecnogênica

Os mapas de inventário ecológico (os da estrutura morfologia e da territorial-produtiva) elaboram-se segundo metodologia rigorosa e complexa, que visa o cadastro geoecológico do território e suporte do prognóstico de impactos prováveis do empreendimento. Contudo, em situações reais os fenômenos vinculados à transformação tecnogênica do meio ambiente não se manifestam na morfologia da paisagem, como foi observado antes. Para sua identificação e estudo é necessária a elaboração de mapas com conteúdo específico, onde são analisados determinados processos antro-tecnogênicos de transformação das condições ambientais.

Os processos de transformação antrópica das condições geoecológicas do território representam variáveis de inventário ambiental, que se diferenciam pela origem das fontes de poluição e pela área por estas atingidas em função da específica do território em questão. Deste modo, o *Mapa de processos antro-tecnogênicos é compreendido como modelo cartográfico de conteúdo conceitual variável, que visa a representação de objetos e fenômenos antrópicos e tecnogênicos de transformação das condições ambientais naturais, com fins de análise da sua distribuição espacial, delimitação analítica das suas áreas de influência e definição das áreas abrangidas por impactos cumulativos ou da formação das anomalias geoecológicas.*

Em cada projeto em particular os objetos de representação deste modelo cartográfico são definidos considerando (MIRSAEV *et al.*, 1988):

- (1) a tipologia da estrutura territorial-produtiva do território, e por conseqüência, das fontes de poluição diferenciadas;
- (2) disponibilidade de dados de monitoramento geoquímico e a possibilidade de realização de levantamentos necessários para mapeamento de fatores de risco e análises laboratoriais de amostras.

Podem ser sujeitos ao mapeamento fatores e componentes distintos, ou algumas das suas combinações.

Um dos principais objetivos do mapeamento é a revelação da estrutura espacial da poluição, que diferencia, por sua vez, o espaço territorial pelo nível de risco ecológico. A estrutura geral da poluição depende da interdistribuição espacial das distintas fontes e da sobreposição das áreas tecnogênicas e fluxos dos poluentes, originados nas respectivas fontes. Com isso, as unidades tecnogênicas da estrutura morfológica da paisagem definem o tamanho total e a morfologia das áreas de influência de uma determinada fonte ou de um grupo de fontes. Em todo caso, atuais técnicas de análise da estrutura espacial da poluição permitem estabelecer os limites das áreas de influência somente de modo convencional.

Considerando que o principal objetivo de elaboração do mapa consiste em prover um suporte complementar para análise mais profunda das condições geoecológicas e da específica dos riscos ecológicos, a sua escala deve ser idêntica aos dos mapas de inventário. Isto é: 1:50.000; 1:20.000; 1:10.000 ou 1:5.000. As escalas grandes exigem um suporte específico de coletas em campo e encargos financeiros significativamente maiores.

O mapa é o produto de geoprocessamento de dados coletados para compilação do mapa da estrutura territorial-produtiva e dos dados das coletas amostrais de análises laboratoriais (qualidade de água, do ar, do solo, etc.).

7.6.5.2 Conceituação do mapeamento de processos de ação antrópica e tecnogênica

Constituem a base para representação cartográfica as observações da distribuição espacial de poluentes (essencialmente metais pesados) e outros fatores de degradação da qualidade ambiental (poluição sonora, poeiras, etc.) que afetam os corpos de água, o ar ou os solos. Isto é, componentes ambientais que acumulam e distribuem os poluentes. Com base no conhecimento do nível da poluição destes componentes ambientais pode ser julgado o estado e o potencial ecológico do território.

Entende-se pela **poluição** a *degradação da qualidade ambiental resultante das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, e lancem materiais ou energia em desacordo com os **padrões ambientais** estabelecidos (IBGE, 2002).*

Entende-se como **poluente** qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o componente ambiental (CONAMA N°003, 1990):

- *impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;*
- inconveniente ao bem-estar público;
- danoso aos materiais, à fauna e flora;
- *prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.*

Para diagnosticar a presença de elementos poluentes as concentrações de elementos químicos e substâncias devem ser comparadas com os padrões regionais pré-estabelecidos. Os padrões ambientais, ou padrões de qualidade do ambiente, são as *concentrações¹ de poluentes atmosféricos, hídricos ou dos solos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral (idem)*. O estabelecimento dos padrões ambientais tem por objetivo orientar a elaboração de normas e planos regionais de controle da poluição e minimização de impactos ambientais. Distinguem-se (*ibidem*):

- (1) Padrões Primários de Qualidade ambiental - são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população;
- (2) Padrões Secundários - são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

No Brasil os padrões de qualidade ambiental são estabelecidos nos seguintes documentos:
RESOLUÇÃO CONAMA N° 001, de 08/03/90 Estabelece padrões para a emissão de ruídos no território nacional.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 003, de 28/06/90 Estabelece padrões de qualidade do ar determinando as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

RESOLUÇÃO CONAMA N° 008, de 06/12/90 Estabelecer, em nível nacional, limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW (setenta megawatts) e superiores.

¹ Quantidade de uma substância dissolvida por unidade de volume de solução.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 010, de 14/09/89 Estabelece novos valores máximos para a emissão de gases de escapamento por veículos automotores com motor do ciclo Diesel.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 017, de 13/12/95 Ratifica os limites máximos de ruído e o cronograma para seu atendimento determinados no artigo 20 da Resolução CONAMA nº 08/93, excetuada a exigência estabelecida para a data de 1º de janeiro de 1996.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 020, de 18/06/86 Classifica das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Os estudos ecológicos das últimas décadas mostram que, em primeiro lugar, devem ser controladas as substâncias emitidas em massa: dióxido de enxofre (atmosfera); pesticidas (solos); metais pesados, fenol, derivados de petróleo (águas)...

Em segundo, as observações devem abranger as substâncias mais tóxicas, apesar de que suas concentrações limítrofes serem muito pequenas. O controle de metais pesados, facilmente detectáveis em análises laboratoriais, tem importância especial como indicador de presença de outros poluentes de difícil detecção, como organosintéticos, enxofre e nitratos. Para obter uma idéia clara sobre o nível de poluição as concentrações dos poluentes são comparadas com padrões primários e secundários de qualidade ambiental.

As experiências de mapeamento mostram que em todos os casos as fontes de poluição são acompanhadas por anomalias espaciais de concentração dos poluentes. Os centros destas anomalias, e o que mais importante, os centros de ação mais intensa sobre organismos vivos estão espacialmente relacionadas com a fonte, criando a volta desta uma área ou um fluxo direcionado, cuja potência corresponde à potência poluidora da fonte. Exatamente dentro destas anomalias são normalmente observadas as concentrações nocivas de poluentes (SHUSTOVA *et al.*, 2001; PETROV, 1992).

Uma das principais características das anomalias de poluentes, ou chamadas anomalias geoquímicas, é a sua intensidade. Esta se define pelo grau da concentração do poluente com relação à norma regional. O nível da anomalia define-se pelo coeficiente de concentração (SHUSTOVA *et al.*, 2001; BOCHAROV & IVANOV, 2000):

$$K_c = C_i / C_f,$$

onde, C_i – é a concentração real do poluente; C_f – sua concentração normativa.

A carga ecológica criada em função do ingresso do elemento poluente no componente ambiental em avaliação pode ser definida pelo seguinte (observadas as concentrações nocivas de poluentes (SHUSTOVA *et al.* 2001; PETROV, 1992)):

$$P = P_n \times C_i,$$

onde, P_n - emissões diárias de poluente kg/km²; C_i - concentração do elemento na poeira mg/kg.

Considerando que anomalias normalmente têm conteúdo diversificado de poluentes podem ser empregues indicadores sumários¹. Assim com a presença de poluentes de mesma classe de nocividade o indicador sumário de poluição pode ser definido (BOCHAROV & IVANOV, 2000; PETROV, 1992):

$$P_s = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{CA},$$

onde, C_i - concentração real do poluente i ; CA - concentração admissível do poluente; P_s - poluição sumária.

Todos estes indicadores podem ser calculados para cada anomalia ou para território como um todo, dependendo da profundidade desejada da análise. Para avaliação adequada da distribuição dos poluentes devem ser feitas as apreciações estatísticas elementares: valor médio, desvio-padrão, coeficiente de variação, dispersão, valores anormais (avaliação realizada normalmente com auxílio das planilhas do EXCEL).

Deste modo, o mapeamento “expresso” (sem observações estacionárias contínuas) permite classificar as fontes de poluição segundo seu potencial (local, pontual, linear, zonal) e delimitar (com bastante precisão)² as áreas de sua influência. Assim, torna-se possível delimitar as zonas de impactos cumulativos que necessitam de avaliação de ponto de vista de segurança ecológica da população.

¹ Deve-se ter em consideração que este tipo de indicadores não atendem na totalidade aos seus objetivos, visto que as concentrações admissíveis não são diferenciadas espacialmente, as mesmas não tem em conta situação real da paisagem (por exemplo: as pequenas concentrações de mercúrio no solo e no ar não representam perigo, porém as mesmas quantidades dissolvidas na água aumentam de nocividade em 30-100 vezes).

² Os processos de propagação de poluentes são muito complexos e ainda são pouco estudados para que as situações críticas possam ser prognosticadas com uma confiabilidade e margem de segurança suficientes. Para desenvolver as medidas de correção e mitigação destas situações deve-se dispor de dados sobre todos os tipos e formas de poluição durante um certo período de tempo – situação muito rara por diversas razões. Por isso na maioria dos casos a definição da poluição sumária é substituída por elaboração de uma série de cartogramas de distribuição de poluentes mais perigosos, produzidos através de distintos modelos estatísticos.

A delimitação de zonas de influência deve ser corrigida em função de meios de propagação (ar, água...) e características ambientais da área. Por exemplo, os limites das zonas de influência das fontes de poluição atmosférica devem ser corrigidos segundo direções da rosa-dos-ventos: os perfis segundo rumos devem ser aumentados tantas vezes quantas o vento da respectiva direção prevalece durante o ano. Para reajuste das zonas de influência das fontes de poluição hídrica ou dos solos por drenagem superficial devem ser considerados vetores de drenagem e, principalmente, áreas onde estes se concentram e estagnam, assim como limites das bacias hidrográficas.

Um dos mapas de gênero, de uso mais freqüente, representa *o mapa de poluição dos corpos de água*. O objeto de mapeamento, neste caso, representa a distribuição e propagação de poluentes através da rede de drenagem superficial. Elaboração do mapa consiste na construção das superfícies de concentração dos poluentes¹ (os da poluição sumária quando é possível), representadas por método isolinear com base na interpolação de dados de análises das coletas amostrais e/ou monitoramento geoquímico da área.

7.6.5.3 Convenções Cartográficas do Mapa de Poluição dos Corpos de Água

7.6.5.3.1 Unidades de mapeamento do mapa de poluição dos corpos de água

As unidades de mapeamento representam polígonos que correspondem às classes distintas de concentração de determinados poluentes ou então representam as superfícies caracterizadas por uma determinada concentração do elemento analisado. As referidas classes devem constituir uma escala, que permite uma distinção clara entre os padrões ambientais primários e secundários, assim como revela as concentrações críticas destes elementos.

Para a construção do *mapa de poluição dos corpos de água*, como unidades de mapeamento foram definidas as superfícies com parâmetro de pH (considerando no nosso caso em particular

¹ Dependendo das necessidades do projeto para cada poluente pode ser construído um mapa

que este indicador é o parâmetro adquirido com maior facilidade em campo)¹. Com efeito, foi adotada seguinte escala temática:

QUADRO 59 – Definição da escala da variação do pH² (quadro do autor)

Classe	Referencia de cores I
Inferior à 2	RGB: 194;153;230 (178)
2-4	RGB: 168;168;255 (152)
4-6	RGB: 168;214;255 (150)
6-8	RGB: 168;255;255 (148)
8-10	RGB: 153;230;212 (171)
>10	RGB: 137;205;173 (194)

QUADRO 60 – Referencia de escala alternativa de cores para representação dos poluentes (quadro do autor)

Escala*	Referencia de cores II	Referencia de cores III
0	RGB: 214,255,168 (142)	RGB:214,255,0 (21)
1	RGB:235,255,168 (141)	RGB:245,245,0 (20)
2	RGB:255, 255,168 (140)	RGB:255,214,0 (19)
3	RGB: 255,235,168 (139)	RGB:255,168,0 (18)
4	RGB: 255,214,168 (138)	RGB:255,115,0 (17)
5	RGB: 255,192,168 (137)	RGB:245,0,0 (16)
6	RGB: 255,168,168 (136)	RGB:205,0,0 (64)
7	RGB: 230,153,153 (160)	

*Classes da ordem crescente da concentração dos poluentes (143) - entre parenteses esta dada referencia de cores da HP 650

7.6.5.3.2 Limites das unidades de mapeamento e as feições lineares

A Figura 25 apresenta convenções adotadas para limites poligonais e feições lineares.







	Limites das áreas urbanas - 0,80 mm - vermelho
	Limites dos polígonos de concentração de poluentes - 0,35 mm - preto
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)
	Limites das localidades morfológicas - - 0,35 mm - marrom (RGB:92;54;0)
	Limites das anomalias geoquímicas - 1,0 mm - roxo (RGB:115;0;255)

FIGURA 25 – Convenções para unidades de mapeamento e feições lineares do mapa de poluição de corpos de água (figura do autor)

¹ Os outros mapas do respectivo modelo cartográfico foram construídos seguindo os mesmos instrumentos metodológicos.

² As alternativas de referencias de cores podem ser utilizadas para definição das escalas e mapeamento da distribuição espacial de outros componentes poluidores. Assim, a alternativa III é mais recomendada para representação da contaminação com metais pesados (escala de vermelho à amarelo), enquanto alternativa I é mais apropriada para mapeamento do pH (verde- azul - roxo).

7.6.5.3.3 Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição, elementos poluentes e anomalias geoquímicas

As fontes de poluição são identificadas a partir do mapa da estrutura territorial-productiva, sendo, num segundo passos, diferenciadas segundo a sua tipologia (Quadro 61).

Os componentes da poluição e suas concentrações nas proximidades das fontes e em pontos amostrais são demarcados no mapa com seguinte convenção:

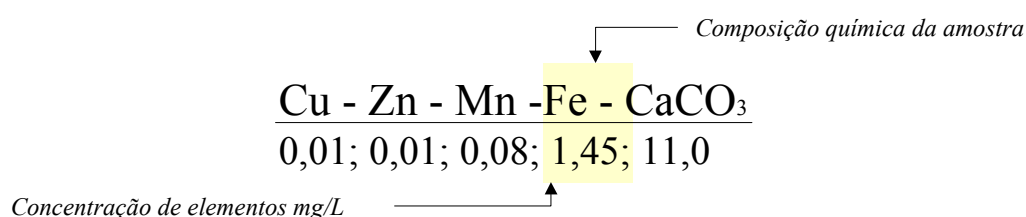

















FIGURA 26 – Convenção cartográfica para representação dos componentes da poluição e suas concentrações nas proximidades das fontes e em pontos amostrais (figura do autor.)




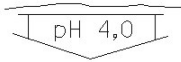
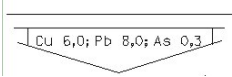
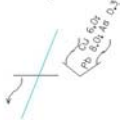


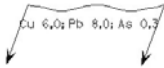


QUADRO 61 – Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição, elementos poluentes e anomalias geoquímicas (quadro do autor)

1	Fontes de poluição:	
1.1	Olarias: com uso do carvão; sem uso do carvão	
1.2	Lixo hospitalar	
1.3	Hospitais e clínicas	
1.4	Lixo urbano	
1.5	Postos de abastecimento/oficinas mecânicas	
1.6	Lixo tóxico	
1.7	Depósitos de hidrocarbonetos	

2	<i>Tipos de poluição:</i>	
2.1	Térmica	
2.2	Orgânica	
2.3	Bacteriológica	
2.4	Não-orgânica	
2.4	Sonora	
2.6	Radioativa	
2.7	Fumaças	
2.8	Emissões insalubres	
2.9	Odores	
3	<i>Tipos de fontes de poluição:</i>	
3.1	Industriais	
3.2	Urbanas	
3.3	Petroquímica	
3.4	Mineração	
3.5	Aeroportos e aeródromos	
3.6	Cemitérios	

continua

continuação - Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição...

4	Impactos e poluição da mineração:	
4.1	Carregamento e Transporte ferroviário local de minérios	
4.2	Bocas de Minas	
4.3	Vibrações sonoras de baixa frequência	
4.4	Derramamentos superficiais das águas de descarga com rompimento de conduta	
4.5	Drenagem ácida superficial localizada	
4.6	Drenagem ácida por águas pluviais	
4.7	Contaminação dos aquíferos / Poluição de águas subterrâneas	
4.8	Aprofundamento do nível de águas	
4.9	Acumulação de substâncias nos solos	
4.10	Corrosão da construção por drenagem acida	
4.11	Combustão de rejeitos	
5	Elementos poluentes	
5.1	Pó de carvão cimento	PÓ CV Pó C
5.2	Arsênio - As	As
5.3	Nitratos	NOx
5.4	Chumbo	Pb
5.5	Zinco	Zn
5.6	Ferro	Fe
5.7	Cobre	Cu
5.8	Cromo	Cr

continua

continuação - Convenções cartográficas para identificação das fontes de poluição...

5.9	Níquel	Ni
5.10	Alumínio	Al
5.11	Cádmio	Cd
5.12	Produtos de petróleo	Pp
5.13	Minerais que originam drenagem ácida: Pirita Marcasita Pirrotita Calcosita Esfalerita Arsenopirita	(FeS ₂) (FeS) (Fe _{1-x} S) (Cu ₂ S) (ZnS) (FeAsS)
5.14	Identificação da acidificação	$\frac{Pb, Sb, Bi}{pH \ 2-3}$
5.15	Concentrações de poluentes	$\frac{Pb-Sb-Bi-Cu}{1100;500;2;350}$

7.6.5.4 Legenda do Mapa de Poluição dos Corpos de Água

O Quadro 62 lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa.

7.6.5.5. Mapeamento da poluição dos corpos de água e trabalhos de levantamento em campo

7.6.5.5.1 Planejamento do mapeamento e levantamentos de campo

O planejamento do mapeamento parte da avaliação da diversidade das fontes de poluição identificadas na área e da definição do número de amostras a serem coletadas (ou de número de observações já disponíveis).

Os pontos de observações devem ser distribuídos sobre o mapa da estrutura morfológica da paisagem em forma da malha regular. Quanto maior o detalhe do projeto – maior deve ser a densidade de pontos de coleta.

QUADRO 62 – Dados requeridos para compilação da legenda do Mapa de Processos antro-po-tecnogênicos da transformação das condições ambientais - contaminação dos corpos de água (quadro do autor)

Item	Dados requeridos
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica .
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referencias).
3. Escala das concentrações	Deve apresentar a escala de interpolação do modelo
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação
5. áreas das anomalias geoquímicas	Exemplo de delimitação das anomalias
6. Elementos poluentes	Listar todos os poluentes detectados e medidas das suas concentrações
7. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.) - N° dos pontos de coleta; - Datas de coleta; - Métodos de observações e de análise; - Dados sobre equipamentos; - Dados sobre concentrações normativas.
8. Dados complementares	Rosa-dos-ventos, gráficos de precipitações e temperatura anual.
9. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto
10. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.

A distribuição dos pontos de coleta deve ser definida em função dos seguintes elementos:

- (a) distância até as fontes de poluição: devem ser previstos pelo menos três pontos equidistantes em cada direção ao afastar-se da fonte;
- (b) limites entre localidades e comarcas complexas da estrutura morfológica da paisagem (onde as condições de propagação de poluentes no solo e água alteram-se bruscamente);
- (c) condições meteorológicas (chuvas e ventos excepcionais essencialmente na data de coleta e até 10 dias antes devem ser mencionadas no relatório final);
- (d) vetores de drenagem (ou rosa de ventos para poluições atmosféricas).

O planejamento envolve avaliação das condições de coleta das amostras e de equipamentos disponíveis para tal, assim como questões de custos das análises laboratoriais. Ou, então, disponibilidade de informações sobre as condições de coleta e métodos de processamento, quando os dados são adquiridos por terceiros. Isto deve garantir a confiabilidade do resultado final do mapeamento, assim como a compatibilidade de dados já existentes com as novas coletas, caso sejam necessárias ou possíveis.

As operações da amostragem devem ser devidamente documentadas e pontos de coleta georreferenciados com precisão adequada (de preferência com GPS de precisão geodésica).

Os resultados das análises devem ser organizadas em planilhas do *Excel* para melhor ponderação estatística e posterior possível monitoramento.

7.6.5.5.2 Geração das unidades de mapeamento

Para geração das unidades de mapeamento os dados dos pontos de coleta são processados e armazenados num arquivo em formato **.dat* (ou **.dbf*), posteriormente geoprocessado por métodos de interpolação que permitem construir as superfícies estatísticas. Este procedimento, apesar de não tomar em conta alguns fatores de propagação das substâncias poluidoras, permite gerar unidades de mapeamento segundo a concentração dos poluentes. Este método de diferenciação das unidades de mapeamento foi descrito no trabalho de SUSTOVA *et al.* (2001).

Para geração das unidades de mapeamento utiliza-se o método de interpolação linear. Isto é, supomos que os significados da concentração modificam-se de modo linear entre os dois pontos com valores distintos avaliados.

Em aplicativo indicado do CAD (por exemplo *Geoterrain* do *Microstation*) o arquivo **.dat*, gerado a partir do arquivo **.dgn*, onde foi dada a entrada de pontos de coleta, com coordenadas x e y, e onde o valor z foi substituído pelo significado da concentração da substância poluente.

(1) Na seqüência arquivo TIN deve ser gerado a partir do **.dat*:

- (a) acionar comando de **geração do MDT com grade triangular**;
- (b) no campo **Data File** informar o arquivo **.dat*;
- (c) no campo **TIN File** informar o nome e local onde o **.tin* será gravado;
- (d) selecione **Minimize Inserted Break Points**

- (e) clique **Process** e aguarde o aviso da finalização da operação.
- (2) Selecione o comando de geração de mapas temáticos a partir de TIN - TIN Themes,
 - (a) no campo **Tin File** informar o arquivo ***.tin**;
 - (b) escolha o nível e os atributos gráficos da malha e define opção de preenchimento;
 - (c) escolhe o tema **Height**;
 - (d) na caixa de dialogo **Theme Ranges, que se abre em seguida**, informe as classes da escala das concentrações (informe o passo de 100m); salve o conjunto de classes caso pretenda usá-la em outros arquivos (**File – Save**);
 - (e) selecione **Apply** na caixa do **TIN Themes** e aguarde o processamento, após qual o mapa será visualizado em tela.

Os fenômenos específicos de poluição local são mapeados por fotointerpretação ou levantamentos de campo. As dúvidas devem ser assinaladas para checagem em campo.

7.6.5.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações básicas: análises em pontos amostrais, BD de registros, relatórios de campo, fontes de poluição, etc.
- (2) As unidades de mapeamento são ajustadas aos limites das localidades morfológicas e fatores de propagação (vetores de drenagem e ou rosa de ventos);
- (3) As anomalias geoquímicas são diferenciadas e demarcadas no mapa;
- (4) Os coeficientes de concentração das anomalias são calculados;
- (5) Dada entrada de dados gráficos sobre os poluentes e suas concentrações;
- (6) O *layout* final deve ser composto:
 - 6.1 polígonos de concentração do poluente mais importante ou mais indicativo (ou índice da poluição sumária);
 - 6.2 polígonos de anomalias geoquímicas;
 - 6.3 sinais convencionais de diferenciação de poluentes em anomalias e alguns pontos importantes de coleta;
 - 6.4 sinais convencionais de fontes mais importantes de poluição;
 - 6.5 elementos de mapa-base: rede hidrográfica, área urbana e áreas habitadas, topônimos.
- (7) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento;

- (8) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com registros de campo e planilhas de dados de entrada;
- (9) Produzida legenda final do mapa;
- (10) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa impresso:

No caso da representação dos processos de transformação antro-po-tecnogênica da paisagem para melhor compreensão das regularidades de propagação dos fenômenos, assim como do seu regime anual, opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos:

- (1) *qualitativos*: gráficos meteorológicos da precipitação e de temperaturas; rosa-dos-ventos; indicadores normativos da qualidade ambiental regional; cartogramas de distribuição dos poluentes excepcionais para área; esquemas de fontes mais importantes da poluição.
- (2) *quantitativos*: diagramas e polígonos de frequência da distribuição concentração de distintos poluentes em diversos componentes ambientais; polígono de frequência dos distintos corpos de água; polígonos de frequência de fontes de poluição.

7.6.5.7. Controle e avaliação da qualidade do mapa

A concentração de poluentes em qualquer componente ambiental é uma grandeza instável, que varia em função de um grande nível de fatores externos. Por isso a exatidão e confiabilidade deste produto cartográfico depende essencialmente e pode ser avaliada somente pela densidade e distribuição dos pontos de amostragem e pela estatística da variação dos resultados das análises das amostras (SHUSTOVA *et al.*, 2001).

Quanto mais heterogênea a estrutura morfológica da paisagem, maior deve ser a densidade da malha de pontos de coleta. Para construção das superfícies de concentração deve ser evitada a interpolação entre os pontos, se estes estão divididos por um limite de localidade morfológica natural, que indica a mudança radical de condições de absorção e propagação dos poluentes e substâncias nocivas.

A sobreposição do mapa da estrutura morfológica natural da paisagem em escala grande (> 1:10.000) permite ter em conta outros fatores importantes na absorção e propagação de poluentes e testar outros métodos de interpolação, obtendo-se os produtos mais confiáveis e mais informativos.

7.6.5.8. Conclusões: aplicabilidade do mapeamento dos processos antrópicos de transformação da paisagem

O modelo cartográfico, de modo geral, tem por objetivo:

- (1) diferenciação do peso de determinado tipo de fontes de poluição na qualidade ambiental da área;
- (2) cálculo da importância do acúmulo das substâncias nocivas e da deterioração de determinadas unidades morfológicas da paisagem (por exemplo: depósitos de metais pesados e óxidos ferrosos nas margens dos rios e terraços (em cheias) deteriora a qualidade de pastos e das matas ciliares);
- (3) disponibilizar os dados que permitem fundamentar a normatização das emissões e efluentes limítrofes para controle regional;
- (4) fixar os limites das áreas de influência de determinadas fontes de influência;
- (5) realizar análise da distribuição espacial das anomalias geoquímicas e avaliar sua importância para vida e saúde humana, assim como seu impacto no futuro do empreendimento.

Uma análise sobreposta entre os mapas criados e o mapa da estrutura morfológica da paisagem permite revelar com bastante precisão os fatores de formação das anomalias e de propagação dos poluentes, prognosticar as áreas ameaçadas e identificar origens dos fenômenos negativos.

O potencial interpretativo do mapa pode ser ampliado com criação de BD alfanuméricos associados, que armazenará uma seqüência de parâmetros dos pontos de coleta, principalmente se estes forem estacionários, que permitirá o monitoramento da situação ecológica (Quadro 63).

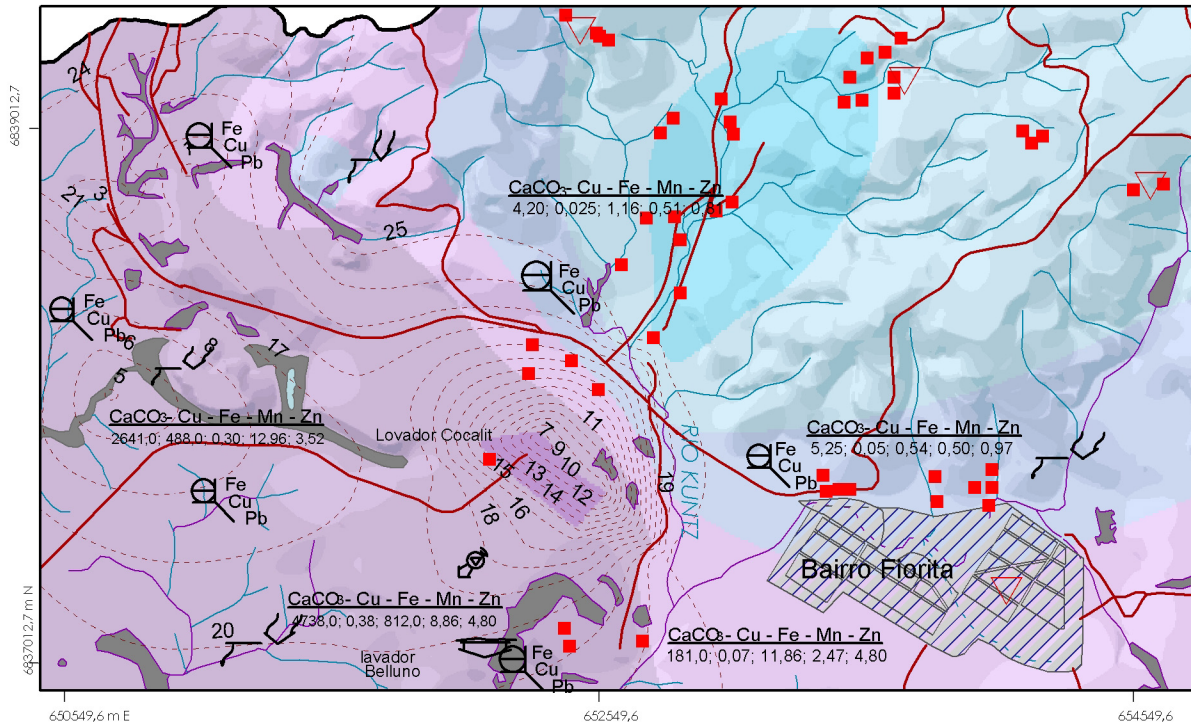
QUADRO 63 – Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados aos pontos de coleta e amostragem geoquímica (quadro do autor)

Atribuições do projeto e da folha cartográfica	Repetidas em cada ponto
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nome do projeto ▪ Cartógrafo ▪ Especialista ▪ Nível de exatidão 	Recomenda-se para projetos grandes, onde a extração e importação de polígonos para determinados fins acontece com frequência.
Atributos específicos	Únicos para cada polígono
(1) armazenados para cada polígono ou por classe de polígonos	<ul style="list-style-type: none"> - número do ponto; - coordenada; - tipo de amostra; - referência com relação das fontes mais próximas de poluição; - data de coleta; - método de coleta; - tipo de análises realizados; - dados sobre concentração de elementos; - datas em que foram observados fenômenos meteorológicos excepcionais; - técnico responsável pela coleta.

PROCESSOS DE POLUIÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA (2000)

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 20 000



Concentração de poluentes detetada em amostras:

CaCO₃ - Cu - Fe - Mn - Zn
mg/L;.....

Valores máximos permitidos:
CaCO₃ - Cu - Fe - Mn - Zn
 0; 0,5; 15,0; 1,0; 1,0
 CONAMA Nº020/86;
 Decreto Nº14250/89-SC

— cursos de água com índices expressivos de drenagem ácida
 — cursos de água sem evidências de drenagem ácida

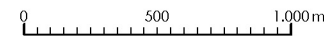
Varição do parâmetro pH:



Poliuição:

- pátios de carregamento
- ventiladores de minas
- descarga de águas de mineração sem tratamento
- poluição orgânica
- área urbana
- lagoas ácidas em cavas de mineração
- construções
- sistema viário
- limite da bacia hidrográfica

Concentração de Ferro
- - 8 - - mg/L



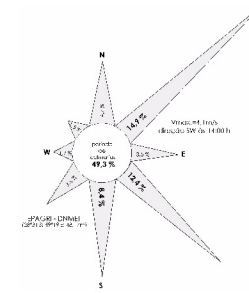
Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20.000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
 Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30.000

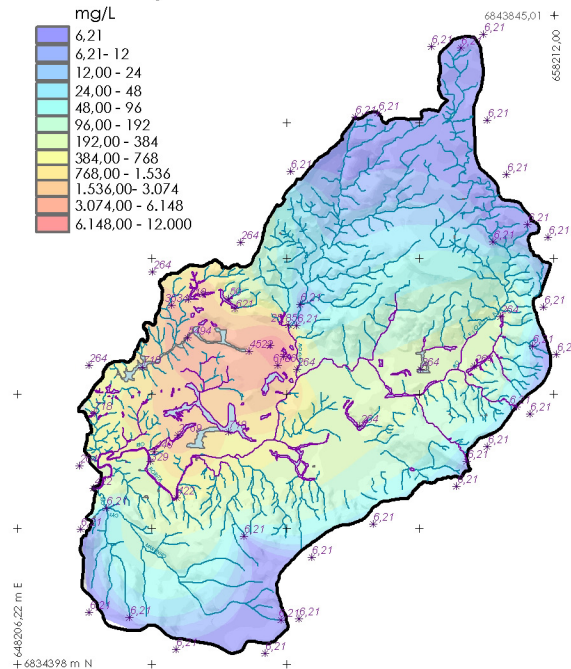
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
 Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Marra da Patilha (IBGE)
 Datum Vertical: RN2Q E RNI446-1 (IBGE)

Metodologia:
 Resultados dos análises laboratoriais: IPAT-UNSC 10/2000 e 03/2001 - levantamento de pontos amostrais e coletas: Geológica Engenharia e Meio Ambiente Ltda. e V.C.S. Engenharia e Consultoria Ltda;
 Proposta do sistema de convenções - KARNAUKHOVA(2003);

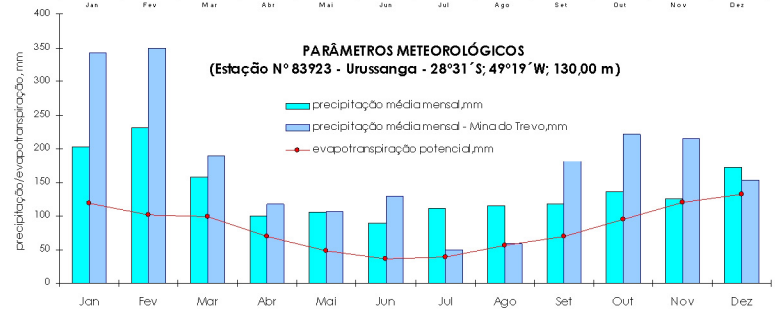
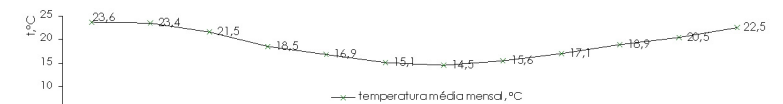
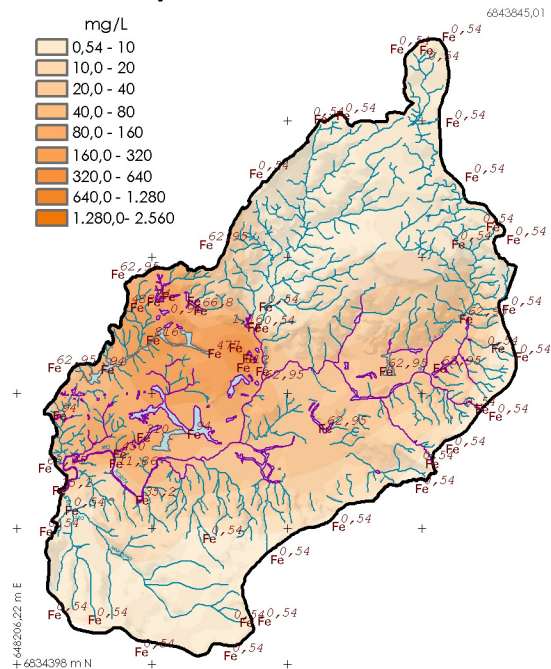
Execução:
 Orig. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
 Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003



CONCENTRAÇÕES DE SULFIDOS



CONCENTRAÇÕES DE FERRO



7.6.6. Modelo Cartográfico 5: Fatores Ambientais da Formação da Paisagem

7.6.6.1. Introdução

Os mapas de inventário da estrutura da paisagem, apesar da sua completude, podem não evidenciar com clareza suficiente a importância de determinados fatores ambientais no desenvolvimento de processos geoecológicos na formação da morfologia da paisagem, assim como na consolidação do sistema de uso do solo. Detectar e conhecer os mais importantes entre estes fatores é indispensável para o diagnóstico correto dos impactos do empreendimento e para planejamento adequado das ações mitigadoras. Localmente o conhecimento destes fatores pode significar mudanças no projeto de engenharia das instalações e da sua alocação. Portanto, torna-se necessária a elaboração de mapas que permitem análise de determinadas propriedades da paisagem, que evidenciam a ação destes fatores.

A definição do objeto ou fenômeno do mapeamento depende das condições da paisagem e requerimentos do empreendimento ou plano do desenvolvimento regional. Portanto, o *conteúdo deste modelo cartográfico é considerado como variável* e deve se referir ao componente ou fenômeno mais importante sobre o ponto de vista da atividade planejada e sobre a ótica da evolução dos impactos ambientais da mesma. Deste modo, podem ser representados neste modelo:

- (a) fator hidrogeológico, indispensável em áreas de mineração, por exemplo;
- (b) fator de produtividade de biomassa e de recursos faunísticos, indispensável em projetos de implantação das áreas de preservação;
- (c) fator geotécnico, fundamental em grandes obras de engenharia, como hidroelétricas, etc.

O mapeamento dos fatores e componentes da formação da paisagem consiste, com outras palavras, na diferenciação e representação seletiva dos componentes ou fenômenos específicos da paisagem natural, cuja relevância na formação das condições geoecológicas torna-se evidente em função do caráter do empreendimento.

O mapa dos fatores de formação da paisagem representa um modelo cartográfico de *conteúdo conceitual variável*, cuja metodologia de concepção dependerá da especificidade do fenômeno representado. As referidas metodologias são abordadas na literatura especializada.

Em alguns casos, como, por exemplo, em áreas de paisagem de alta complexidade morfológica ou para empreendimentos de grande porte e engenharias complexas, um modelo cartográfico não poderá comportar toda a variedade de fatores e componentes necessários a serem avaliados. Neste caso, deve ser considerada a possibilidade de elaboração de vários mapas intercomplementares na mesma escala, ou um mapa principal de escala grande (representando os elementos de maior relevância) e outros em escalas menores (ou mapas-enclaves), que complementarão a análise.

A título de exemplo, apresenta-se a elaboração do Mapa do Fator Orográfico da Formação da Paisagem. Para planejamento territorial, como um todo, é comum a necessidade de avaliação do fator orográfico, como elemento limitador da ocupação e de distribuição de determinados usos de solo (ou ao contrário). Como se sabe a hipsometria, declividade e a exposição dos vertentes definem a quantidade de radiação solar, caráter da drenagem, vetores de migração dos elementos químicos e a efetividade da organização funcional do território (ou a adequação de usos do solo).

Considerando que o principal objetivo de elaboração do mapa consiste em prover um suporte complementar para análise mais profunda das condições geoecológicas e da específica da morfologia da paisagem, a sua escala deve ser idêntica aos dos mapas de inventário. Isto é: 1:50.000; 1:20.000; 1:10.000 ou 1:5.000. As escalas grandes exigem um suporte específico de levantamentos de campo.

O mapa é o produto de geoprocessamento complementado pela fotointerpretação.

7.6.6.2 Mapeamento do Fator Orográfico da Formação da Paisagem

Orografia representa parte da geomorfologia, que se ocupa com descrição da distribuição das formas de relevo sobre o território e caracterização dos seus parâmetros. O fator orográfico,

determinante no direcionamento e intensidade dos processos geoecológicos, é caracterizado basicamente por três parâmetros: *altimetria, declividade e exposição*¹ (*insolação*).

Altimetria ou Hipsometria do relevo reflete o caráter da distribuição da altitude absoluta (mais raramente – relativa) dos pontos da superfície terrestre, ou então a distância pela vertical destes pontos até ao nível médio do mar. A representação cartográfica deste parâmetro (mapa hipsométrico) proporciona imagem do relevo geometricamente correta. Correlacionado com outros elementos permite analisar a densidade de drenagem, caráter de umedecimento, etc.

A definição do parâmetro *declividade* do relevo consiste na avaliação do ângulo formado entre o eixo da vertente e seu plano horizontal, ou então relação entre a elevação da superfície e a sua extensão horizontal. Condiciona a intensidade e orientação dos processos geomorfológicos gravitacionais e exógenos, o caráter da drenagem superficial e de migração dos elementos. Representa uma das características determinantes para definição da adequação de usos e caráter dos seus impactos sobre a paisagem.

Exposição das vertentes, ou orientação azimutal das formas de relevo, define caráter de insolação e exposição com relação da circulação das massas de ar, condicionando a diferenciação do microclima, caráter dos solos, da vegetação e a diferenciação morfológica da paisagem como um todo. Este parâmetro representa maior importância no planejamento dos empreendimentos agrícolas, recreativos ou de caráter conservacionista... Nestes casos pode ser recomendável a criação de um mapa independente para análise deste parâmetro, em outros casos pode ser negligenciado ou apresentado em forma do mapa-enclave na escala menor.

O mapa do fator orográfico deve representar assim um modelo cartográfico que reflete a interdistribuição dos parâmetros altimétricos e de declividade sobre um território, evidenciando também a eventual presença de processos e fenômenos geomorfológicos locais relevantes para implantação do empreendimento.

Como processos ou fenômenos geomorfológicos pertinentes devem ser considerados os eventos naturais e antrópicos, que alteram a morfologia da paisagem e/ou influenciam os processos

¹ Representa um parâmetro optativo por ser dispensável em uma série de situações práticas

geoecológicos da região: erosão, inundações, deflação, desabamentos, amortizações gravitacionais, processos vinculados à ação eólica.

7.6.6.3 Convenções Cartográficas para Mapeamento do Fator Orográfico da Formação da Paisagem

7.6.6.3.1 Unidades de mapeamento

As unidades de mapeamento representam os polígonos que delimitam áreas com mesma classe de declividade (intervalo da escala proporcional, onde o parâmetro evolui de 0° à 90° ou de 0% a 100%). A definição dos intervalos da escala, ou classes de declividade depende da variação das condições locais e objetivos do projeto. Pois como se sabe, distintas obras admitem distintas variações de declividade. As condições locais de variação de declividade devem ser observadas em campo.

Um caso comum de definição da escala para diferenciação dos polígonos na escala de 1:20.000 apresenta-se no Quadro 64.

QUADRO 64 – Definição das classes de declividades (quadro do autor)

classe	Referencia de cores
Inferior à 5%	R: 246; G:255 ; B:230
5-10 %	R: 238; G:240 ; B:144
10-20 %	R: 230; G:242 ; B:53
20-30 %	R: 171; G:166 ; B:34
30-40 %	R: 201; G:123 ; B:6
Superior à 40 %	R: 92; G:54 ; B:0

7.6.6.3.2 Limites das unidades de mapeamento e feições lineares

A Figura 27 apresenta convenções adotadas para limites das unidades de mapeamento e feições lineares.







	Limites das áreas urbanas -0,80 mm - vermelho
	Limites dos polígonos de declividade - 0,35 mm - marrom (RGB:92;54;0)
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)
	Limites das áreas de relevo tecnogênico - 1,00 mm - preto
	Curvas de nível - 0,35 mm - marrom (RGB:92;54;0)

FIGURA 27 – Convenções dos limites das unidades de mapeamento e feições lineares do mapa do fator orográfico da formação da paisagem (figura do autor)

7.6.6.3.3 *Convenções cartográficas para identificação dos fenômenos e processos geomorfológicos*

Os fenômenos e processos geomorfológicos são demarcados no mapa com auxílio da fotointerpretação e levantamentos do campo. Para sua demarcação são utilizados sinais convencionais pontuais e de área, preestabelecidos em mapeamentos geomorfológicos e organizados segundo sua classificação genética (Quadro 65). Para projetos locais, executados na escala grande e pouca heterogeneidade de fenômenos representados, isto é quando a densidade de imagem permite comportar, a exposição das vertentes pode ser indicada em letras maiúsculas (NO; NE; etc.) e os *vetores de drenagem* em setas descendentes.

7.6.6.4 Legenda do Mapa do Fator Orográfico da Formação da Paisagem














O Quadro 66 lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa do Fator Orográfico da Formação da Paisagem

7.6.6.5. Mapeamento da orografia e trabalhos de levantamento em campo

7.6.6.5.1 *Pré-classificação das unidades de mapeamento*

A pré-classificação das unidades de mapeamento se restringe ao processo de geração de polígonos por geoprocessamento.

QUADRO 65 – Convenções cartográficas para identificação dos fenômenos e processos geomorfológicos
(quadro do autor)

1	<i>Processos fluviais e gravitacionais</i>	
1.1	Erosão do leito	
1.2	Inundações	
1.3	Desabamento	
1.4	Deslizamentos	
1.5	Desabamentos das margens	
1.6	Deflação	
1.7	Solifluxão	
1.8	Formação de terras alagadiças	
1.9	Salinização	
1.10	Formação de ravinas	
1.11	Assoreamento	
2	<i>Processos de compensação</i>	
2.1	Rachaduras	
2.2	Amortizações	

QUADRO 66 – Dados requeridos para compilação da legenda mapa do fator orográfico da formação da paisagem
(quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas).	Exemplo: Fator orográfico da formação da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências).	
3. Escala das declividades	Deve apresentar exemplos de concepção das unidades de mapeamento	
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Fenômenos e processos geomorfológicos	Lista de todas as classes de fenômenos e processos geomorfológicos que foram mapeadas, seus códigos e sinais convencionais	
6. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: - fotografia aérea (ano, escala nominal, números de fotos, pan ou coloridas, origem); - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados; - tipo de exatidão.	
7. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
8. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

Em aplicativo indicado do CAD (por exemplo, *Geoterrain* do *MicroStation*) o arquivo *.dat*, gerado a partir das curvas de nível ou pontos cotados do mapa-base, é processado segundo a escala de declividades predefinida:

- (1) Um arquivo TIN deve ser gerado a partir do **.dat*:
 - (a) acionar comando de **geração do MDT com grade triangular**;
 - (b) no campo **Data File** informar o arquivo **.dat*;
 - (c) no campo **TIN File** informar o nome e local onde o **.tin* será gravado;
 - (d) selecione **Minimize Inserted Break Points**
 - (e) acione **Process** e aguarde o aviso da finalização da operação.
- (2) Selecione o comando de geração de mapas temáticos a partir de TIN - **TIN Themes**,
 - (a) no campo **Tin File** informar o arquivo **.tin*;
 - (b) escolha o nível e os atributos gráficos da malha e define opção de preenchimento;
 - (c) escolhe o tema (*Slope Percentage* – para definir as declividades em “%”; *Slope Degrees* – para definir em graus);
 - (d) na caixa de diálogo **Theme Ranges** informe as classes da escala de declividades; salve o conjunto de classes caso pretenda usá-la em outros arquivos (*File – Save*);

- (e) selecione *Apply* na caixa do *TIN Themes* e aguarde o processamento, após qual o mapa será visualizado em tela.¹

Os fenômenos geomorfológicos são mapeados por fotointerpretação. As dúvidas devem ser assinaladas para confirmação em campo.

As áreas de relevo tecnogênico devem ser demarcadas com sobreposição de hachura e sinais pontuais ou lineares (por exemplo: as bordas das cavas de mineração), sempre que é possível com indicação dos seus parâmetros físicos (altitude, declividade, extensão).

7.6.6.5.2 Levantamentos de campo

As observações de campo visam essencialmente o inventário de fenômenos geomorfológicos e controle de qualidade do mapeamento. Deve-se ter em conta que os registros amostrais do mapa da estrutura morfológica natural, na maioria dos casos, cobrem totalmente as necessidades em informações do campo para elaboração deste.

Os trabalhos de levantamentos de campo para execução deste mapa são somente obrigatórios como elemento de aquisição de informações para mapeamentos em escalas superiores a 1:10.000 e/ou quando as descrições amostrais do inventário não são suficientes.

7.6.6.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações básicas: pré-classificação, fotografias, dados de campo, mapa temáticos auxiliares, etc.;
- (2) Classificação e fotointerpretação final, com reajustamento dos limites das unidades de mapeamento;
- (3) O *layout* final deve ser composto:

¹ O mapa gerado representara uma série de triângulos, que em conjunto constituem as classes de declividades; para edição final o mapa necessita de edição topológica (agrupamento de triângulos da mesma classe em polígonos sólidos por operação de união) e generalização da imagem

- 3.1 polígonos de declividades;
- 3.2 curvas de nível mestras (ou curvas que diferenciam classes altimétricas de interesse) e cotas relevantes;
 - 3.1 sinais convencionais de fenômenos geomorfológicos;
 - 3.2 sinais convencionais de relevo tecnogênico;
 - 3.3 elementos de mapa-base: rede hidrográfica, área urbana, topônimos.
- (4) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento;
- (5) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com fotos analógicas e registros de campo.
- (6) Produzida legenda final do mapa;
- (7) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

No caso da representação do fator orográfico da formação da paisagem opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos nos mapas impressos:

- (1) *qualitativos*: mapa-enclave de insolação, ou mapas enclaves de fenômenos específicos (densidade de drenagem, hipsometria), como inundações, formação de pântanos, etc.; modelo digital do terreno e perfis transversais e latitudinais da área e perfis longitudinais dos cursos hídricos.
- (2) *quantitativos*: diagramas e polígonos de frequência da distribuição das faixas altimétricas e de declividade, etc.

7.6.6.7. Controle e avaliação da qualidade do mapa

Os procedimentos de controle de qualidade na produção do mapa, no que diz respeito ao mapeamento dos fenômenos geomorfológicos, são idênticos aos do mapa da estrutura morfológica natural, portanto não serão especificados aqui.

Na avaliação da confiabilidade do mapa também prevalecem os mesmos parâmetros.

Deve ser observado que a qualidade da diferenciação das unidades de mapeamento dependerá, neste caso, completamente da precisão e confiabilidade do mapa-base e do modelo TIN ou LAT gerado pelo geoprocessamento, através deste. Os cuidados especiais devem ser tomados na definição da escala de declividades, para que esta permita efetivamente revelar as condições de variação real da morfologia do relevo. Do que mais preciso e exato estiver o mapa-base (particularmente as curvas e cotas de relevo) e mais adequada a escala de declividades, então mais confiável será o modelo gerado.

7.6.6.8 Conclusões: aplicabilidade do mapa do fator orográfico de formação da paisagem

O mapa tem por objetivo evidenciar a importância do fator de relevo na formação das condições geoecológicas da área e facilitar, deste modo, a previsão da propagação espacial de determinados impactos ambientais do empreendimento planejado.

Constituindo um banco de dados gráficos o mapa pode ter aplicações específicas na definição do local de implantação do empreendimento, para ajuste e definição coerente das políticas de ocupação territorial e definição das medidas de conservação.

Analisado em sobreposição para com mapas de estrutura morfológica e territorial-produtiva da paisagem, permite revelar as regularidades e tendências de uso e ocupação, assim como o potencial geoecológico e de capacidade suporte (em perspectiva).

O potencial interpretativo do mapa pode ser ampliado com criação de BD alfanuméricos associados, que armazenará uma seqüência de parâmetros morfo-orográficos e geomorfológicos, que permitirão o monitoramento da sua evolução e de impactos sobre estes (Quadro 67).

QUADRO 67 – Requerimentos mínimos aos atributos alfanuméricos que podem ser associados às unidades e objetos de mapeamento do fator orográfico da formação da paisagem (quadro do autor)

Atribuições do projeto e da folha cartográfica	Repetidas em cada polígono
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nome do projeto ▪ Cartógrafo ▪ Especialista ▪ Nível de exatidão 	Recomenda-se para projetos grandes, onde a extração e importação de polígonos para outros trabalhos acontecem com frequência.
Atributos poligonais específicos	Únicos para cada polígono
(1) armazenados para cada polígono ou por classe de polígonos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número da folha; ▪ Fonte de dados; ▪ Classe de declividade ▪ Faixa altimétrica; ▪ Formação geológica/rochas predominantes;
(2) atributos dos processos e fenômenos geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Designação; ▪ Origem ; ▪ Parâmetros físicos e extensão do fenômeno; ▪ Período estimado de existência; ▪ Intensidade; ▪ Existência de medidas de prevenção /mitigação; ▪ Data de levantamento; ▪ Especialista responsável.

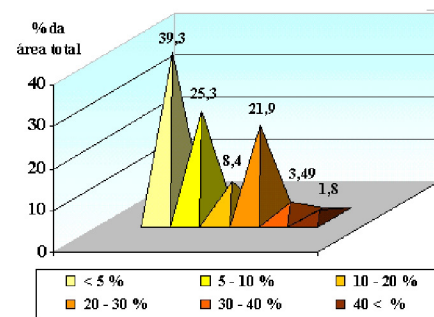
FATOR OROGRÁFICO DA FORMAÇÃO DA PAISAGEM

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 50 000

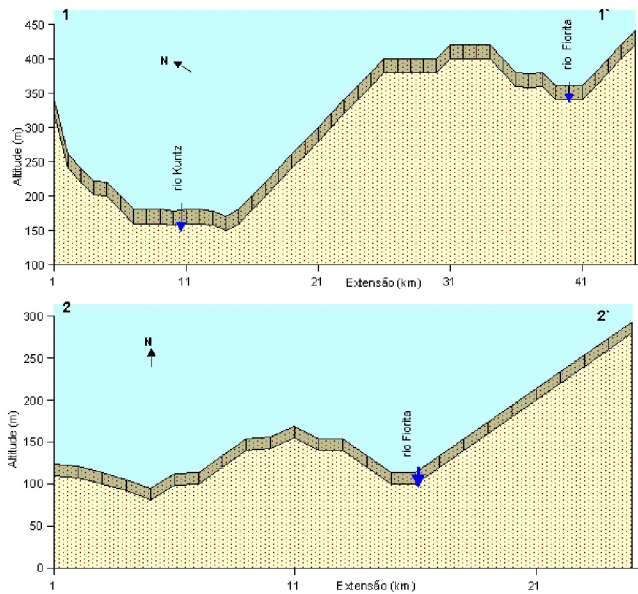
Legenda

- | | | | |
|-----|------------------------------|------------------|---------|
| 123 | cota altimétrica | declividade (%): | 0 - 2 |
| . | assorimento | | 2 - 5 |
| ~ | processos de solifluxão | | 5 - 10 |
| — | sistema viário | | 10 - 15 |
| — | limite da área urbana | | 15 - 20 |
| — | limite da bacia hidrográfica | | 20 - 25 |
| — | hidrografia | | 25 - 30 |
| — | lagos | | 30 - 45 |
| ▨ | area_urbana | | >45 |
| — | relevo tecnogenico | | |



PERFIS TRANSVERSAIS DO VALE DO RIO FIORITA

1-1' próximo aos nascentes; 2-2' próximo a foz.



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogrametrico JAICA - 1996 - 1:30 000

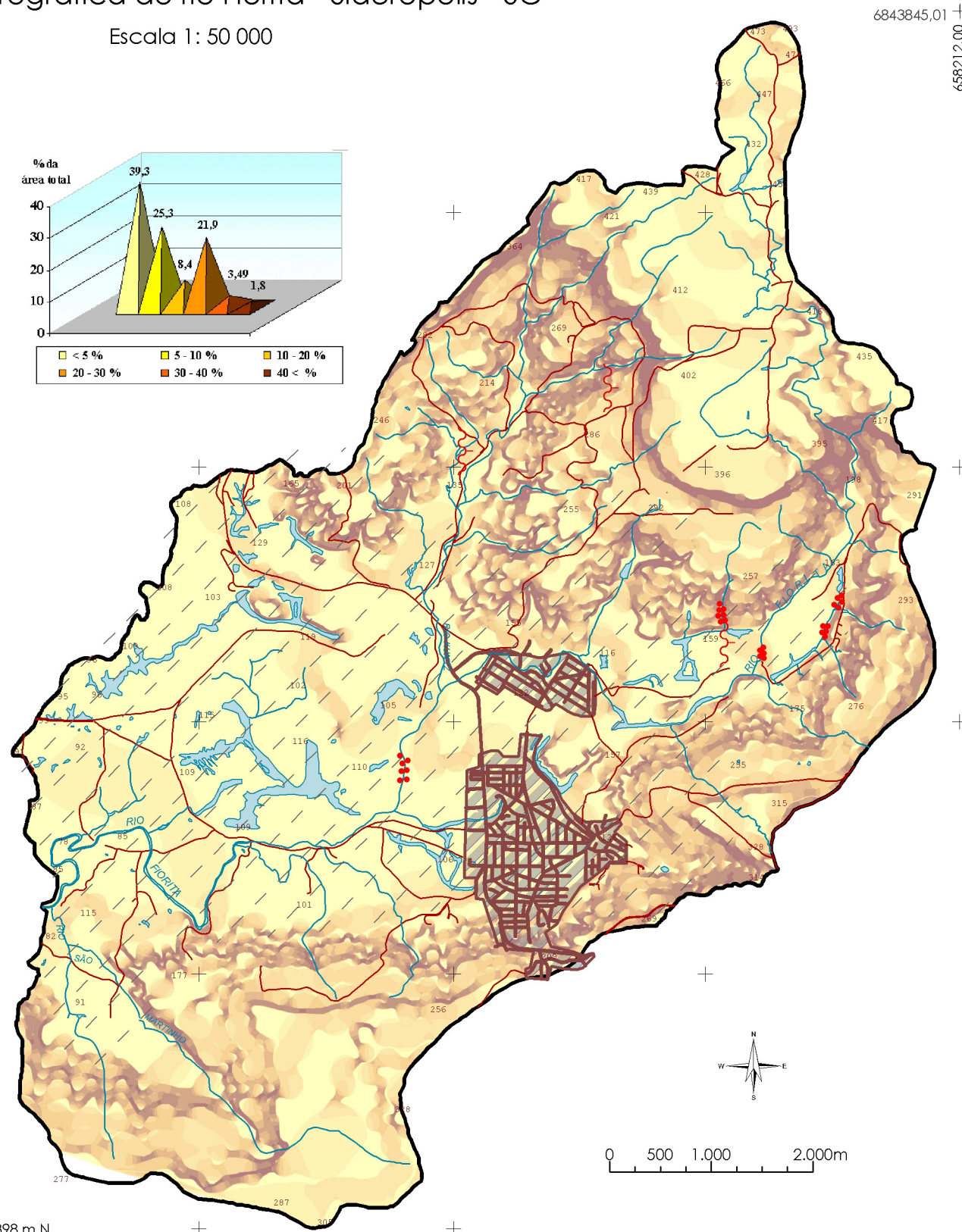
Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE)
Datum Vertical: RN2Q E RNI446-1 (IBGE)

Metodologia:

Delimitação das unidades de mapeamento por geoprocessamento - KARNAUKHOVA (2000 - 2003);
Levantamento de campo julho 1999 - março 2000.

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002-2003)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003



7.7 GRUPO III: MODELOS CARTOGRÁFICOS SINTÉTICOS

Os mapas, elaborados na base de transformação da imagem e processamento de dados do mapeamento analítico, são compreendidos como mapas sintéticos. Estes mapas têm por objetivo refletir a análise dos dados de mapeamento do inventário, baseada na ponderação dos indicadores relativos (quali-quantitativos), normativos ou classificativos (os que indicam a pertença dos objetos de mapeamento a esta ou outra classe).

A perspectiva e persuasão dos mapas sintéticos dependem, em muito, da escolha adequada do indicador integral do estado do meio ambiente ou da eficiência da exploração territorial, cálculo das escalas de classes da avaliação e da própria classificação dos objetos de mapeamento.

Existe uma multiplicidade de métodos de transformação matemática e estatística das imagens cartográficas (geoprocessamento), que visam a produção dos indicadores sintéticos. Porém, como mostra a análise realizada no Capítulo 6, as demandas do planejamento territorial e gestão ambiental, resultam na melhor aceitação de certo número de modelos de avaliação e indicadores ambientais. Entre estes se destacam as de *Situação Ecológica e/ou Potencial Ecológico*; *Capacidade Suporte*; *Intensidade de Transformação Antrópica*; *Zoneamento Funcional*; *Adequação de Uso*, etc.

Os modelos cartográficos, acima mencionados, têm como principal objeto de representação a distribuição espacial das unidades de mapeamento caracterizadas por um indicador ambiental sintético, definido como resultado da análise e processamento cruzado de dados dos quatro mapas do Grupo II, ou então dos mapas de inventário geoecológico.

A importância da concepção destes modelos cartográficos é indiscutível, visto que o estudo das condições ambientais sempre termina com a sistematização de dados geoambientais e com avaliação da efetividade do sistema de exploração existente, ou da situação geoecológica observada. Em outras palavras, com uma avaliação integral das condições de desenvolvimento. Além de outras formas gráficas e alfanuméricas, é de suma importância, que esta avaliação possa ser refletida em um mapa, que permite diferenciação espacial das condições geoecológicas através de um indicador sintético.

O conteúdo do mapa geoecológico sintético dependerá do conteúdo de trabalhos de campo realizados e da disponibilidade de dados gráficos para geoprocessamento. Dependerá, também, dos objetivos do projeto e da sua abrangência espacial.

Como foi abordado anteriormente, dois modelos cartográficos devem ser considerados na realização do mapeamento de avaliações sintéticas: primeiro, deve se referir à representação do *potencial ecológico* do território; segundo, dos *problemas ecológicos* da exploração do território. A variação de modelos sintéticos é justificada pela necessidade de refletir melhor a situação e o estado ecológico da área caracterizada para implantação de um novo projeto. Os dois modelos cartográficos de avaliação são *intercomplementares*, na sua essência informativa, visto que devem representar os fenômenos conceitualmente opostos. Por um lado, deve-se buscar a revelação da capacidade de auto-regeneração, confiabilidade e estabilidade da paisagem. Por outro, devem ser estabelecidos limites espaciais de áreas ecologicamente críticas, necessitadas de intervenções de planejamento e gestão específica, como resultado da ação antrópica.

Em casos específicos (como um empreendimento local com poucos impactos prováveis) pode ser racional e suficiente a geração de somente um modelo cartográfico sintético pertinente aos objetivos do empreendimento. Por exemplo, a implantação de uma rede de trilhas ecológicas em áreas de preservação exige somente análise da capacidade suporte, com vista estabelecer as normas e capacidade de visitação.

O mapeamento sintético permite gerar as conclusões sobre o estado atual do meio ambiente (o que antecipa a implantação de um empreendimento novo) e sobre a influência dos processos produtivos na sua qualidade.

Construção dos mapas sintéticos pode também representar um método de generalização por geoprocessamento de um número de parâmetros morfo-naturais e produtivos, com objetivo de, por exemplo, avaliação do significado e importância de distintas fontes de ação tecnogênica.

A elaboração dos mapeamentos sintéticos exige domínio de técnicas simples de medição sobre os mapas e apreciações estatísticas básicas para transformação da imagem cartográfica e ponderação de indicadores. Os referidos métodos são amplamente abordados na literatura especializada.

7.7.1 Modelo cartográfico 6: *Potencial Ecológico do Território*

7.7.1.1 Introdução

O mapeamento do potencial ecológico consiste na diferenciação do território segundo sua capacidade de corresponder a certo nível de qualidade das condições ambientais (estado ecológico) necessárias para vida e atividades humanas. Tem por objetivo identificar e diferenciar as áreas segundo seu estado e dinâmica ecológica, discriminando-as em função da necessidade de ações específicas para correção ou estabelecimento de programas de gestão e mitigação de impactos. Visa, essencialmente, análise de condições que influenciam a saúde e qualidade de vida do homem, assim como a preservação dos agrossistemas e de áreas de preservação permanente.

A análise do potencial ecológico consiste na seleção de um indicador sintético ou na ponderação de critérios, possíveis de serem avaliados no atual estágio de conhecimento das propriedades naturais do território. Em cada caso específico o conteúdo de critérios, ou indicador integral de avaliação, pode variar em profundidade e abrangência espacial das informações ponderadas.

Aborda-se adiante, uma avaliação sintética qualitativa do potencial ecológico do território.

O mapa do potencial ecológico do território representa um produto de geoprocessamento, elaborado com base na sobreposição e processamento dos dados dos mapas da estrutura morfológica natural da paisagem e da estrutura territorial - produtiva.

Sendo assim, a escala de trabalho do mapeamento corresponderá à escala dos respectivos mapas de dados de entrada. A escala final do produto gerado pode ser reduzida, em função de objetivos de uso ou de custos.

7.7.1.2 Classificação e mapeamento do potencial ecológico da paisagem

A *situação ecológica do território* representa o estado do meio ambiente num determinado território, observado num período determinado do tempo, considerando sua influência positiva

ou negativa sobre a qualidade de vida humana e sobre outros sujeitos ecológicos. As situações ecológicas diferenciam-se pelo número de problemas observados, pelas condições da sua formação, pelas escalas, tempo e formas de existência, intensidade, reversibilidade e etc. (BEZRUKOV, 1999). Além do termo *situação ecológica* utiliza-se conceito de **estado ecológico**, que compreende o estado de um determinado componente ou sujeito do geossistema, avaliado por uma série de indicadores. Deste modo, a situação ecológica é formada por certo número de estados ecológicos. A proporção (correlação) positiva ou negativa entre os estados ecológicos favoráveis e desfavoráveis caracteriza o potencial de auto-regeneração e estabilidade dinâmica da paisagem, ou então seu potencial ecológico.

O **potencial ecológico do território** é definido pela interpolação do estado ecológico de todos os componentes da paisagem, a base de todos indicadores ambientais disponíveis (morfológicos, socioeconômicos, medico-sanitarísticos, etc.). A ponderação cruzada dos respectivos indicadores para cada unidade morfológica da paisagem permite estabelecer o grau e direções de transformação da situação ecológica do território, permite delimitar e classificar as áreas segundo seu potencial ecológico (de extrema importância para gestão ambiental).

Devem ser diferenciados quatro tipos ou classes de potencial ecológico da paisagem (VINOGRADOV *et al.*, 1993):

- (1) *potencial ecológico alto* – paisagens estáveis – intervenções antrópicas inferiores à 0,5% por ano;
- (2) *potencial ecológico médio-alto* - moderadamente dinâmicas – intervenções antrópicas até 2,0% por ano (possíveis mudanças de biodiversidade em 50-100 anos);
- (3) *potencial ecológico médio* - dinâmica antrópica média – intervenções antrópicas 2-3% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer de 30-50 anos);
- (4) *potencial ecológico reduzido* - dinâmica antrópica alta – intervenções antrópicas 4% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer dos 25 anos).

Os níveis indicados do potencial ecológico são definidos segundo critérios botânicos, zoológicos e pedológicos.

Os critérios fitoecológicos têm maior importância, sendo não só mais sensíveis às transformações do estado ecológico, como também mais fisionômicas. Isto é, identificam as áreas de situações ecológicas críticas segundo tamanho espacial e segundo intensidade no tempo. São considerados indicadores fitobiológicos de distintos níveis: fitopatológicos (estado ecológico das espécies), biodiversidade (degradação da diversificação das espécies) e ecossistêmico (proporcionalidade de áreas na paisagem) (Quadro 68)

Os critérios zoológicos – indicadores de impactos antrópicos sobre o mundo animal – podem ser considerados a partir dos parâmetros de: biodiversidade, estrutura espacial, biomassa, produtividade, etc. Assim como segundo parâmetros ecológicos das populações: estrutura espacial, número, densidade, estrutura genética e demográfica. No Quadro 69, pode ser observado que as zonas de risco, com potencial ecológico médio-alto, diferenciam-se essencialmente pelas alterações de comportamento, modificações de rotas migratórias, reações de tolerância às pressões externas. As áreas críticas, as de potencial médio, caracterizam-se pelas alterações da estrutura das populações, diminuição das área de habitat, interrupções do ciclo produtivo. Zonas de calamidades diferenciam-se por desaparecimento do habitat, morte massiva das espécies e populações, aumento brusco de espécies não características e das doenças antrozoológicas e zoológicas.

Os critérios pedológicos – um dos indicadores mais fortes de áreas com potencial ecológico reduzido. Manifestam-se na diminuição da produtividade dos solos numa área significativa e rapidamente. Os parâmetros de erodibilidade dos solos estão ligados aos processos geomorfológicos secundários, que se manifestam com alta intensidade como resultado de ação antrópica (desflorestamento, agricultura, etc.)(Quadro 70).

Combinação de distintos critérios nos limites das localidades morfológicas e a predominância de determinados tipos de poluição nos limites das mesmas, permitem definir o potencial ecológico destas unidades e diferenciar áreas com situações ecológicas críticas.

QUADRO 68 – Critérios fitoecológicos de potencial ecológico: alto (A), médio-alto (MA), médio (M), reduzido (R)
(adaptado com modificações de Vinogradov *et al.*,1993)

Indicador	A	MA	M	R
Deterioração da biodiversidade das associações florísticas	Transição natural de espécies dominantes, subdominantes e espécies características.	Diminuição das populações de espécies dominantes e particularmente úteis ou importantes	Substituição de espécies dominantes com vegetação secundária sem valor econômico	Diminuição das populações das espécies secundárias, vegetação sem valor econômico e social.
Deterioração da associabilidade florística	Associações	Semi-Associações	Aglomerações	Agregações
Modificação dos areais	Sem modificação	Enfraquecimento, dispersão	Divisão, diminuição	Destruição
Área relativa das associações nativas ou dos remanescentes	>60%	40-60 %	20-30%	<10 %
Biodiversidade, diminuição do indicador de biodiversidade (Simpson %)	<10 %	10-20	25-50	>50%
Recobrimento superficial da vegetação de pastos ou associações herbáceas, % do normal	>80	60-70	20-50	<10
Produtividade dos pastos, % do potencial natural	>80	60-70	10-30	<5
Vitalidade dos dominantes	4-5	3-4	2-3	1-2
Sobrecarga dos pastos, % da capacidade normal	<100	100-150	150-200	>200

QUADRO 69 – Critérios zoológicos de potencial ecológico: alto (A), médio-alto (MA), médio (M), reduzido (R)
(adaptado com modificações de : Vinogradov *et al.* (1993); Leite *et al.*, (1993); Lange& Margarido (1993))

Indicador	A	Ma	M	R
Frequência de doenças atropo-zoológicas	ocasional	Esporádica (registrados ano a ano em propriedades distintas)	Regular (registram-se cada ano)	Massiva (superior a 50% do território)
Periculosidade das pragas	Não perigosas	Regionalmente pouco perigosas (toxoplasmoses, febres hemorrágicas, leptospirose, etc..)	Regionalmente perigosas (raiva, febres clássicas...)	Regionalmente perigosas
Morte de animais domésticos	ocasional	esporádica	regular	massiva
Densidade de populações da espécie – indicador de sobrecarga pecuária, % da normal	<10	10-20	2-50	>50
Densidade das populações de roedores, % do normal	<50	10-100	100-500	>500
Biomassa da mesofauna dos solos, % do normal	>90	60-80	30-50	<20
Vitalidade de dominantes ecológicos	4-5	3-4	3-3	1-2
Presença de estenomídeos (profundamente dependentes das condições ecológicas, não toleram as alterações ambientais) – indicadores de primitivismo ambiental	freqüente (com atividade reprodutiva normal)	regular	esporádica	ocasional
Presença de formas endêmicas	Freqüente (com atividade reprodutiva normal)	regular	esporádica	ocasional
Ocorrência de espécies de grande porte	Freqüente (com atividade reprodutiva normal)	regular	esporádica	ocasional
Predominância de espécies sinantrópicas, % da normal	<50	10-100	100-500	>500
Predominância de espécies oportunistas, % do normal	<50	10-100	100-500	>500
Ocorrência de espécies peçonhentas (indica alteração significativa das condições ecológicas)	ocasional	esporádica	regular	massiva
Presença de espécies ameaçadas de extinção	Freqüente (com atividade reprodutiva normal)	regular	esporádica	ocasional

QUADRO 70 – Critérios pedológicos de potencial ecológico: alto (A), médio-alto (MA), médio (M), reduzido (R)
(segundo Vinogradov *et al.* (1993) com modificações)

Indicador	A	Ma	M	R
Produtividade dos solos, % do potencial	>85	65-85	65-25	<25
Conteúdo do húmus, %do inicial	>90	70-90	30-70	<30
Conteúdo dos sais, % da massa	<0,6	0,6-1,0	1,0-3,0	>3,0
Conteúdo de sais tóxicas, % da massa	<0,3	0,3-0,4	0,4-0,6	>0,6
Área dos solos com processos de salinização	<5	5-20	20-50	>50
Presença de pesticidas	<0,5	0,5-1	1-3	>5
Conteúdo de poluentes	<1	1-3	3-10	>10
Presença hidrocarbonetos	<1,0	1-5	5-10	>10
Profundidade da destruição dos horizontes do solo	-	Destruído A1 ou ½ do horizonte A	Horizontes A e B	Horizontes A e B e parcialmente AB
Profundidade da destruição do perfil, % do perfil original	<10	10-30	30-50	>50
Área da erosão eólica, % da área	<5	10-20	20-40	>40

7.7.1.3. Convenções Cartográficas

7.7.1.3.1 Classificação das unidas de mapeamento do potencial ecológico da paisagem

As unidades de mapeamento são formadas pelos polígonos que delimitam áreas com variações do potencial ecológico dentro da mesma classe.

São diferenciadas as seguintes classes do potencial ecológico da paisagem (Quadro 71)

7.7.1.3.2 Limites das unidades de mapeamento

A Figura 28 apresenta convenções adotadas para limites poligonais e feições lineares.





	Limites das áreas urbanas -0,80 mm - vermelho
	Limites dos polígonos de potencial ecológico - 0,35 mm - preto
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)

FIGURA 28 – Convenções das feições lineares do mapa do potencial ecológico da paisagem (figura do autor)

7.7.1.3.3 Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos e objetos específicos de representação

Além das unidades de mapeamento com distintos níveis de potencial ecológico devem ser demarcados no mapa: áreas de concentração de vetores de ação tecnogênica; zonas de tensão ecológica e zonas de condições ecológicas críticas.

São entendidas como:

- (1) áreas de concentração de vetores de ação tecnogênica ou de pressão ecológica: áreas e partes da paisagem, que pelas suas propriedades morfo-naturais concentram o fluxo de vetores de drenagem superficial ou de fluxo hidrológico, concentração de massas de ar ou dos depósitos sólidos; as referidas áreas são definidas com auxílio de técnicas de geoprocessamento¹ segundo parâmetros físicos adequados às propriedades orográficas e microclimáticas da paisagem local;
- (2) zonas de tensão ecológica: áreas e frentes onde se observa uma transição brusca de dinâmica e potencial ecológico das unidades morfológicas (contato entre as unidades com alto potencial ecológico e potencial ecológico médio e reduzido), assim como zonas de maiores concentrações de vetores de pressão ecológica;
- (3) zonas de condições ecológicas críticas: zonas onde se observa a concentração de fontes de poluição com fundo no potencial ecológico reduzido.

As duas últimas categorias de representação, definidas pela sobreposição e interpolação de polígonos com critérios correspondentes, demarcam-se com hachuras sobrepostas.

¹ Os aplicativos do CAD (como *Geoterrain*) permitem gerar os modelos de fluxos descendentes, direções de fluxos (para uma área ou a partir de um ponto indicado), localizar pontos mais baixos e mais altos, linhas de talvegue e do curso máximo descendente a partir dos arquivos refinados TIN. Os referidos modelos de drenagem são de extrema importância para previsão da propagação dos acidentes com efluentes líquidos ou então para delimitação das áreas de provável impacto.













Por sua vez, as operações de criação de *buffers* (*create zone*) permitem delimitar as áreas de certo perímetro a volta de objetos de influencia e avaliar as áreas de maiores sobreposições destas áreas de influencia.

QUADRO 71 – Definição das classes de potencial ecológico da paisagem (quadro do autor)

Potencial ecológico	Combinações possíveis de critérios	Formas de poluição predomin.	Caracterização	Referência de cores
<i>alto</i>	fA x zA x pA fA x zMa x pA fA x zM x pA	Atmosférica Hídrica: predomina mecânica	Áreas de extrema importância geoecológica; representam unidades da paisagem que constituem as condições-modelo estáveis de ecossistemas; intervenções antrópicas inferiores à 0,5% da área por ano; normalmente correspondem às áreas de preservação e remanescentes da vegetação nativa; constituem reservas genéticas e energo-ecológicas para restauração das condições ecológicas críticas; exigem medidas de preservação e proteção: os impactos do novo empreendimento não devem atingir estas áreas	R:192 G:255 B:168 verde
<i>médio -alto</i>	fMa (M) x zA x pA fM x zMa x pA fM x zM x pA fMa x zMa x pA fMa x zMa x pMa	Atmosférica e hídrica: química e mecânica	Áreas de grande importância ecológica; correspondem via regra aos sistemas de vegetação secundária em estágios culminantes de desenvolvimento e sistemas de manejo agro-florestal ecológico; são áreas de estabilidade ecológica moderada; intervenções antrópicas até 2,0% por ano (possíveis mudanças de biodiversidade em 50-100 anos); são de essencial importância para restauração da estabilidade ecológica regional; os efeitos negativos do empreendimento não devem atingir estas áreas ou as medidas de mitigação devem ser de extrema confiabilidade...	R:255 G:235 B:168 amarelo
<i>médio</i>	fM x zMa x pM fM x zM x pMa (M) fM x zR x pMa(M) fM x zR x pA	Atmosférica e hídrica: química, mecânica, organo-sintética Resíduos sólidos e contaminação parcial dos solos	Correspondem às áreas de exploração antrópica intensiva e extensiva, caracterizam-se por indicadores significativos de transformação e estabilidade frágil (ou padrões ecológicas dinâmicas); intervenções antrópicas 2-3% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer de 30-50 anos); as medidas de mitigação devem considerar as possibilidades altíssimas de formação de impactos cumulativos; Representam áreas com capacidade muito reduzidas de auto regeneração: em caso de empreendimentos temporários as medidas de reconversão de usos devem ser previstas no projeto de empreendimento...	R:255 G:168 B:0 laranja
<i>reduzido</i>	fR x zR x pR fR x zM x pM fRx zR x pA fRx zR x pM	Todos os tipos de poluição podem estar presentes	Compreendem áreas antro-po-tecnogênicas e tecnogênicas com potencial ecológico reduzido ou praticamente nulo; caracterizam-se pela alta dinâmicas das condições ecológicas; intervenções antrópicas 4% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer dos 25 anos); devem ser observadas as cotas de emissões e efluentes do novo empreendimento no sistemas de impactos cumulativos da área; os investimentos na mitigação de impactos costumam ser mais ou menos significativos, em função do porte do empreendimento	R: 255 G:0 B:115 vermelho



Dependendo das condições locais podem ser identificados com sinais convencionais específicos os fenômenos ou condições ecológicas específicas segundo critérios anteriormente diferenciados (Quadros 68-70). Os sinais convencionais para representação destes fenômenos constam no Quadro 72.

QUADRO 72 – Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos e objetos específicos de representação (quadro do autor)

1	VEGETAÇÃO	
1.1	Prados permanentes, Pastos naturais	
1.2	Formações herbáceas com predominância de <i>Lugominosae</i>	
1.3	Formações herbáceas com predominância de <i>Graminídeas</i>	
1.4	Vegetação pioneira em área abandonadas pela mineração de carvão	
1.5	Formações herbáceas em matas ciliares e terrenos alagados	
1.6	Floresta nativa	
1.7	Capoeirinha	
1.8	Capoeira	
1.9	Capoeirão	
1.10	Reflorestamento e retorno espontâneo em áreas agrícolas	
1.11	Reflorestamento em áreas de mineração do carvão: eucalipto, bracatinga, pinus	
1.12	Vegetação nativa: espécies dominantes, subdominantes, arvoretas e palmeiro	



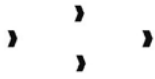






continua

continuação - Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos ...

1.13	Vegetação arbustiva	
2	BIOTA:	Azul – presente em aparente equilíbrio Laranja – ameaçadas Vermelho – em extinção ou expulsas
2.1	Aves	
2.2	Aves aquáticas	
2.3	Anfíbios	
2.4	Serpentes e répteis	
2.5	Ictiofauna	
2.6	Insetos	
2.7	Mamíferos de grande porte	
2.8	Roedores Na cor preta - pragas urbanas e agrícolas	
3	<i>DISTÚRBIOS DA FLORA E FAUNA</i>	
3.1	Plantas protegidas: Relíctos Endêmicos Raras	
3.2	Áreas florestais protegidas	
3.3	Reintrodução das espécies animais	

continua

continuação - Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos ...

3.4	Áreas de animais raros e protegidos	
3.5	Desflorestamento/ corte predatório	
3.6	Caça/ coleta predatória	
3.7	Queimadas e comunidades florísticas emergentes	
3.8	Espécies exóticas invasoras	
3.9	Florestas degradadas	
3.10	Doenças da vegetação	
3.11	Degradação da biodiversidade	
3.12	Distúrbios complexos da flora e fauna	

7.7.1.4 Legenda do Mapa

O quadro a seguir lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa do potencial ecológico do território.

QUADRO 73 – Dados requeridos para compilação da legenda mapa do potencial ecológico do território (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	<p>Deve incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas). 	<p>Exemplo:</p> <p>Potencial ecológico da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 50 000) dezembro 2002</p>
2. Introdução	<p>Incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências). 	
3. Potencial ecológico do território	Deve discriminar todas as classes do potencial ecológico	
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Convenções de fenômenos e objetos ecológicos	Identificar todos os fenômenos e objetos representados no mapa	
6. Fonte de dados	<p>Listar todas as fontes de dados usados no projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados; - tipo de exatidão. 	
7. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
8. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.7.1.5. Mapeamento e trabalhos de levantamento em campo

7.7.1.5.1 Classificação das unidades de mapeamento do potencial ecológico

Para classificação das unidades de mapeamento devem ser seguidos seguintes passos:

- (1) Gerar uma cópia de trabalho do arquivo gráfico com limites das unidades morfológicas da paisagem (somente localidades) a partir do mapa da estrutura morfológica natural da paisagem;
- (2) Todas as localidades devem ser catalogadas com um número único.

- (3) O arquivo do catálogo de unidades é sobreposto ao mapa da estrutura territorial produtiva¹ e ao mapa da estrutura morfológica em tela do computador alternadamente para definição e registro dos critérios fitoecológicos, zoológicos e pedológicos. A referida pré-classificação deve ser acompanhada pela análise de registros amostrais do mapa da estrutura morfológica da paisagem;
- (4) Os resultados da classificação devem ser registrados em tabela (número de unidade, critérios ecológicos, principais formas de poluição) e um arquivo gráfico intermediário;
- (5) As unidades são classificadas conforme a variação do potencial ecológico;
- (6) Sempre que possível, outros critérios e indicadores do estado ecológico devem ser acrescentados.

Para mapeamentos na escala grande os levantamentos específicos de campo (principalmente para definição de critérios fitoecológicos e zoocológicos) podem ser necessários.

7.7.1.5.2 *Levantamentos de campo*

Os levantamentos de campo têm por objetivo averiguação dos contornos e indicadores ecológicos difíceis de definição pela sobreposição de mapas de inventário, fotointerpretação e para atualização dos elementos modificados desde o momento de levantamentos de campo realizados para mapeamentos de inventário.

O planejamento e organização de trabalhos de campo correm no tramite comum, descrito anteriormente. Para mapeamentos de escalas grandes os levantamentos executam-se em sistema de malha: distribuição de pontos amostrais em intervalos predeterminados de modo a formar um reticulado denso (uma malha) em toda extensão da área. A densidade da malha depende da homogeneidade das condições ecológicas dentro dos limites de uma localidade morfológica, detalhe do levantamento e classe de exatidão exigida. O levantamento em forma de perfis é apropriado para escalas de mapeamento inferiores à de 1:10.000. Dependendo dos objetivos do trabalho e as características da área as técnicas mistas podem ser aplicadas.

¹ Na sua ausência pode ser substituído pelo mapa de uso/cobertura de solo na escala correspondente; caso a escala do respectivo mapa for inferior ao da estrutura morfológica (ou ao contrário) deve ser lembrado que a escala final do mapa de intensidade será não superior à da escala menor dos dados de entrada.

As observações de campo visam um registro objetivo da identificação e classificação dos critérios ecológicos da definição do potencial e podem ser associados aos levantamentos específicos da vegetação e biota, ou mundo animal.

As observações de critérios pedológicos podem ser auxiliados com fotointerpretação, caso os modificadores da estrutura morfológica natural da paisagem não foram identificados suficientemente.

7.7.1.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações do geoprocessamento em um BD: arquivos gráficos intermediários, tabelas de registro, etc.
- (2) Classificação final segundo classes de potencial ecológico, com reajustamento dos limites das unidades de mapeamento;
- (3) O *layout* final deve ser composto:
 - 1.1 Polígonos de potencial ecológico;
 - 1.2 os níveis de informação como áreas com concentração de fontes de poluição, direções de vetores de ação antrópica “segundo declive” e “segundo fluxo hídrico”, zonas de tensão ecológica e zonas de situação ecológica crítica;
 - 1.3 elementos de mapa-base: rede hidrográfica, área urbana, topônimos.
- (4) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento.
- (5) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com arquivo gráfico de registro de coeficientes e tabelas de registros.
- (6) Produzida legenda final do mapa.
- (7) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

Opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos:

1. *qualitativos*: rosa-dos-ventos; mapa-enclave de distribuição das principais fontes da poluição esquema de enquadramento regional da área com relação das áreas de preservação permanente;
2. *quantitativos*: diagrama e polígonos de frequência das áreas com potencial ecológico distinto; polígonos de frequência de fontes de poluição; diagramas e polígonos de frequência da distribuição concentração de distintos poluentes em diversos componentes ambientais.

7.7.1.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa

Tratando-se do mapeamento do indicador de avaliação sintética, o controle de qualidade e a confiabilidade do mapa gerado dependerão da exatidão dos mapas de inventário, que originam os dados de entrada. O processo de controle de qualidade deve compreender a avaliação da idoneidade e da linhagem metodológica dos procedimentos de mapeamento. Além de procedimentos padrão de controle de qualidade na produção cartográfica digital devem ser abordados:

- (1) *Pré-classificação*. Deve ser revista e analisada antes de realização do controle de campo, visto o reajuste e correção dos limites poligonais e da nomenclatura das unidades e seu controle adequado em campo.
- (2) *Controle de campo*. Devem ser conduzidos de modo coerente: com escolha adequada de pontos amostrais formas corretas e completas de coleta de dados, segundo metodologia única.
- (3) *Mapeamento final*. O controle passo a passo permite identificar a maioria dos erros gráficos e de inconsistência lógica. Todos os objetos do mapa devem ser checados e os atributos gráficos revistos.
- (4) *Relatório final*. Deve incluir a descrição de todos os procedimentos de controle de qualidade realizados.

Quanto à avaliação da confiabilidade do mapa devem ser observados seguintes parâmetros:

(1) Exatidão temática e geométrica – depende do *nível de intensidade de trabalhos de campo* e deve corresponder a este. Por exemplo: se o mapeamento é de classe A, significa que 95 % de unidades de mapeamento devem ser corretos.

O controle consiste na conferência da coerência entre a classificação das áreas com certo potencial ecológico e diferenciação do conjunto de critérios desta classificação, previamente definidos para unidade morfológica da paisagem. Assim, como na posterior controle da diferenciação de objetos e fenômenos complementares. Algumas checagens de campo, para averiguação dos critérios e classes do potencial podem ser programadas para mapeamentos de escala grande. Os mapeamentos de escalas médias, mais comum para mapeamentos de avaliação, se limitam com controle de qualidade de geoprocessamento e checagens dos registros de campo.

(2) Exatidão espacial – estabelece que a exatidão do posicionamento dos polígonos deve ser dentro dos 15 m para mapeamentos na escala inferior à 1:10 000. O controle é feito por amostragem com auxílio de equipamentos GPS de precisão, no mínimo, topográfica. Intensidade de checagens deve corresponder ao de exatidão temática.

7.7.1.8 Conclusões: mapa do potencial ecológico do território e sua finalidade

O mapa do potencial ecológico do território configura uma situação ecológica da área de estudo no momento de levantamento de dados. Permite avaliar o enquadramento neste cenário dos distintos variantes do empreendimento, considerando as alterações possíveis do potencial ecológico da área. Assim, é possível, como exemplifica Quadro 73 (p.397), ter em conta distintos critérios ambientais na escolha da localização do projeto.

Além disso, as áreas de tensão e vetores de pressão mostram as áreas e/ou pontos mais apropriados de monitoramento e de implantação das ações mitigadoras de impactos.

O mapa mostra os pólos do território com alto potencial ecológico, que devem representar os pontos de partida na recuperação ambiental das áreas críticas e no avanço de zonas de estabilidade ecológica para zonas de tensão. Por outro lado, as áreas ecologicamente críticas, as que podem oferecer riscos para saúde humana, normalmente impõem custos sociais muito altos

de alocação de novos empreendimentos ou exigem medidas de reorganização funcional do espaço.

O potencial interpretativo do mapa e sua confiabilidade aumentam com análise associativa de um segundo mapa de avaliação sintética que deve focar com maior empenho os problemas funcionais de exploração da paisagem¹, confirmando ou colocando em dúvida os resultados da análise do potencial ecológico do território.

Esta análise comparativa é de extrema importância para avaliação integral da situação ecológica da área, pois aumenta não só a confiabilidade da avaliação sintética, como aumenta exatidão de previsão dos impactos e do prognóstico ecológico da área.

¹ De preferência sempre que se faz possível a natureza de indicadores sintéticos de um mapa para outro deve ser distinta: se um é qualitativo ou quali-quantitativo o outro deve ser quantitativo; isto aumenta a confiabilidade de resultados - caso os resultados dos dois modelos sejam compatíveis; ou indica a falta de exatidão na avaliação e provavelmente a fonte de erros - caso os resultados sejam incompatíveis.

POTENCIAL ECOLÓGICO DA PAISAGEM (1996 - 1998)

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 50 000

6843845,01 +

648212,00

Legenda

Potencial ecológico da paisagem:

- alto**
paisagens estáveis - intervenções antrópicas inferiores à 0,5% por ano;
- médio - alto**
moderadamente dinâmicas - intervenções antrópicas até 2,0% por ano (possíveis mudanças de biodiversidade em 50 anos)
- médio**
dinâmica antrópica média - intervenções antrópicas 2-3% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer de 30-50 anos)
- reduzido**
dinâmica antrópica alta - intervenções antrópicas 4% por ano (possíveis substituições de ecossistemas no decorrer dos 25 anos)
- áreas críticas - badlands**
áreas sem condições para sobrevivência para biota e homem
- vetores de ação antrópica pela corrente**

convenções cartográficas

- sistema viário**
- limite da área urbana**
- limite da bacia hidrográfica**
- hidrografia**
- lagos**
- lagos ácidos da mineração**
- área urbana**



0 500 1.000 2.000m

Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Marro da Palha (IBDE)
Datum Vertical: RN2Q E RNI446-1 (IBGE)

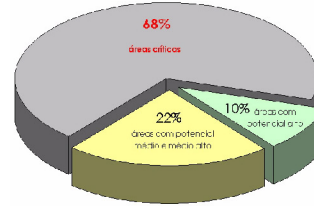
Metodologia:

Delimitação das unidades de mapeamento por geoprocessamento - KARNAUKHOVA (2000)
Metodologia da diferenciação do potencial ecológico - VINOGRADOV et al. (1993)

Execução:

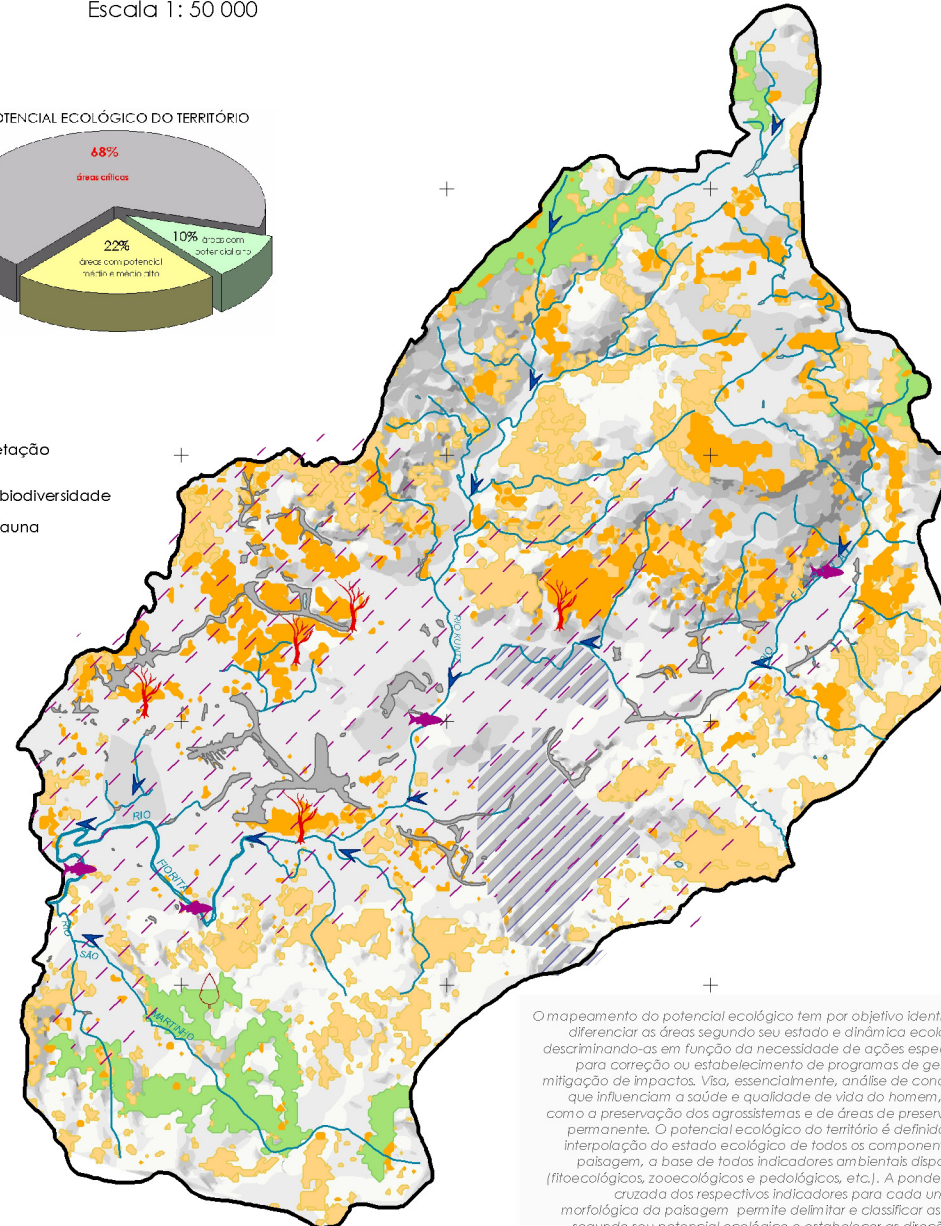
Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

POTENCIAL ECOLÓGICO DO TERRITÓRIO



estado da biota:

- doenças da vegetação**
- degradação da biodiversidade**
- extinção da ictiofauna**



O mapeamento do potencial ecológico tem por objetivo identificar e diferenciar as áreas segundo seu estado e dinâmica ecológica, discriminando-as em função da necessidade de ações específicas para correção ou estabelecimento de programas de gestão e mitigação de impactos. Visa, essencialmente, análise de condições que influenciam a saúde e qualidade de vida do homem, assim como a preservação dos ecossistemas e de áreas de preservação permanente. O potencial ecológico do território é definido pela interpolação do estado ecológico de todos os componentes da paisagem, a base de todos indicadores ambientais disponíveis (fitoecológicos, zoocológicos e pedológicos, etc.). A ponderação cruzada dos respectivos indicadores para cada unidade morfológica da paisagem permite delimitar e classificar as áreas segundo seu potencial ecológico e estabelecer as direções da transformação da situação ecológica do território.

648206,22 m E

684398 m N

7.7.2 Modelo cartográfico 7: *Intensidade de Transformação Antrópica da Paisagem*

7.7.2.1 Introdução

O método da avaliação da Intensidade de Transformação Antrópica da paisagem faz parte integrante de um complexo sistema de métodos de avaliação dos impactos ambientais das atividades humanas e permite uma visão genérica da distribuição espacial destes impactos através de um indicador sintético. A distribuição espacial das áreas caracterizadas por um determinado coeficiente de transformação antrópica reflete, também, a efetividade da organização funcional do território.

O coeficiente da intensidade de transformação antrópica caracteriza a seguinte **regularidade funcional** do geossistema: *o grau de transformação de uma unidade morfológica da paisagem aumenta na medida em que crescem a área e o indicador da profundidade de transformação de um tipo de uso do solo a ela associado*. O valor do coeficiente, também, aumenta significativamente em função da diversificação de tipos de uso desenvolvidos nos limites de uma mesma unidade da paisagem. Isto é, enquanto mais homogênea é a estrutura do uso/cobertura do solo e do que menor é o potencial de transformação – menor será o grau de transformação antrópica.

Os coeficientes regionais de transformação antrópica das paisagens, calculados para uma estrutura ótima de uso do solo, poderão ser vistos como os coeficientes normativos para uso e ocupação do solo e representar um indicador quantitativo da diferenciação das unidades espaciais de planejamento para fundamentação do zoneamento funcional.

O método proporciona a avaliação ecológica integral, fundamentada nas propriedades naturais da paisagem e características de sua exploração. Permite produzir com poucos recursos disponíveis um indicador confiável da tensão geoecológica de diversos graus, que pode auxiliar na tomada de decisões no âmbito de implantação de projetos e de medidas de gestão ambiental ou de reorganização funcional do território.

O mapa da intensidade de exploração antrópica representa um produto de geoprocessamento, elaborado com base na sobreposição e processamento dos dados dos mapas da estrutura morfológica natural da paisagem e da estrutura territorial – produtiva.

Sendo assim, a escala de trabalho do mapeamento corresponderá à escala dos respectivos mapas de dados de entrada. A escala final do produto gerado pode ser reduzida, em função de objetivos de uso ou de custos.

7.7.2.2 Conceito da intensidade de transformação antrópica

As diversidades de tipos de exploração da terra, a utilização de diversas tecnologias, proporcionam a formação de novas propriedades funcionais das paisagens. Os mesmos condicionam um determinado **grau** ou *intensidade* de sua transformação.

A intensidade de transformação antrópica das paisagens é determinada pela fórmula (SHISHENCO,1988: 41):

$$K_{ant} = \frac{\sum (r_i p_i q_i) n}{100}$$

onde,

K_{ant} - coeficiente de transformação antrópica, que expressa sua intensidade;

r_i - gradiente de transformação pelo tipo i de exploração;

q_i - parte da superfície (%) que este tipo de exploração ocupa em cada unidade discriminada da paisagem;

p_i - indicador de profundidade de transformação das paisagens;

n - quantidade de áreas com mesmo uso do solo nos limites de cada unidade da paisagem.

A divisão por 100 é utilizada para facilitar o uso dos valores do coeficiente e deve caracterizar a seguinte regularidade: *enquanto maior for a área de um tipo de exploração e quão alto for o seu indicador de profundidade de transformação – maior será o grau de transformação antrópica da unidade da paisagem e da região como um todo* (SHISHENKO, 1988).

Para cada um dos tipos de cobertura do solo identificados em cada uma das unidades morfológicas da paisagem encontradas atribui-se um "**gradiente**" de *transformação antrópica* (Quadro 74). *O gradiente reflete o potencial de transformação que cada um dos tipos de uso dispõe. Isto é, o potencial de intensidade do seu impacto ambiental.* A escala do gradiente (de 1 a 10) foi adotada a partir da metodologia original (*idem*).

QUADRO 74 – Gradiente e peso da transformação antrópica da paisagem para os tipos de cobertura de solo identificados na Bacia Hidrográfica do rio Fiorita (fonte: KARNAUKHOVA, 2000)

TIPOS DO USO/COBERTURA DO SOLO	Gradiente da Transformação Antrópica	Peso da Profundidade da Transformação
I. VEGETAÇÃO NATIVA SECUNDÁRIA		
I.1. Capoeirão	1	1.05
I.2. Aglomerados de árvore	3	1.1
II. REFLORESTAMENTO		
II.1. Eucalipto	3	1.2
II.2. Eucalipto e vegetação nativa	4	1.15
III. VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE MINERAÇÃO		
III.1. Plantações de eucalipto e/ou bracatinga	6	1.4
III.2. Diversos estágios de regeneração espontânea e eucalipto jovem	10	1.4
III.3. Eucalipto sobre estéril	10	1.4
III.4. Capoeira	6	1.05
IV. CLASSES TECNOGÊNICAS DA COBERTURA DO SOLO		
IV.1. Agropecuária: pastagens, cultivos diversos, incluindo pomares e jardins	6	1.2
IV.2. Pastagem suja: solo abandonado com provável uso agropecuário	6	1.2
IV.3. Terreno exposto: rocha ou solo exposto, terra arada	6	1.25
IV.4. Área sobre a mineração com rejeitos e estéril	7	1.3
IV.5. Estéril aplanado	10	1.5
IV.6. Estéril com ou sem cobertura herbácea	10	1.5
IV.7. Rejeitos de carvão	10	1.5
IV.8. Lagoas ácidas	10	1,5
IV.9. Áreas urbanas e de infra-estruturas	8	1.35

Para que a *profundidade da transformação* da paisagem possa ser considerada no cálculo do índice de transformação antrópica, para cada um dos tipos identificados de exploração adaptou-se, seguindo a lógica da metodologia original, com o apoio de trabalhos de campo um "peso", atribuindo-se os valores graduais de 1,0 até 1,5, em função das características de transformação que as paisagens apresentam. *A profundidade de transformação antrópica reflete dois componentes importantes do impacto ambiental: o tempo da presença do tipo de uso no local e o caráter das transformações ocorridas e o associado a este potencial do equilíbrio ecológico disponível.*

Com objetivo de maior aproximação dos resultados da análise com a realidade da área de estudo a escala original dos valores da profundidade de transformação sofreu algumas transformações, considerando a média dos pesos ponderada segundo três elementos: *o tempo relativo da presença do tipo de uso/cobertura, a qualidade visual da paisagem resultante e a intensidade de problemas ambientais que as unidades de uso apresentam no tempo atual.*

Tendo em conta o desbravamento relativamente recente da área de estudo (aproximadamente 100 anos de exploração extensiva) foi possível a determinação bastante precisa do tempo do surgimento e da existência dos principais tipos de uso e de cobertura do solo, onde o mais antigo tipo de exploração é a agricultura, seguida de uso urbano e de mineração.

A qualidade visual das paisagens e a intensidade dos problemas ambientais, que as unidades de uso apresentam no tempo atual, foram avaliadas com auxílio de trabalhos de campo (descrição de pontos amostrais e pesquisa de levantamentos ecológicos na área). A cada um dos tipos de uso foi atribuído um peso no intervalo 1,0 - 1,5, segundo cada um dos elementos considerados. O maior valor do peso corresponde ao maior período do tempo, à pior qualidade visual da paisagem e à maior intensidade de problemas ambientais constatados. A média dos pesos define a profundidade de transformação da paisagem pelos usos/coberturas do solo na área de estudo (Quadro 74).

Desta forma, a fórmula considera três parâmetros fundamentais que caracterizam os impactos ambientais: a extensão, o tempo e a intensidade da ação antrópica sobre os componentes naturais da paisagem.

7.7.2.3 Convenções Cartográficas

7.7.2.3.1 Classificação das unidades de mapeamento

As unidades de mapeamento são formadas pelos polígonos que delimitam áreas com variações do coeficiente da intensidade de transformação antrópica dentro da mesma classe (intervalo da escala). A definição dos intervalos da escala, ou classes de intensidade de transformação depende da variação das condições locais e objetivos do projeto. A escala de variação da intensidade de exploração antrópica deve corresponder, sobretudo, às condições ecológicas das unidades morfológicas avaliadas.

Para avaliação da intensidade de transformação antrópica da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita (área de ensaio) foi definida seguinte escala para diferenciação dos polígonos na escala de 1:20.000 (Quadro 75).

QUADRO 75 – Definição das classes de Intensidade de transformação antrópica (quadro do autor)

K_{ant}	Classe	Referencia de cores
<i>até 5,5</i>	<i>pouco transformadas</i>	R: 214; G:255 ; B:176
<i>5,51 -9,50</i>	<i>transformadas moderadamente</i>	R: 250; G:250 ; B:235
<i>9,51 - 20,50</i>	<i>transformadas intensamente</i>	R: 242; G:245 ; B:203
<i>20,51 - 35,50</i>	<i>supertransformadas</i>	R: 245; G:252 ; B:174
<i>35,51 - 80,50</i>	<i>removidas e compensadas</i>	R: 250; G:245 ; B:95
<i>> 80,51</i>	<i>substituídas pelas unidades tecnogênicas, destruídas, bedlands</i>	R: 255; G:180 ; B:105

7.7.2.3.2 Limites das unidades de mapeamento

A Figura 29 apresenta convenções adotadas para limites das unidades de mapeamento e feições lineares.





	Limites das áreas urbanas -0,80 mm - vermelho
	Limites dos polígonos de intensidade - 0,35 mm - preto
	Limites do projeto - 1,20 mm - preto
	Limites do mapa - 0,25 mm - cinza (RGB:77)

FIGURA 29 – Convenções para unidades de mapeamento e feições lineares do mapa da intensidade de transformação antrópica da paisagem (figura do autor)

7.7.2.4 Legenda do Mapa

O quadro a seguir lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa da intensidade de transformação antrópica.

QUADRO 76 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa da intensidade de transformação antrópica da paisagem (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: - nome da área mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas).	Exemplo: Intensidade da transformação antrópica da paisagem da Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 50 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências).	
3. Escala da intensidade de transformação antrópica	Deve discriminar todas as classes das unidades de mapeamento	
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados. - tipo de exatidão.	
6. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
7. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.7.2.5. Cálculo do K_{ant} das unidades morfológicas da paisagem e classificação das unidades de mapeamento

Para o cálculo do K_{ant} (coeficiente da transformação antrópica) devem ser seguidos seguintes passos:

- (1) Gerar uma cópia de trabalho do arquivo gráfico com limites das unidades morfológicas da paisagem a partir do mapa da estrutura morfológica natural da paisagem;
- (2) Todas as unidades da paisagem ao nível de comarcas ou fácies (dependendo da escala do projeto) devem ser catalogadas com um número único, seguindo a seqüência das localidades, como mostra a Figura 30. Por exemplo, para bacia Hidrográfica do rio Fiorita foi diferenciado um **total de 264 unidades** da estrutura morfológica da paisagem em nível de comarcas físico-geográficas.

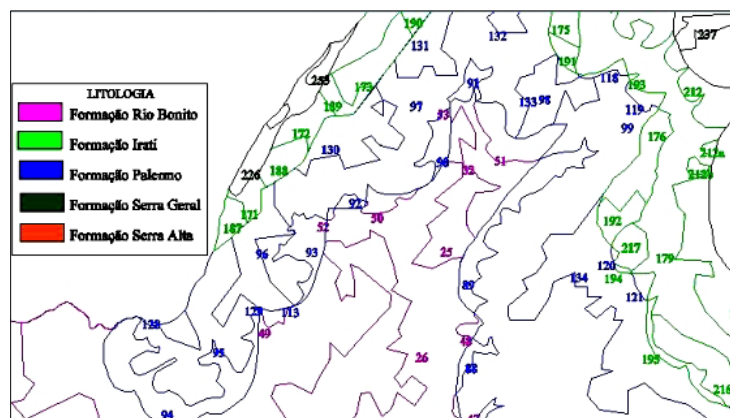


FIGURA 30 – Numeração das Unidades da Paisagem para o Cálculo do K_{ant} (figura do autor)

(3) O arquivo do catálogo de unidades é sobreposto ao mapa da estrutura territorial- produtiva¹ em tela do computador para medição e cálculo dos parâmetros q_i e n da fórmula do K_{ant} . O uso do CAD facilita significativamente a laboriosa tarefa de medições detalhadas (programa *MicroStation SE*).

Foram empregues com auxílio de *Visualization Tools* as ferramentas de medição com precisão (*Measure Area*) por métodos: *Element*, *Difference* e *Flood*. Deve-se observar que, a pesar de permitir aquisição de ótimos resultados de medição, o uso dessas ferramentas requer muita atenção e alguns cuidados. Sobretudo, quando uma área de uso está subdividida entre várias comarcas e é necessário o uso do método *Flood*, que por sinal é mais sujeito aos erros grosseiros de medição.

(4) Os resultados dos cálculos foram registrados em tabela, como mostra a Figura 31.

(5) Para cada uma das unidades diferenciadas foram introduzidos os parâmetros r_i e p_i , com posterior cálculo do K_{ant} , segundo a fórmula.

(6) O valor do coeficiente é introduzido em cada unidade morfológica do arquivo gráfico.

(7) A diversidade dos valores do coeficiente permitiu construir uma *escala de intensidade da transformação* antrópica das paisagens:

- até 5,5 - pouco transformadas;
- 5,51 -9,50 - transformadas moderadamente;
- 9,51 - 20,50 - transformadas intensamente;
- 20,51 - 35,50 - supertransformadas;
- 35,51 - 80,50 - removidas e compensadas;
- > 80,51 - substituídas pelas unidades tecnogénicas, destruídas, *bedlands*.

¹ Na sua ausência pode ser substituído pelo mapa de uso/cobertura de solo na escala correspondente; caso a escala do respectivo mapa for inferior ao da estrutura morfológica (ou ao contrário) deve ser lembrado que a escala final do mapa de intensidade será não superior à escala menor dos dados de entrada.

UNIDADE	TIPO DE USO	ÁREAS (M²)	ÁREAS (%)	n	r	p	*	K _{ant}
FORMAÇÃO PALERMO								
VERTENTE EM PATAMAR ALTO								
124		125023,8	100					
	Veget. Nativa+Eucalipto	50480,7	40,4	4	4	1,15	743,36	19,09
	Veget. Nativa	43518,2	34,8	4	2	1,05	292,32	
	Eucalipto	795,1	0,6	1	4	1,2	2,88	
	Agricultura	30211,3	24,2	5	6	1,2	871,2	
125		16027,5	100					
	Veget. Nativa+Eucalipto	2487,6	15,5	3	4	1,15	213,9	8,22
	Agricultura	13539,9	84,5	1	6	1,2	608,4	
126		6801,3	100					
	Agricultura	5330,8	78,4	1	6	1,2	564,48	6,55
	Veget. Nativa	1470,5	21,6	2	2	1,05	90,72	

FIGURA 31 – Fragmento da Tabela de Cálculo do Coeficiente de Transformação Antrópica (figura do autor)

(8) Considerando que são possíveis duas opções de elaboração do mapa final: cartograma (recomendável, pois preserva a dependência da estrutura morfológica) ou isolinear (por interpolação, mais apropriado para análise de territórios regionais); os passos seguintes podem consistir na reclassificação das unidades com Kant com variação de valores dentro dos parâmetros da mesma classe, para primeiro caso; ou na criação de um centróide para cada unidade (definição de ponto central da figura do polígono) e introdução como valor Z do ponto o valor do coeficiente para posterior interpolação¹.

7.7.2.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

1. Estruturação de todas as informações do geoprocessamento em um BD: arquivos gráficos intermediários, planilhas de cálculo, etc.
2. Classificação final segundo a escala de classes, com reajustamento dos limites das unidades de mapeamento;
3. O *layout* final deve ser composto:

¹ Procedimento de interpolação foi descrito no mapa de processos tecnogénicos de transformação da paisagem

- 3.1. polígonos de intensidade;
- 3.2. elementos de mapa-base: rede hidrográfica, área urbana, topônimos;
4. Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento;
5. Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com arquivo gráfico de registro de coeficientes e planilhas de cálculo;
6. Produzida legenda final do mapa;
7. Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

Opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos no mapa impresso:

- (1) *qualitativos*: mapa-enclave de distribuição das principais fontes da poluição.
- (2) *quantitativos*: diagramas e polígonos de frequência da distribuição de principais tipos de usos de solo por grupo de unidades morfológicas da paisagem; dados sobre volume de produção ou nível de vida em unidade com coeficientes críticos.

7.7.2.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa

Como se trata do mapeamento do indicador de avaliação sintética, o controle de qualidade e a confiabilidade do mapa gerado dependerão da exatidão dos mapas de inventário, que originam os dados de entrada. O processo de controle de qualidade neste caso consistirá na avaliação da idoneidade e da linhagem metodológica dos procedimentos de mapeamento. Além de procedimentos padrão de controle de qualidade na produção cartográfica digital devem ser abordados:

- (1) *Pré-classificação*. Deve ser revista e analisada antes de realização do controle de campo, visto o reajuste e correção dos limites poligonais e da nomenclatura das unidades e seu controle adequado em campo.
- (2) *Controle de campo*. Devem ser conduzidos de modo coerente: com escolha adequada de pontos amostrais formas corretas e completas de coleta de dados, segundo metodologia única.

- (3) *Mapeamento final*. O controle passo a passo permite identificar a maioria dos erros gráficos e de inconsistência lógica. Todos os objetos do mapa devem ser checados e os atributos gráficos revistos.
- (4) *Relatório final*. Deve incluir a descrição de todos os procedimentos de controle de qualidade realizados.

Quanto à avaliação da confiabilidade do mapa devem ser observados seguintes parâmetros:

- (1) Exatidão temática e geométrica – depende do *nível de intensidade de trabalhos de campo* e deve corresponder a este. Por exemplo: se o mapeamento é de classe A, significa que os mapas na escala superior a 1:10.000 devem ser checados em 95% das suas unidades de mapeamento.

O controle consiste na conferência das áreas de usos de solo mais importantes medidos nos limites das comarcas e localidades e averiguação do valor de cálculo do K_{ant} . Assim, como na posterior controle da reclassificação das unidades segundo a escala da intensidade de transformação antrópica adotada para área de estudo. Algumas checagens de campo, para averiguação dos valores de gradiente e peso definidos para áreas podem ser programadas para mapeamentos de escala grande. Os mapeamentos de escalas médias, mais comum para mapeamentos de avaliação, se limitam com controle de qualidade do geoprocessamento.

- (2) Exatidão espacial – estabelece que a exatidão do posicionamento dos polígonos deva ser dentro dos 15 m para mapeamentos na escala inferior à 1:10.000. O controle é feito por amostragem com auxílio de equipamentos GPS de precisão, no mínimo, topográfica. Intensidade de checagens deve corresponder ao de exatidão temática.

7.7.2.8 Conclusões: intensidade de transformação antrópica como critério de apoio à decisão

A análise e avaliação da distribuição espacial das unidades da paisagem com distintos coeficientes de transformação permitirão chegar à conclusões importantes sobre a distribuição da "tensão" ambiental na área de estudo e sobre as áreas (diferenciadas como unidades da paisagem) que exigem uma intervenção imediata de uma gestão adequada e racional das funções das paisagens.

A observação da distribuição espacial das unidades da paisagem com altos K_{ant} na Bacia Hidrográfica do rio Fiorita permite discriminá-las como objetos da intervenção imediata, nas seguintes (KARNAUKHOVA, 2000):

- a) nas áreas de mineração: Vale Baixo e Vale Médio da Formação Rio Bonito ($K_{ant.} > 100$);
- b) nas áreas abrangidas pela expansão urbana: as unidades sudeste das Vertentes e Interflúvios em patamar baixo da Formação Palermo e Rio Bonito ($K_{ant.} > 40$) e Vertente em patamar médio da Formação Palermo ($K_{ant.} > 100$);
- c) nas áreas agrofloretais: os Interflúvios em patamar alto da Formação Irati ($K_{ant.} > 37$), as Vertentes em patamar médio e os Interflúvios em patamar baixo da Formação Palermo (em alguns casos $K_{ant.} > 78$).

Em todos os casos citados a reconversão de usos e adequação funcional das paisagens é imprescindível.

O método revela suficientemente bem a influência predominante na transformação da paisagem do uso agrícola ($K_{ant.}$ de 5,5 até 20) e da mineração ($K_{ant.} > 50$) e reflete a adaptabilidade (ou não) da exploração econômica regional com relação às condições e os recursos naturais.

De acordo com o grau de transformação antrópica determinado nas diversas unidades da paisagem ao nível de *associações de comarcas físico-geográficas* podem ser feitas seguintes recomendações gerais (*ibidem*):

- (1) as áreas com altíssimo grau de transformação antrópica, classificadas como áreas com paisagens removidas e destruídas ($K_{ant} > 35,51$), devem ser consideradas como áreas onde ocorrem situações de riscos e calamidades ambientais. Nesse caso recomenda-se o maior detalhamento das áreas de risco, alcançando-se à classificação e identificação dos riscos individuais, isto é criação do cadastro geoambiental e/ou CTMU. As intervenções neste plano devem-se referir às obras de engenharia e de eliminação dos fatores de risco, passando pela reconversão de uso e/ou adaptação funcional da exploração da referida unidade da paisagem;
- (2) as áreas com grau de transformação intensa e as supertransformadas (K_{ant} entre 9,51 e 30,50) são áreas com alta probabilidade de riscos ambientais e com processos de desestabilização ecológica em estágio inicial e moderado. Nesse caso recomenda-se a promoção de ações de mitigação dos impactos negativos e da adaptação funcional das áreas diferenciadas como de situações com maior grau de comprometimento;
- (3) as áreas transformadas moderadamente (K_{ant} entre 5,51 e 9,50) são áreas com processos de instabilidade ecológica em estágio inicial ou em parcial desenvolvimento, existindo, neste caso, a necessidade de ações preventivas e de caráter profilático;

- (4) as áreas pouco transformadas (K_{ant} até 5,5) são as de relativa estabilidade ecológica e/ou são áreas ecologicamente recompensadas, que devem ter um monitoramento contínuo por serem extremamente raras e dispersas. Sendo indispensáveis neste caso medidas conservacionistas e de expansão das referidas áreas. Recomenda-se, assim a realização de estudos especializados sobre o desenvolvimento do potencial recreativo e da viabilidade de conservação das referidas áreas.

INTENSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (1996 - 1998)








Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

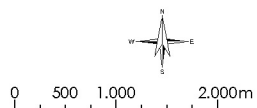
Legenda

Intensidade de transformação antrópica da paisagem:

-  **badlands ou paisagem lunar, complexos tecnogênicos**
apresentam situações de risco e calamidades ecológicas em distinto grau; exigem estudos específicos para implementação das ações de reconversão de uso e medidas de engenharia e de gestão ambiental para mitigação de impactos
-  **removidas e compensadas**
-  **intensamente transformadas**
-  **super transformadas**
apresentam alta probabilidade de riscos ambientais e os processos de desestabilização ecológica em estágio inicial e moderado; recomenda-se implementação das ações de mitigação de impactos negativos e da adaptação funcional das áreas com maior grau de comprometimento
-  **moderadamente transformadas**
apresentam processos de instabilidade ecológica em estágio inicial ou desenvolvimento parcial; têm necessidade de ações preventivas e de caráter profilático
-  **pouco transformadas**
apresentam relativa estabilidade ecológica e/ou são áreas recompensadas que necessitam de um monitoramento ambiental contínuo por serem raras e dispersas; necessitam de medidas de preservação; recomenda-se a realização de estudos para aproveitamento e desenvolvimento do seu potencial ecológico e recreativo

convenções cartográficas

-  sistema viário
-  limite da área urbana
-  limite da bacia hidrográfica
-  hidrografia
-  lagos
-  lagos ácidos da mineração
-  área urbana



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20.000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE)
Datum Vertical: RN2Q E RN446-1 (IBGE)

Metodologia:

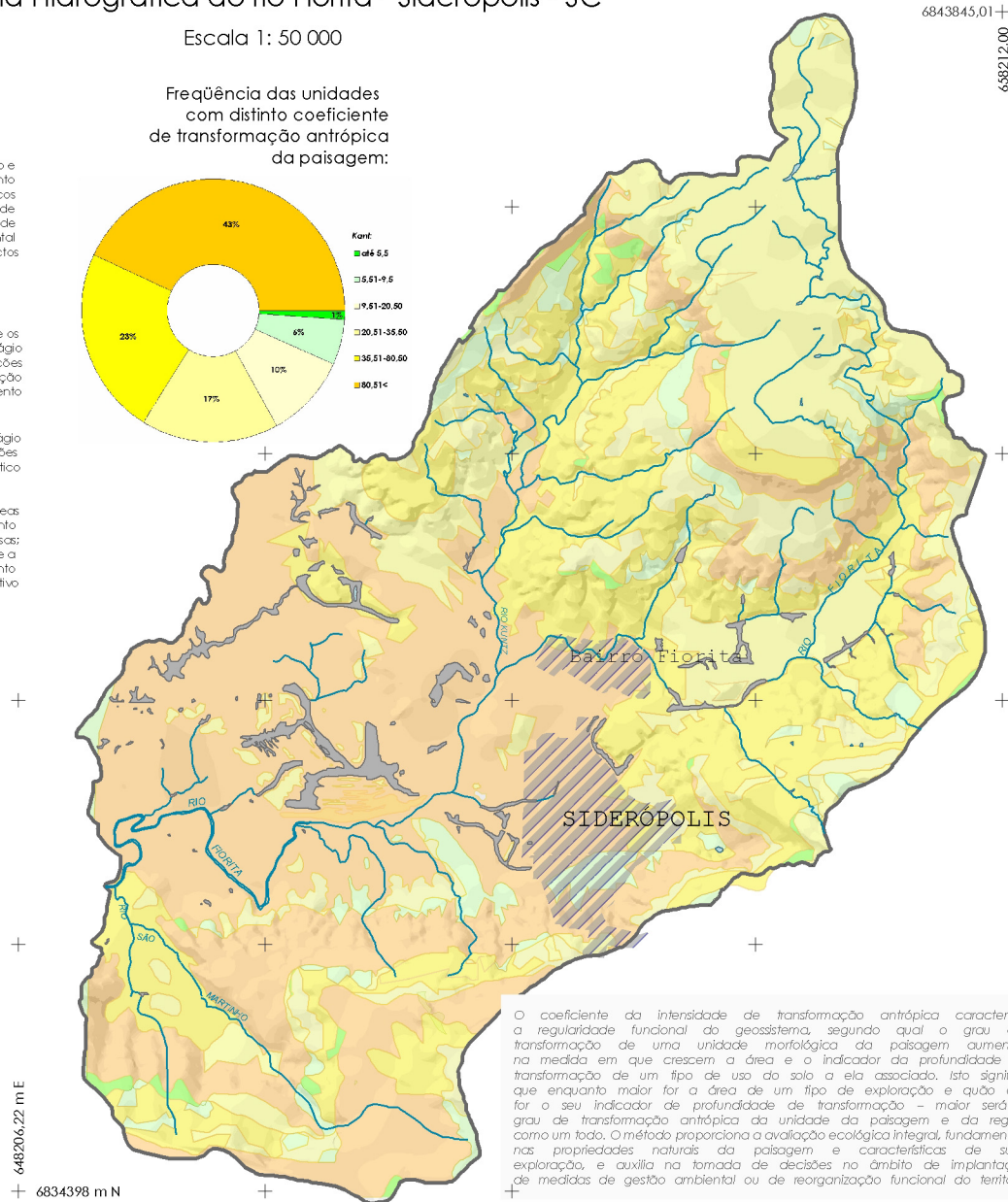
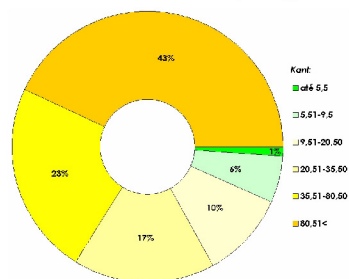
Metodologia da avaliação do Kant - SHISHENKO (1988);
Método de delimitação das unidades de mapeamento por geoprocessamento - KARNAUKHOVA(2000)

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFS/CAPEs - 2000 - 2003

Escala 1: 50 000

Freqüência das unidades com distinto coeficiente de transformação antrópica da paisagem:



O coeficiente da intensidade de transformação antrópica caracteriza a regularidade funcional do geossistema, segundo qual o grau de transformação de uma unidade morfológica da paisagem aumenta na medida em que crescem a área e o indicador da profundidade de transformação de um tipo de uso do solo a ela associado. Isto significa que enquanto maior for a área de um tipo de exploração e maior o grau de transformação antrópica da unidade da paisagem e da região como um todo, o método proporciona a avaliação ecológica integral, fundamentada nas propriedades naturais da paisagem e características de sua exploração, e auxilia na tomada de decisões no âmbito de implantação de medidas de gestão ambiental ou de reorganização funcional do território.

7.8 GRUPO IV: *MODELOS CARTOGRÁFICOS DE CENÁRIOS E PROGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO*

Os mapas geoecológicos de cenários têm por objetivo a representação da perspectiva espacial dos impactos ambientais prováveis de um novo empreendimento, assim como das medidas mitigadoras previstas no projeto e da avaliação da sua abrangência espacial. Partindo deste pressuposto, é evidente a necessidade de construção de três modelos cartográficos, que possam de forma sintética refletir a distribuição espacial dos respectivos fenômenos.

O primeiro modelo cartográfico deva permitir avaliação da localização de novas fontes de influência e de poluição no quadro regional-local dos fenômenos ecológicos já existentes e as direções prováveis de propagação dos eventos críticos possíveis, em função das características da variante do projeto e propriedades da paisagem.

O segundo modelo deva representar a tipologia e distribuição espacial das medidas de monitoramento e mitigação de impactos, em função dos problemas identificados no modelo anterior. Ambos visam uma melhor compreensão da integração do objeto de planejamento ao geossistema local e regional. Os mapas de cenários são produzidos em número correspondente ao número de variantes de implantação do empreendimento analisados no EIA/RIMA.

O terceiro modelo do grupo representa o mapa do Prognóstico da situação ecológica e/ou do cenário ambiental no momento final do mapeamento e tem por objetivo a justificação da escolha da variante mais adequada do ponto de vista ecológico e da organização funcional da paisagem.

Dependendo da extensão e abrangência da área de influência do projeto, a intercomplementaridade de escalas do mapeamento pode ser necessária. Por exemplo, em obras de hidroelétricas as representações na escala regional são obrigatórias, podendo a área local da barragem e represa, ser apresentada no mapa-enclave na escala maior.

7.8.1 Modelo cartográfico 8: Impactos Ambientais Prováveis do Objeto de Planejamento

7.8.1.1 Introdução

A elaboração de um estudo de impactos ambientais compreende uma série de procedimentos metodológicos complexos, que visam à aquisição de conhecimentos sobre as regularidades funcionais naturais e antrópicas dos geossistemas e das principais conseqüências ambientais de um novo projeto, e por fim, auxiliar na tomada de decisões.

As técnicas de previsão de impactos são múltiplas e intercomplementares. Destinam-se à diferenciação, classificação e avaliação da intensidade, magnitude e duração dos fenômenos ambientais negativos e/ou positivos, que possam ocorrer como conseqüência do empreendimento em questão. Estas técnicas e métodos compreendem coleta de dados em campo, análises laboratoriais, processamento de imagens, pesquisas de dados estatísticos e geoprocessamento, etc.

*O mapeamento de impactos ambientais faz parte do grupo de técnicas de previsão de impactos, sendo assim **não substitui nenhuma outra** das existentes, porém os **complementa**.*

O mapeamento de impactos pode ser considerado como última etapa da avaliação propriamente dita, necessária para previsão da distribuição espacial dos fenômenos, classificados como impactos negativos dentro da área de influência (possivelmente reajustada como conseqüência deste), para análise da sua interdistribuição e combinação para com os fenômenos geoecológicos já existentes na área e conseqüente previsão dos impactos cumulativos.

Deste modo, o mapeamento dos impactos tem um significado prático único, que nenhum de outros métodos pode proporcionar com toda plenitude: *diferenciação espacial dos impactos sumários e definição das perspectivas locais das medidas mitigadoras necessárias.*

O mapeamento dos impactos visa, também, a facilitar e integrar outras técnicas de análise de impactos, aumentando assim a confiabilidade do processo da previsão.

O mapa de impactos representa um produto de geoprocessamento, elaborado com base na sobreposição e processamento dos dados dos mapas da estrutura territorial-produtiva e dos dados do projeto de empreendimento (parâmetros da área abrangida, alocação das principais instalações, e fontes de influência com previsão dos seus parâmetros de emissões e efluentes). Sendo assim, a escala de trabalho do mapeamento corresponderá à escala dos respectivos mapas dos dados de entrada. A escala final do produto gerado pode ser reduzida ou aumentada, em função de objetivos de uso ou de custos.

7.8.1.2 Conceito do Impacto Ambiental

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, O Impacto Ambiental representa *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e bióticas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”*

Os impactos ambientais devem ser caracterizados de ponto de vista da sua **natureza** e **origem** dos componentes ambientais que atingem ordem (direta / indireta), **valor** (positivo/negativo), **espaço atingido** (local, regional, etc.), **intensidade** (fraco, médio, intenso), **dinâmica** (cíclica, descontínua, contínua), **tempo de ação** (imediate, curto e longo prazo), e **reversibilidade** (reversível / irreversível).

Para representação cartográfica a abrangência e propagação espacial de impactos de distinta natureza e distinta intensidade, a partir das suas respectivas fontes, adquirem a maior importância.

Os mapas de impactos devem ser concebidos para cada variante do empreendimento em particular. Em projetos complexos, com grande heterogeneidade de fenômenos, pode ser necessária a elaboração de mapas para cada tipo de impactos em particular (atmosféricos, hídricos, etc.). Na seqüência, por sobreposição dos respectivos mapas, pode ser elaborado mapa de impactos cumulativos.

7.8.1.3 Convenções Cartográficas

7.8.1.3.1 Classificação das unidades de mapeamento

As unidades de mapeamento são formadas por polígonos que delimitam áreas de influência de fontes de impactos de distinta origem, com variações da intensidade prevista dentro da mesma classe de fenômenos.

São diferenciadas, para área de ensaio, as seguintes classes de intensidade dos impactos ambientais, segundo a sua natureza: Quadro 77.

QUADRO 77 – Impactos ambientais da mineração a céu aberto e sua intensidade (quadro do autor)

Impactos	Fenômenos:	Intensidade	Referência de cores	Limites das áreas de impacto
Atmosféricos	Calor, poeiras, ruído, óxidos e gases.	Fraco	RGB:0,0,245 sem preenchimento	peso: 0; estilo: 6
		Médio		peso: 1; estilo: 6
		Intenso		peso: 2; estilo: 6
Hídricos	Acidificação, sulfatos, metais pesados, lixiviação bioquímica, assoreamento, vazão, hidrocarbonetos	Fraco	RGB: 168,192,255	peso: 0; estilo: 3
		Médio	RGB:168,168,255	
		Intenso	RGB:194,153,230	
Hidrogeológicos	Amortização da superfície, <i>carst</i> , deformações estruturais Rebaixamento do lençol freático, etc.	Fraco	RGB:89,126,99 sem preenchimento	peso: 0; estilo: 7
		Médio		peso: 1; estilo: 7
		Intenso		peso: 2; estilo: 7
Solos	Remoção e contaminação por metais pesados, sulfatos, etc.	Fraco	RGB: 168,0,255	Peso:0 ; estilo:5 Hachura: 90 °; espaçamento 100.0
		Médio		Hachura: 90 °; espaçamento 80.0
		Intenso		Hachura: 90 °; espaçamento 60.0

As áreas de influência dos impactos são demarcadas a partir das fontes de poluição do empreendimento (todos os seus compartimentos tecnológicos devem ser mapeados e devidamente identificados) conforme seu potencial definido ou tamanho das áreas de influência estabelecido em normas regionais de previsão de impactos¹. Afim, o Quadro 76 apresenta as áreas de influência de distintas fontes de poluição.

¹ Em casos específicos, como por exemplo, a previsão de propagação de acidentes atmosféricos, utilizam-se com maior frequência os modelos da estatística multivariada (superfícies estatísticas prováveis), considerando que oferecem maior confiabilidade para este tipo de fenômenos.

QUADRO 78 – Tamanho das áreas de influência geoecológica de distintas fontes de ação antrópica
(fonte: Petrov , 1992)

Tipo de atividade	Fonte de influência	Tamanho da área atingida
Mineração	Mina, cratera, depósito no subsolo.	1-5 km
	Depósitos de rejeitos e estéreis	0,1 – 8,5 ha
	Lagos de decantação	0,001 – 0,1 ha
Energética	Termoelétricas, atômicas	raio de 5 – 7 km
Química Metalúrgica Petroquímica	Fábrica, indústria	3 – 50 km
	Óleo- e gasoduto	5 – 15 km
	Represa, lago artificial.	0,5 – 20 km
	Canal, barragem	0,1 – 1 km
	Cratera de escavação	15 – 800 m
	Barranco	5 – 120 m
	Explosão	6 – 600 m
Agricultura	Campo irrigado	1 – 10 km
	Benfeitoria	0,5 – 1 km
Urbanização	Captação de águas	1 – 100 km
	Lixão tratamento de esgoto	1 – 3 km
	Edificação, construção	15 - 120 m
	Coletor	20 - 50 m
Transporte	Auto-estrada	40 – 100 m
	Ferrovia	150 – 300 m
	Elétrico	150 - 300 m

Os tamanhos das áreas de influência devem ser ponderados em função do potencial produtivo do empreendimento, das condições meteorológicas locais (rosa-dos-ventos) e das condições de drenagem. O raio da área abrangida por um tipo de impacto deve ser esticado ou diminuído tantas vezes a mais, quanto a predominância e intensidade da respectiva direção de ventos, ou densidade de vetores de drenagem na mesma direção. A exatidão da delimitação das áreas dependerá da qualidade de dados disponíveis sobre a essência tecnológica do empreendimento e das condições ambientais.

7.8.1.3.2 Limites das unidades de mapeamento

A Figura 32 apresenta convenções adotadas para os limites das unidades de mapeamento e feições lineares.

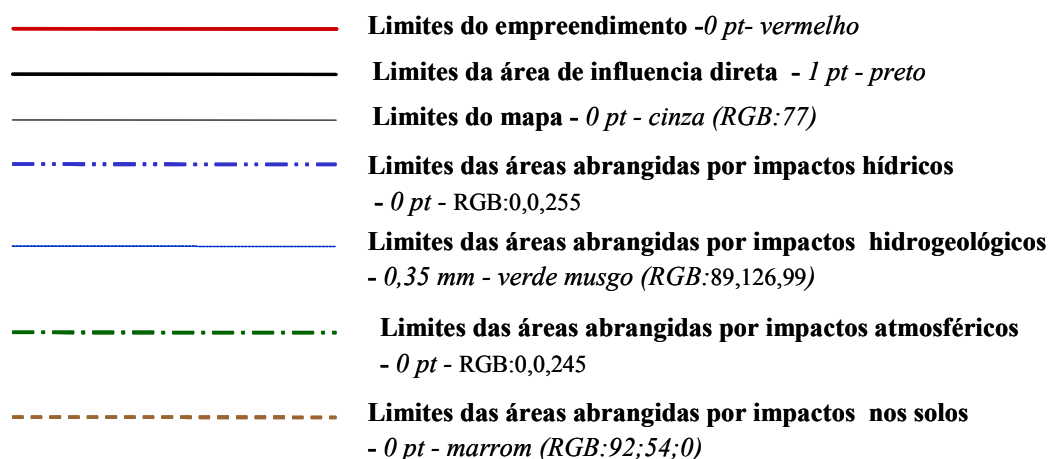


FIGURA 32 – Convenções dos limites das unidades de mapeamento e feições lineares do mapa de impactos ambientais (figura do autor)

7.8.1.3.3 Convenções cartográficas para representação de fenômenos ecológicos específicos e das fontes de poluição

Além das unidades de mapeamento com distintos níveis de potencial ecológico devem ser demarcados no mapa: as áreas de concentração de vetores de ação tecnogénica¹; as fontes de poluição e objetos de influência ecológica específica. As convenções cartográficas para representação dos respectivos fenômenos devem ser idênticas aos descritos no mapa da estrutura territorial-produtiva e do potencial ecológico (Quadros 55 e 61).

7.8.1.4 Legenda do Mapa

O quadro a seguir lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa de impactos ambientais.

QUADRO 79 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de impactos geoecológicos do empreendimento (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - Nome do empreendimento; - nome da área geográfica mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas); 	Exemplo: Impactos ambientais da Mina XXX, BH rio Fiorita Município de Siderópolis-SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências). 	
3. Impactos ambientais	Deve discriminar todas as classes dos impactos ambientais diferenciados para mapeamento	
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Convenções de fenômenos e objetos ecológicos	Identificar todos os fenômenos e objetos representados no mapa	
6. Empreendimento	Deve identificar os dados e principais parâmetros físicos do empreendimento, assim como data prevista de início e de término das atividades	
7. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.) - % dos polígonos checados - tipo de exatidão 	
8. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
9. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.8.1.5. Classificação das unidades de mapeamento

Para classificação das unidades de mapeamento devem ser seguidos seguintes passos:

- (1) introduzir a planta do empreendimento no arquivo gráfico;
- (2) demarcar todas as fontes de poluição do empreendimento (bocas de mina, canais de descarga, pátios operacionais, etc..) em níveis separados segundo a sua classificação por tipo de poluição;
- (3) gerar zonas de influência dos objetos mapeados segundo os parâmetros de áreas de influência definidas previamente em níveis separados;

¹ Veja o mapa do potencial ecológico

(4) corrigir a abrangência espacial das zonas de influência, segundo a rosa-dos-ventos para fontes de poluição do ar, e vetores de drenagem para dos solos e hídricos.

Deve ser lembrado que a delimitação dos contornos das áreas de influência é um procedimento bastante convencional, que dispõe de certo grau de probabilidade, visto que em condições reais definir limites reais de propagação de acidentes críticos é ainda uma tarefa praticamente impossível.

Os mapas de impactos podem ser elaborados também para cada fase de implantação do empreendimento, atendendo, assim a necessidade de refletir o tempo e dinâmica dos impactos ambientais.

7.8.1.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações do geoprocessamento em um BD: arquivos gráficos intermediários, matriz de impactos, etc.
- (2) Estruturação e ajustamento das unidades de mapeamento;
- (3) O *layout* final deve ser composto:
 - 1.1 Como fundo devem ser importados níveis de informação com fontes de poluição e, se a resolução gráfica permitir, do potencial ecológico do território¹; todas estas informações devem ser reprocessados em tons de cinza;
 - 1.2 elementos de **mapa-base**: rede hidrográfica, área urbana, topônimos;
 - 1.3 área de empreendimento e área de influência direta;
 - 1.4 fontes de poluição e áreas afetadas.
- (4) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento.
- (5) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com arquivo gráfico de registro de coeficientes e tabelas de registros.
- (6) Produzida legenda final do mapa.

(7) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

Opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos:

- (1) *qualitativos*: rosa-dos-ventos; gráficos de condições meteorológicas;
- (2) *quantitativos*: polígonos de frequência de fontes de poluição; diagramas e polígonos de frequência da distribuição concentração de distintos poluentes em diversos componentes ambientais.

7.8.1.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa

A confiabilidade do mapa dependerá da fidelidade das informações a respeito do **ciclo tecnológico do empreendimento**, qualidade dos dados de base e da experiência da equipe. A avaliação da linhagem metodológica do trabalho é único meio viável de controle de qualidade do produto.

7.8.1.8 Conclusões: aplicabilidade do mapa de distribuição dos impactos ambientais

O mapa de impactos ambientais simula um cenário ou uma situação ecológica da área de estudo no momento de implantação do empreendimento (ou em alguma das suas fases). Permite avaliar o enquadramento neste cenário dos distintos variantes do empreendimento, considerando as alterações possíveis dos fenômenos ecológicos já existentes na área.

Análise deste mapa permite:

- (a) avaliar a diferenciação espacial dos impactos ambientais do projeto em função das propriedades morfológica naturais da paisagem;
- (b) considerar delimitação geográfica de áreas que poderão ser atingidas por eventos críticos (derramamentos, emissões, etc.), estabelecendo os locais onde devem ser implantados os pontos de monitoramento;

¹ Os níveis de informação como áreas com concentração de fontes de poluição, direções de vetores de ação antrópica “segundo declive” e

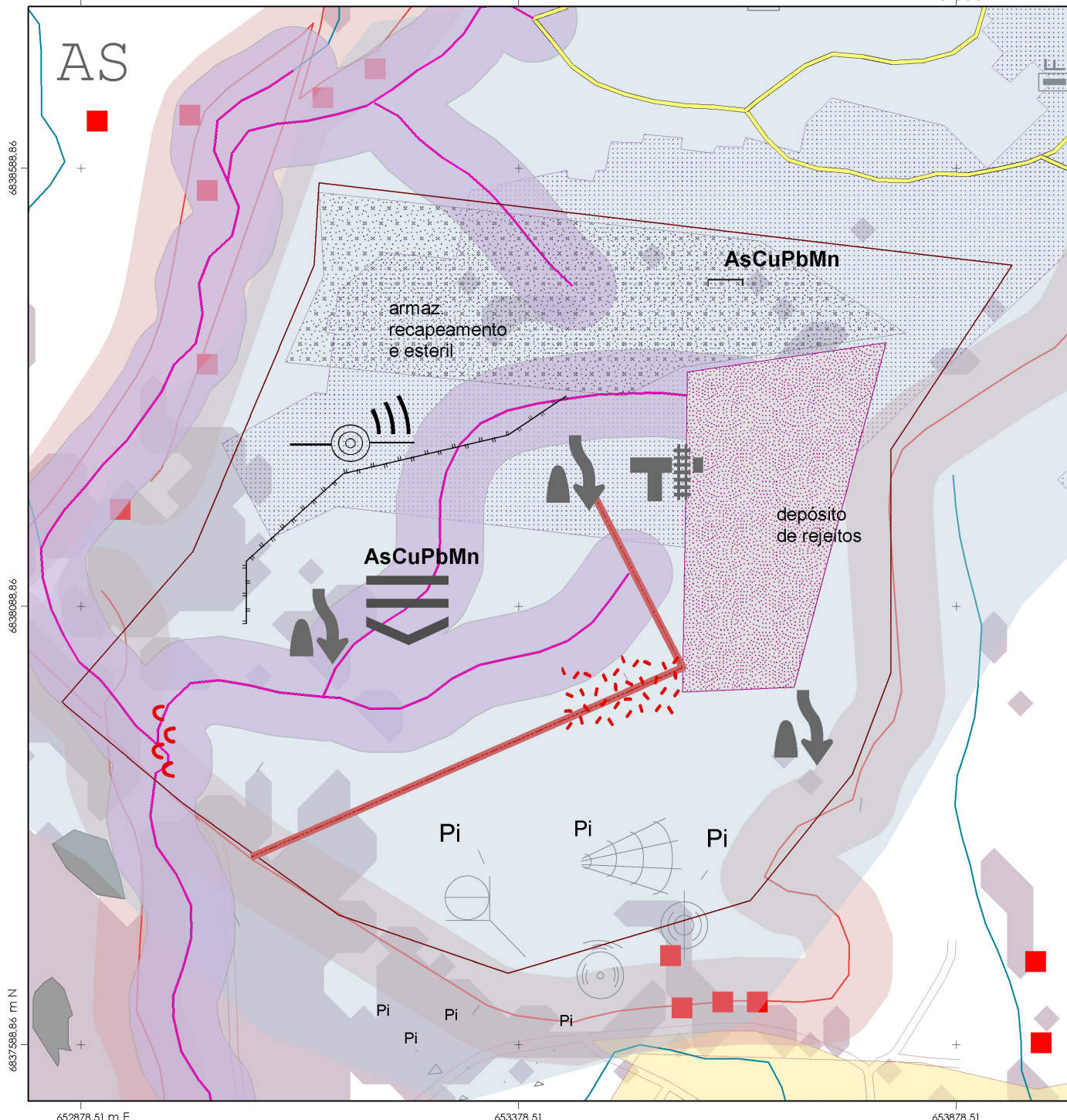
- (c) projetar e indicar a localização concreta das medidas de mitigação, compensação e reconversão, considerando a possibilidade de existência dos impactos cumulativos;
- (d) avaliar o enquadramento de cada variante do projeto no cenário ecológico local, e por consequência, obriga o proponente a justificar adequadamente a importância sócio-ambiental do empreendimento, principalmente quando este se instala em áreas críticas ou de tensão ecológica.

Os resultados deste tipo de análise permitem melhorar a relação do custo/benefício do projeto, auxiliando na decisão da escolha do variante ótimo do projeto, de ponto de vista do seu enquadramento no cenário ecológico local.

DISTRIBUIÇÃO DOS PRINCIPAIS IMPACTOS GEOECOLÓGICOS

MINA DE CARVÃO "XXX", Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 5.000



Legenda

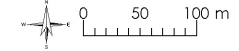
Impactos geoeológicos do empreendimento:

- área do empreendimento
- rejeito
- esteril
- trechos do sistema hídrico sujeitos aos impactos diretos
- área de propagação intensa da poluição atmosférica
- áreas sobre influência:**
- do sistema viário
- do sistema de drenagem
- das lagoas ácidas em cavas de mineração
- área de propagação direta dos poluentes atmosféricos
- trecho do sistema hídrico sujeitos aos desvios
- cursos de água afetados pela mineração
- cava de mineração
- incintamentos do sistema viário

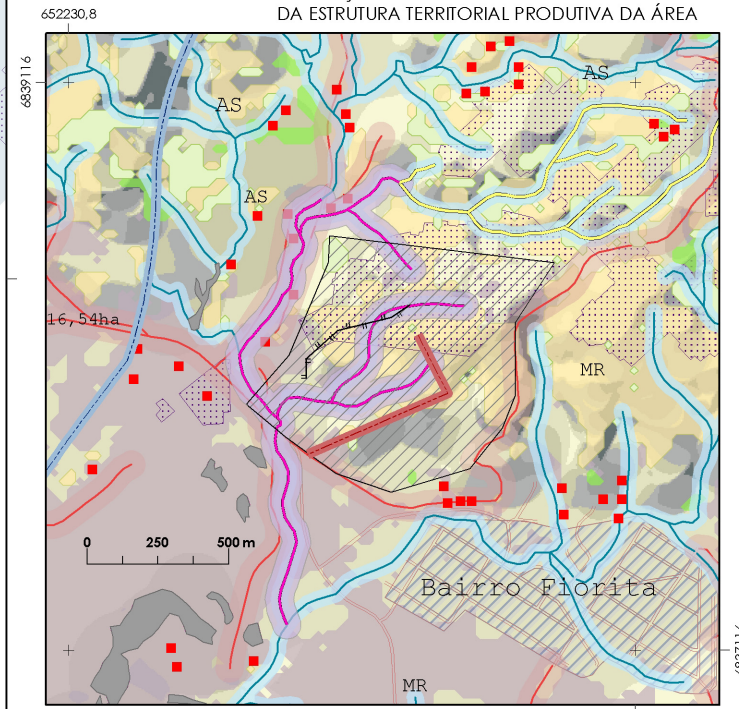
- carregamento e transporte
- drenagem ácida superficial
- vibrações de baixa frequência
- AsCuPbMn**
- drenagem ácida local
- assoreamento
- vibrações de baixa frequência
- ruídos
- odores
- poeiras
- construções

Uso e cobertura do solo:

- AS agricultura de subsistência
- Ap agropecuária
- R/F reflorestamento
- C2/C3 capoeira e capoeirão
- depósitos de rejeito
- mineração ativa em sub-solo
- área urbana
- lagoas ácidas em cavas de mineração
- construções
- limite da área urbana
- limite da bacia hidrográfica
- sistema viário
- hidrografia



LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO NO CONTEXTO DA ESTRUTURA TERRITORIAL PRODUTIVA DA ÁREA



Fonte de dados:
 Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
 Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22; Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE) Datum Vertical: RN2Q e RN1446-1 (IBGE)

Metodologia:
 Proposta do sistema de convenções - Karnaukhova E.(2000 - 2002)

Execução:
 Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002) Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

7.8.2 Modelo cartográfico 9: *Áreas Protegidas, Medidas Mitigadoras e de Compensação de Impactos do Empreendimento*

7.8.2.1 Introdução

Após da diferenciação dos impactos negativos do empreendimento, as medidas de mitigação e/ou compensação devem ser projetadas, resultando a eficiência ambiental e socioeconômica do projeto.

As referidas medidas compreendem diversas técnicas e operações de engenharia, assim como ações econômicas e sociais, que minimizam e previnem os impactos ambientais negativos. O planejamento das respectivas ações de acordo com impactos previstos é de competência da equipe de especialistas.

O mapeamento das ações mitigadoras para cada variante do projeto, visa facilitar a reflexão sobre a sua eficiência espacial e ecológica. Obrigando, por um lado, o proponente justificar coerentemente a quantidade e qualidade das ações propostas e da sua localização. O mapa visa facilitar a tomada das decisões finais. Por outro lado, o mapa auxilia no enquadramento espacial do empreendimento com relação das APA's e de outras áreas de jurisdição específica ou de interesse legal, o que também é de extrema importância para avaliação final do projeto.

O mapa de medidas de mitigação é elaborado com base no mapa de impactos ambientais pela introdução dos sinais convencionais que indicam as áreas e locais abrangidas por medidas propostas, o que facilita a compreensão da interdependência entre a fonte dos impactos, morfologia da paisagem e localização correta das ações planejadas.

A escala de trabalho do mapeamento corresponderá à escala do mapa de impactos. A escala final do produto gerado pode ser reduzida ou aumentada, em função de objetivos de uso ou de custos. Em casos específicos (medidas específicas de engenharia; reassentamento humano ou da biota) os mapas e plantas complementares podem ser necessárias, visando à necessidade de uma abordagem mais pormenorizada (as plantas de terraplanagem, dos novos povoamentos, etc.) ou mais generalizada (diminuição da escala para visão regional dos problemas ou normalmente em função das distintas áreas de influencia).

7.8.2.2. Medidas mitigadoras, de compensação de impactos e as áreas protegidas

7.8.2.2.1 Medidas de mitigação e de compensação

Medidas mitigadoras e/ou minimizadoras são aquelas capazes de diminuir o impacto negativo, ou mesmo sua gravidade, não compensando os danos (QUEIROZ, 1992:5). As medidas mitigadoras compreendem assim um complexo de operações técnicas e tecnológicas, econômicas, sociais e políticas, que permitem suprir ou reduzir um impacto negativo. As medidas mitigadoras têm por objetivo prevenir ou minimizar o impacto ambiental negativo, eliminando ou neutralizando a sua fonte.

Quando a mitigação de determinados impactos negativos é impossível de ponto de vista técnico, econômico ou político devem ser adotadas as *medidas compensatórias* – as que compensam os danos causados de ponto de vista ambiental, social e econômico. Deve ser observado que as medidas compensatórias podem não ser relacionadas com área diretamente afetada pelo empreendimento. Por exemplo, quando os impactos sobre a biota não podem ser mitigados (corte total da floresta) a medida de compensação pode consistir na aquisição de uma área próxima de igual valor conservacionista ou reflorestamento de uma área próxima com espécies nativas.

As medidas mitigadoras e compensadoras de impactos ambientais são classificadas segundo o tipo de condições ambientais que visam atender (meio físico, biológico e socioeconômico) e agrupados segundo tipo de procedimentos ou tecnologia utilizada (de engenharia; conservacionistas; políticas; tributárias, sanitárias, etc.).

Para definir e propor as medidas mitigadoras devem ser tomados em conta vários aspectos do empreendimento (JUCHEM, 1992):

- (a) os impactos negativos identificados na fase de análise;
- (b) classe e tipo das medidas necessárias, sua natureza preventiva ou corretiva; menção aos eventuais impactos que não podem ser corrigidos;
- (c) viabilidade técnica, econômica, social e ambiental do empreendimento;
- (d) as condições ecológicas da área de implantação das referidas medidas;
- (e) o prazo previsto e as fases do projeto em que devem ser implantadas;
- (f) compatibilidade das medidas propostas com condições ambientais locais;
- (g) o grau de competências e de responsabilidade dos envolvidos na sua implantação;

- (h) a necessidade da distribuição participativa dos custos de implantação de tais medidas, principalmente quando excedem os limites da jurisdição do próprio projeto;
- (i) adequação legal das medidas e distribuição socialmente justa dos seus benefícios;
- (j) obrigatoriedade de prazos e condições de implementação;
- (k) possibilidade de monitoramento.

Deste modo, cada RIMA deve conter uma proposta específica a cada variante do projeto incluindo o detalhamento físico das propostas, estimativa dos custos, cronograma de implantação e lista de pessoas físicas e jurídicas responsáveis.

Evidente que em cada caso em particular, mesmo para as obras de mesmo tipo e porte, o conjunto de medidas de mitigação vai variar significativamente, no que diz respeito a sua classificação e tipologia.

A representação cartográfica das medidas mitigadoras e compensatórias visa avaliação da sua distribuição espacial com relação à propagação espacial dos impactos negativos e da sua eficiência, quanto à morfologia da paisagem e seu estado ecológico.

7.8.2.2.2 Áreas de proteção ambiental

Entende-se como **área de proteção ambiental (APA)** – *área pertencente ao grupo das unidades de conservação de uso direto, sustentável e regida por dispositivos legais. Constitui-se de área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada por atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais, especialmente importantes para a qualidade de vida e bem-estar da população residente e do entorno e tem por objetivo, disciplinar o uso sustentável dos recursos naturais e promover, quando necessário, a recuperação dos ecossistemas degradados (IBGE, 1999).*

A consideração de APAs presentes na região, onde o empreendimento pretende se instalar é obrigatória, mesmo que nenhuma delas seja incluída na área de influência direta do empreendimento. A análise da distribuição das APAs nos arredores do empreendimento ou dentro dos limites da sua influencia tem relação direta no que diz respeito ao atendimento dos requisitos legais de implantação do projeto e das medidas de mitigação neste previstas. Assim, esta ligada com estudo da legislação federal, estadual e municipal vigentes na área.

Além dos APAs pode ser necessária a demarcação no mapa das áreas com restrições de usos.

7.8.2.3 Convenções Cartográficas

7.8.2.3.1 Convenções cartográficas para representação das medidas mitigadoras em áreas de mineração

As convenções cartográficas desenvolvidas para representação das medidas de mitigação em áreas de mineração são apresentadas no Quadro 79.

7.8.2.3.2 Limites das unidades de mapeamento

A Figura 33 apresenta convenções adotadas para limites das unidades de mapeamento e feições lineares.

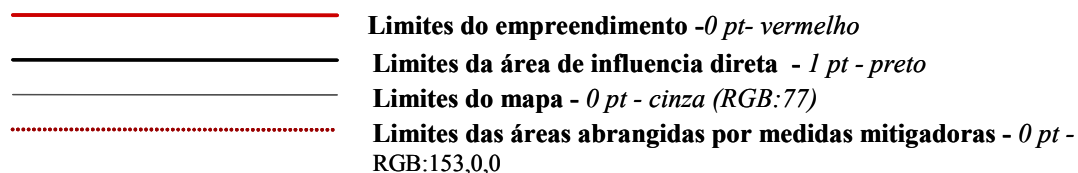






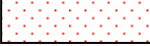






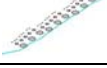























FIGURA 33 – Convenções das feições lineares do mapa de medidas de mitigação impactos ambientais (figura do autor)

7.8.2.4 Legenda do Mapa

O quadro a seguir lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa de mitigação dos impactos ambientais.

QUADRO 80 – Convenções cartográficas para representação das medidas mitigadoras (quadro do autor)

Medidas contra erosão e deslizamentos		
1	Faixas florestais (arborização)	
2	Arborização das ravinas, matas ciliares...	
3	Formação de terraços	
4	Terras drenadas	
5	Medidas agroquímicas	
6	Diques de contenção de deslizamentos	
Tratamento de resíduos		
7	Aterros sanitários	
8	Instalações de tratamento de resíduos industriais	
Águas		
9	Estações de tratamento de águas	
10	Medidas de nível	
11	Pontos de controle de água	
12	Tratamento de esgoto	
13	Captação e proteção das nascentes	
14	Medidas de redução do assoreamento	
Ar		
15	Emissões industriais tratadas	
16	Controle meteorológico	

17	Estações meteorológicas	
Mitigação de impactos em áreas de mineração:		
18	Estabilização química dos contaminantes	
19	Estabilização física das áreas de deposição de resíduos e de minas abandonadas	
20/21	Recuperação paisagística da área (retaludamento e revegetação)	
Construção de sistemas de drenagem que evitem a contaminação das águas:		
22	Coberturas úmidas	
23	Coberturas secas	
24	Instalação de poços de desaguamento	
25	Diques de desvio para minimizar infiltração excessiva;	
26	Diques de coleta; e Bacias de sedimentação e tratamento.	
27/28	Selos secos (ou de acesso superficial) Selos molhados (com armadilhas de ar)	
Selagem de minas subterrâneas (técnicas de gestão de águas subterrâneas)		
29	Barreiras de pilares de carvão	
30	Cortinas e paredes de vedação	
31	Preenchimento e injeção de minas subterrâneas	
32	Coleta e tratamento das soluções ácidas junto ao local de sua geração	
Sistemas de tratamento passivo biológico e não biológico		
33	1) Sistemas bióticos Áreas inundadas aeróbias Áreas inundadas compostadas ou anaeróbias	
2) Sistemas abióticos		
34	Canais abertos de calcário	
35	Poços de desvio	
36	Drenos Anóxicos de Calcário (DAC)	
37	Reatores de Fluxo Vertical (RFV)	

QUADRO 81 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de mitigação de impactos geoecológicos (quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - Nome do empreendimento; - nome da área geográfica mapeada; - data; - escala do mapa; - número da folha cartográfica (caso o projeto inclua áreas). 	Exemplo: Medidas Mitigadoras dos Impactos ambientais negativos da Mina XXX, BH rio Fiorita Município de Siderópolis-SC (1: 20 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende); - área de estudo; - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referências). 	
3. Medidas mitigadoras	Deve discriminar todas as classes das medidas mitigadoras diferenciadas para mapeamento, segundo a seqüência: áreas, lineares, pontuais	
4. Áreas de preservação	Exemplos dos limites poligonais distintos das áreas de preservação e sua identificação	
5. Empreendimento	Deve identificar os dados e principais parâmetros físicos do empreendimento, assim como data prevista de início e de término das atividades	
6. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - dados cartográficos (mapa-base, temáticos, etc.); - % dos polígonos checados; - tipo de exatidão. 	
7. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
8. Referências bibliográficas	Referência aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.8.2.5. Mapeamento das medidas de mitigação

Para representação cartográfica das medidas de mitigação devem ser seguidos seguintes passos:

- (1) Gerar uma cópia do arquivo gráfico do mapa de impactos, com os polígonos de propagação de impactos e fontes de poluição (do empreendimento e preexistentes);
- (2) As áreas das APAs devem ser demarcadas, assim como as áreas de jurisdição específica;
- (3) Em níveis distintos dar entrada de medidas de mitigação na seguinte seqüência:
 - 2.1 áreas ou medidas que atingem áreas superiores que 0,5 cm² na escala do mapa;
 - 2.2 medidas que atingem faixas estreitas, representadas por convenções lineares, com comprimento superior à 1,0 cm;
 - 2.3 medidas mitigadoras locais, representadas por sinais convencionais pontuais.

Os mapas de mitigação de impactos podem ser elaborados também para cada fase de implantação do empreendimento, atendendo, assim a necessidade de refletir o tempo e dinâmica de prevenção e correção dos impactos ambientais.

7.8.2.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações do geoprocessamento em um BD: arquivos gráficos intermediários, matriz de impactos, projeto de medidas mitigadoras, planilhas com dados de entrada, etc.
- (2) Estruturação e ajustamento das unidades de mapeamento;
- (3) O *layout* final deve ser composto:
 - 2.1. Como fundo devem ser importados níveis de informação com fontes de poluição e área de empreendimento e área de influencia direta;
 - 2.2. Elementos de **mapa-base**: rede hidrográfica, área urbana, topônimos;
 - 2.3. APAs e áreas específicas;
 - 2.4. Medidas mitigadoras;
- (4) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento;
- (5) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com arquivo gráfico de registro de coeficientes e tabelas de registros.
- (6) Produzida legenda final do mapa.
- (7) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

Opcionalmente podem ser inseridas seguintes informações e elementos gráficos:

- (1) *qualitativos*: rosa-dos-ventos; mapas-enclaves das instalações específicas de saneamento ou tratamento de resíduos...

- (2) *quantitativos*: diagramas de gastos e investimentos para com medidas de mitigação; diagramas de capacidade instalada e de uso das instalações de tratamento de resíduos e de aterros sanitários, etc.

7.8.2.7 Controle e avaliação da qualidade do mapa

A confiabilidade do mapa dependerá da fidelidade das informações a respeito do ciclo tecnológico do empreendimento, qualidade dos dados de base e da experiência da equipe. A avaliação da linhagem metodológica do trabalho é único meio viável de controle de qualidade do produto.

7.8.2.8 Conclusões

O mapa de mitigação e compensação de impactos ambientais simula um cenário ecológico da área de estudo no momento de implantação do empreendimento (ou em alguma das suas fases). Permite avaliar o enquadramento neste cenário dos distintos variantes do empreendimento. Análise deste mapa permite:

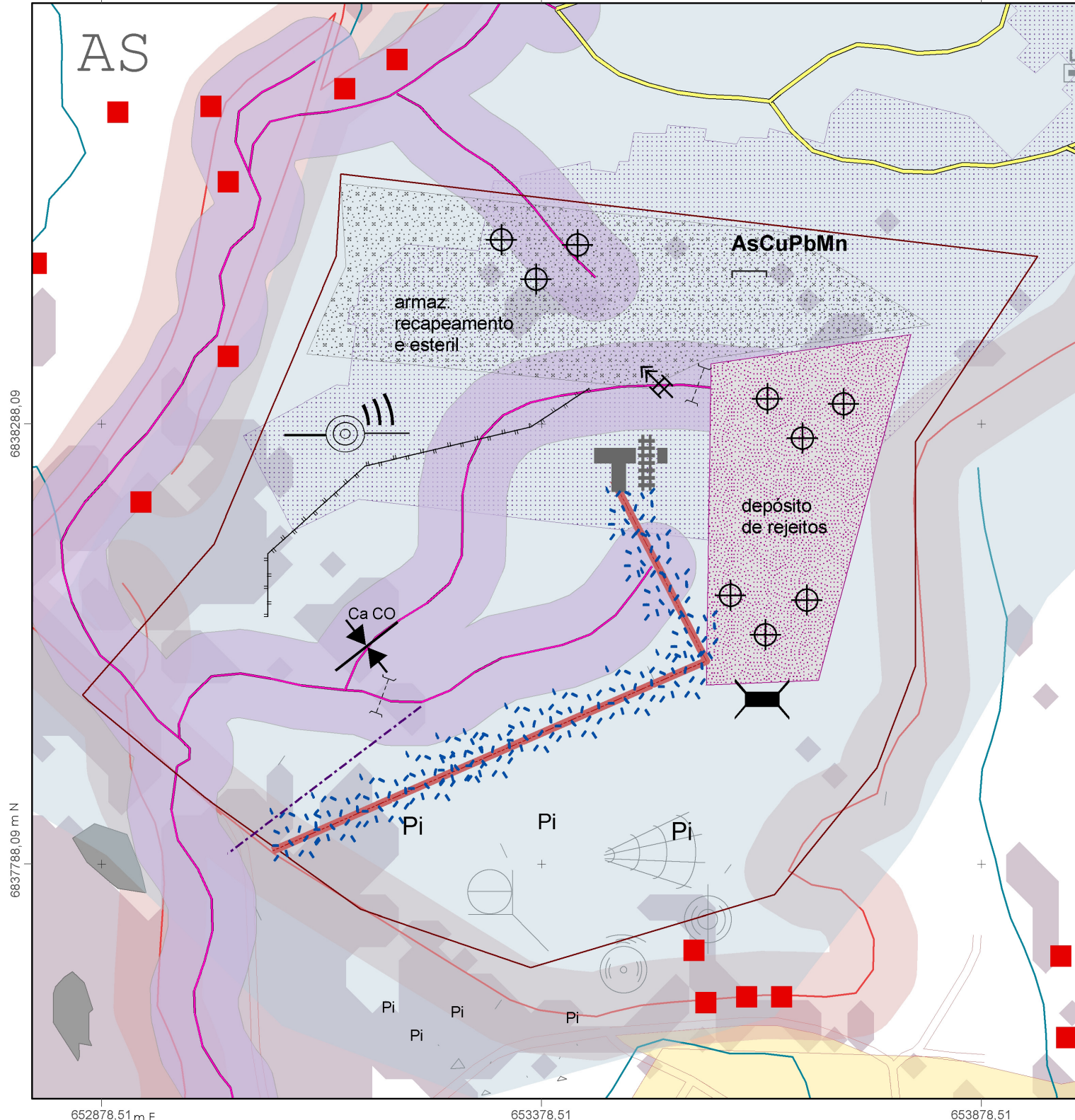
- (a) avaliar a diferenciação espacial das fontes de poluição e dos objetos causadores de impacto e a sua interdistribuição para com distintas medidas de mitigação dos impactos; ponderar as estatísticas de correlação entre as emissões sumárias da área e a capacidade instalada prevista das instalações de mitigação;
- (b) avaliar a eficiência da distribuição dos pontos de monitoramento dos impactos;
- (c) avaliar o enquadramento legal da área do projeto;
- (d) avaliar o enquadramento de cada variante do projeto no cenário ecológico local, e por consequência, obriga o proponente a justificar as despesas com medidas de mitigação, principalmente quando este se instala em áreas críticas ou de tensão ecológica.

Os resultados deste tipo de análise permitem otimizar a relação do custo/benefício do projeto, auxiliando na decisão da escolha da variante ótima do projeto, de ponto de vista do seu enquadramento no cenário ecológico local.

DISTRIBUIÇÃO DAS PRINCIPAIS MEDIDAS MITIGADORAS DOS IMPACTOS GEOECOLÓGICOS

MINA DE CARVÃO "XXX", Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

Escala 1: 5.000



Legenda

Medidas de mitigação dos impactos:

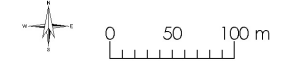
- diques de desvio da rede de drenagem
- canais de desvio da rede de drenagem
- diques de contenção das lagoas de sedimentação
- estabilização química dos depósitos de estéril e de rejeito pililosos
- canais abertos de calcário para estabilização química da drenagem ácida no sistema hídrico
- estabilização física dos depósitos sólidos em declive
- sistema de umedecimento das vias de acesso para redução de poeiras e emissões sólidas

áreas sobre influência:

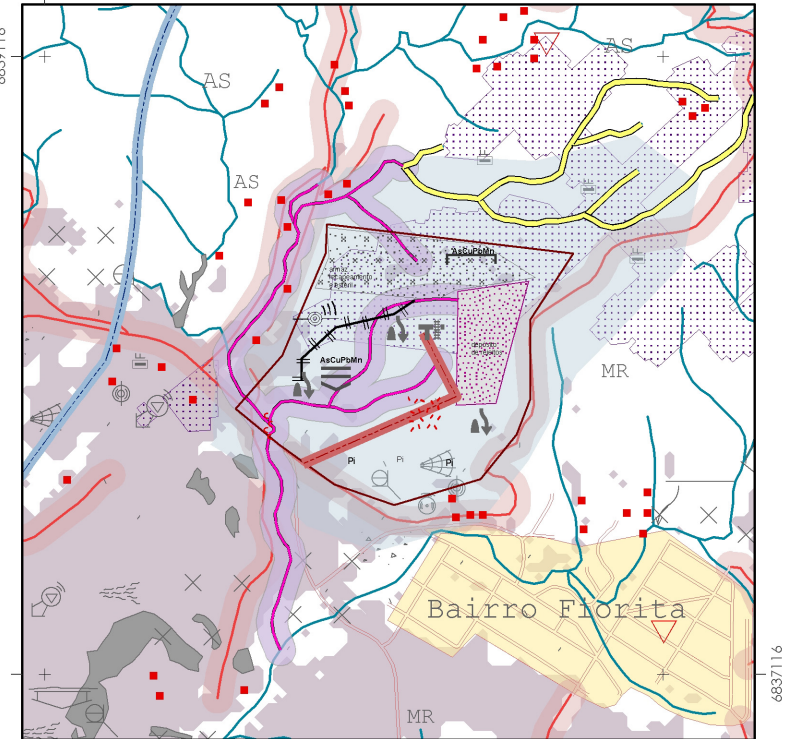
- do sistema viário
- do sistema de drenagem
- das lagoas ácidas em cavas de mineração
- limite da área urbana
- limite da bacia hidrográfica
- sistema viário
- hidrografia

Impactos geoeológicos do empreendimento:

- área de propagação direta dos poluentes atmosféricos
- trecho do sistema hídrico sujeitos aos desvios
- curios de água afetados pela mineração
- cava de mineração
- incrementos do sistema viário
- área do empreendimento
- rejeito
- esteril
- trechos do sistema hídrico sujeitos aos impactos diretos
- área de propagação intensa da poluição atmosférica
- depósitos de rejeito
- mineração ativa em sub-solo
- lagoas ácidas em cavas de mineração
- carregamento e transporte
- drenagem ácida superficial
- vibrações de baixa frequência
- drenagem ácida local
- assorimento
- vibrações de baixa frequência
- ruidos
- odores
- poeiras
- construções



PRINCIPAIS IMPACTOS GEOECOLÓGICOS DO EMPREENDIMENTO



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
 Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000
 Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22; Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBDE) Datum Vertical: RN2Q E RN1446-1 (IBGE)

Metodologia:

Proposta do sistema de convenções - Karnaukhova E.(2000 - 2002)

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002) Tese de Doutorado - PPGE-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

7.8.3 Modelo cartográfico 10: Previsão do Cenário Geoecológico

7.8.3.1 Introdução: prognóstico ambiental e suas particularidades

Elaboração dos mapas de prognóstico da situação ambiental representa a etapa final no estudo do impacto ambiental e no planejamento da implantação do empreendimento.

O prognóstico representa uma previsão qualificada e fundamentada do desenvolvimento futuro do objeto do planejamento com indicação da probabilidade da sua realização (RIABUSHKIN & DVORJAK, 1983). O prognóstico é elaborado sempre para um determinado período. No âmbito do planejamento territorial, de modo geral, sempre para o final da implantação do empreendimento ou projeto.

O principal objetivo do prognóstico ambiental é a definição com certa probabilidade das transformações da situação ecológica a partir de uma hipótese de impactos prováveis com base na situação real definida (situação ecológica avaliada) (SHISHENKO, 1988).

O prognóstico ambiental, como cenário do futuro, raramente pode indicar uma situação pragmática. Normalmente este indica um determinado número de situações esperadas em função das variantes alternativas do projeto e do comportamento esperado das condições geoecológicas durante período previsto.

O processo de elaboração do prognóstico é, na realidade, a essência dos estudos ambientais aplicados, como por exemplo, os EIA. Pois, determina a escolha da alternativa final do empreendimento em função da previsão e correlação dos seus impactos negativos para com os benefícios sócio-ambientais finais.

Cientificamente o prognóstico é compreendido como tarefa de extrapolação ou interpolação para o futuro das tendências conhecidas do comportamento do sistema ambiental “corrigidas” segundo “coeficiente” da ação antrópica recente. A confiabilidade e exatidão destas extrapolações dependem da estabilidade das tendências da evolução das condições ecológicas no tempo e no espaço.

7.8.3.2 Hipótese e princípios gerais de elaboração do prognóstico ambiental

Cada prognóstico começa com formulação de uma hipótese de desenvolvimento do objeto deste, considerando as propriedades e tendências da sua evolução, assim como a existência e as possibilidades de intervenção dos fatores externos. No âmbito do planejamento territorial e EIA/RIMA as hipóteses do prognóstico correspondem às variantes da implantação do projeto ou do empreendimento. *Cada variante representa uma determinada hipótese de desenvolvimento e, por conseqüência, de uma situação geoecológica futura, formando, portanto, o objeto do prognóstico. Com isso, se considera que os processos e fatores ambientais, assim como as tendências da evolução da situação geoecológica preservam-se constantes, segundo os parâmetros avaliados no momento de elaboração do prognóstico.*

Não existe uma receita universal de elaboração do prognóstico. A seqüência abaixo discriminada compreende passos gerais e pode ser modificada sempre que for necessária e racional a generalização ou exclusão das etapas (RIABUSHKIN & DVORJAK, 1983):

- (1) **definição do objetivo** de ponto de vista do conteúdo, escala, período de tempo e da exatidão necessária; os objetivos do prognóstico ambiental no contexto do EIA são definidos basicamente pela Resolução do CONAMA 001/86 e são a essência do RIMA;
- (2) **coleta das informações** sobre o objeto do prognóstico e análise das suas propriedades, considerado neste caso, como geossistema que vai incorporar um novo projeto ou empreendimento; esta etapa corresponde ao *diagnóstico ambiental*; a sistematização de dados coletados nesta etapa resulta na elaboração dos mapas do grupo I e II da presente proposta;
- (3) **diferenciação dos fenômenos mais importantes**, de modo que seja possível concentrar a atenção nos problemas (impactos) que exercerão maior influência no desenvolvimento futuro do geossistema, visto que o prognóstico deve ser comensurável com as necessidades sociais imediatas e deve ser simples e abstraído do não essencial;
- (4) **definir os limites do objeto do prognóstico** : é recomendável analisar o objeto do prognóstico como um sistema com suas entradas e saídas, fatores e vínculos externos, regularidades de relações e interdependências, para que seja possível definir claramente os parâmetros das entradas e saídas do prognóstico;

- (5) ***os critérios de otimização e as normas críticas devem ser estabelecidas***: importante definir as normas que os fenômenos geoecológicos alterados por empreendimento não devem ultrapassar para não tornarem as condições catastróficas; estas normas são normalmente estabelecidas na legislação municipal, estadual e nas resoluções do CONAMA; por outro lado, os critérios de otimização das variantes da decisão final também devem ser considerados;
- (6) ***escolha do método do prognóstico***: depende, além de tudo, do tipo da informação disponível sobre o objeto e do tipo de avaliações previamente realizadas (veja modelos cartográficos do grupo II);
- (7) ***propriamente prognóstico***: elaborado em função do número das variantes do projeto, na base do método ou dos métodos escolhidos;
- (8) ***avaliação e verificação do prognóstico***: pode ser prática ou teórica (lógica); o prognóstico pode ser complementado ou corrigido;
- (9) ***as conclusões e recomendações do prognóstico***.

Como pode ser visto os passos acima discriminados correspondem às principais etapas da elaboração do RIMA.

Via de regra, o método mais utilizado para realização dos prognósticos ambientais a curto e médio prazo, é o *método de extrapolações*. Onde as atuais tendências de evolução do estado ecológico dos componentes ambientais são extrapoladas para o futuro, ajustadas para com suas respostas prováveis (em função das mesmas tendências conhecidas) à ação antrópica planejada.

A representação cartográfica dos prognósticos ambientais para planejamento regional (envolve ponderação de evolução de medidas territoriais complexas ou impactos múltiplos de um grande empreendimento) e para uma obra local possui diferenciações metodológicas.

Os prognósticos regionais baseiam-se essencialmente na análise da evolução dos indicadores regionais sintéticos, os que permitem uma visão do cenário ecológico do futuro. Neste caso a elaboração do prognóstico consiste na construção de uma nova superfície estatística (cartograma), que reflete a evolução do indicador da situação ambiental já conhecido, porém processado com parâmetros ambientais previstos para o futuro. De maneira geral, se o objeto do

prognóstico é a evolução dos processos ecológicos já presentes na área, então o conteúdo do mapa de prognóstico repete o modelo de um dos mapas sintético-analíticos (grupo III), porém com parâmetros projetados do cálculo do indicador. Assim, conhecendo as medidas de reconversão de uso e medidas de mitigação em áreas abandonadas pela mineração, pode ser construído o mapa de prognóstico da intensidade de transformação antrópica e da estrutura de exploração. Ou, dispondo de dados projetados de emissões e medidas de mitigação de impactos negativos, pode ser prognosticada a evolução dos processos ecológicos do futuro dentro de determinados elementos da paisagem e na seqüência construído cartograma do potencial ecológico futuro do território.

No caso das obras locais, o conteúdo do prognóstico deve repetir o principal mapa do cenário – empreendimento e seus impactos... – com isso, a representação deve refletir um cenário futuro, que compreende o término das medidas compensatórias (MIRSAEV *et al.*, 1988).

Em alguns casos podem ser necessários avaliações e prognósticos complementares de comportamento de distintos processos ou das partes estruturais da paisagem. Como por exemplo, a susceptibilidade dos solos à erosão (tanto para empreendimentos agrícolas, quanto para sistemas de transporte) ou previsões de comportamento do lençol freático, etc. Nestes casos, os respectivos estudos normalmente já fazem parte dos mapeamentos de inventário, na qualidade do modelo cartográfico de fatores da formação da paisagem natural (mapa 5, Grupo II).

Como exemplo de elaboração do mapa de prognóstico pode ser vista a elaboração do Prognóstico da Intensidade de Transformação Antrópica para ano 2020.

As escalas do mapeamento e a metodologia geral do trabalho correspondem ao do modelo anteriormente descrito no grupo II. As principais diferenças consistem no cálculo de valores do K_{ant} para unidades morfológicas, cujas transformações são programadas no suposto projeto de desenvolvimento, com conseqüente mudança no cenário geoecológico.















7.8.3.3. Convenções Cartográficas














O sistema de convenções cartográficas corresponde ao do mapa da Intensidade de Transformação Antrópica, porém pode incluir novas convenções (principalmente de sinais

pontuais) que representarão as transformações mais importantes no sistema de usos de solo e organização funcional do território; prováveis zonas de conflito de usos ou outros fenômenos relevantes.

O exemplo destas convenções pode ser visto no Quadro 82.

QUADRO 82 – Convenções cartográficas complementares para representação do Prognóstico da Intensidade de transformação Antrópica (quadro do autor)

1. DISTÚRBIOS DA FLORA E FAUNA		
1.1	Plantas protegidas: Relictos/Endêmicos/Raras	
1.2	Novas Áreas florestais protegidas	
1.3	Reintrodução das espécies animais	
1.4	Áreas de animais raros e protegidos	
1.5	Desflorestamento/ corte predatório	
1.6	Espécies exóticas invasoras	
1.7	Florestas degradadas	
1.8	Degradação da biodiversidade	
1.9	Distúrbios complexos da flora e fauna	
1.10	Reflorestamento e retorno espontâneo em áreas agrícolas	
1.11	Reflorestamento em áreas de mineração do carvão: Eucalipto, bracatinga, pinus	
2. NOVOS OBJETOS DE INTERVENÇÃO ANTRÓPICA		
2.1	Mina ativa no subsolo	
2.2	Mina desativada Com pilares Sem pilares	 

2.3	Exploração à céu aberto	
2.4	Lixo hospitalar	
2.5	Lixo urbano	
2.6	Lixo tóxico	
2.7	Depósitos de hidrocarbonetos	
3. TRATAMENTO DE RESÍDUOS		
3.1	Aterros sanitários	
3.2	Instalações de tratamento de resíduos industriais	
4. ÁGUAS		
4.1	Estações de tratamento de águas	
4.2	Pontos de controle de água	
4.3	Tratamento de esgoto	
4.4	Captação e proteção das nascentes	
5. AR:		
5.1	Emissões industriais tratadas	
5.2	Controle meteorológico	

7.8.3.4 Legenda do Mapa

O quadro a seguir lista as informações essenciais que devem constar na legenda do mapa do prognóstico.

QUADRO 83 – Dados requeridos para compilação da legenda do mapa de prognóstico geoecológico do território
(quadro do autor)

Item	Dados requeridos	Comentários
1. Título	Deve incluir: <ul style="list-style-type: none"> - nome da área mapeada - data de elaboração - período prognosticado - escala do mapa - número da folha cartográfica (caso o projeto inclui áreas) 	Exemplo: Prognóstico do <i>cenário ambiental</i> para ano 2020 na Bacia Hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis-SC (1: 50 000) dezembro 2002
2. Introdução	Incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - objetivos do projeto (incluindo os fins de interpretação que o mapa atende) - área de estudo - qualidade do mapa (classe do mapa-base, grau de exatidão e as referencias) 	
3. Escala da intensidade de transformação antrópica	Deve discriminar todas as classes das unidades de mapeamento	
4. Limites poligonais e convenções lineares	Exemplos dos limites poligonais distintos e sua identificação	
5. Convenções cartográficas pontuais e de áreas	Deve exemplificar todos os tipos de convenções utilizadas	
6. Fonte de dados	Listar todas as fontes de dados usados no projeto: <ul style="list-style-type: none"> - método do prognóstico: - mapa de intensidade anterior à elaboração do prognóstico - fonte dos parâmetros que foram alterados para cálculo das superfícies estatísticas do futuro - tipo de verificação aplicada ao prognóstico 	
7. Créditos	Nomes e qualificação profissional de todos os participantes do projeto	
8. Referencias bibliográficas	Referencia aos dados que foram citados dos outros trabalhos tanto na compilação do mapa, quanto na metodologia do trabalho.	

7.8.3.5. Reclassificação das unidades de mapeamento

Para elaboração do prognóstico da intensidade de transformação antrópica se parte da *hipótese* (no nosso caso convencional) que:

- 1º) Durante o próximo período de 20 anos as tendências de desenvolvimento industrial e ocupação de uso do solo permanecerão constantes;
- 2º) Observar-se-á o fechamento das atividades de mineração a céu aberto dentro das unidades morfológicas do Vale Baixo e Médio da Formação do Rio Bonito dentro dos próximos 15 anos, com posterior terraplanagem dos depósitos sólidos da mineração e revegetação das respectivas áreas por hidrossemeadura e reflorestamento com espécies exóticas;

- 3º) Por outro lado, espera-se avanço da área urbana para vertentes em patamar alto da formação Irati e em direção das áreas abandonadas por atividades de mineração.
- 4º) Os parâmetros das áreas com mudança no uso do solo foram considerados convencionalmente.
- 5º) Considera-se também que os limites das unidades morfológicas da paisagem permanecem constantes, assim como as principais regularidades do seu desenvolvimento natural.

Para o cálculo do coeficiente da transformação antrópica em unidades morfológicas alteradas devem ser seguidos seguintes passos:

- (1) Gerar uma cópia do arquivo gráfico com limites das unidades morfológicas da paisagem catalogadas (veja a metodologia do mapa 4);
- (2) Identificar o número da(s) unidade(s) morfológica(s) da paisagem, onde são previstas as alterações futuras do cenário;
- (3) Na tabela de registro do cálculo do K_{ant} cria-se uma nova coluna onde são introduzidos novos parâmetros de uso do solo;
- (4) Para cada uma das unidades diferenciadas foram introduzidos os parâmetros r_i e p_i , com posterior cálculo do K_{ant} , segundo a fórmula.
- (5) O valor do coeficiente é introduzido em cada unidade morfológica alterada do arquivo gráfico (em caso de escalas grandes de mapeamento podem ser sujeitas à alteração dos parâmetros de cálculo todas as unidades morfológicas);
- (6) As referidas unidades são classificadas segundo a *escala de transformação* das paisagens¹:
 - até 5,5 - pouco transformadas;
 - 5,51 -9,50 - transformadas moderadamente;
 - 9,51 - 20,50 - transformadas intensamente;
 - 20,51 - 35,50 - super transformadas;
 - 35,51 - 80,50 - removidas e compensadas;
 - > 80,51 - substituídas pelas unidades tecnogénicas, destruídas, *bedlands*.
- (8) As unidades reclassificadas devem substituir os seus análogos no mapa de partida e interpoladas ou agrupadas segundo escala prevista.

¹ Em prognósticos de longo prazo ou em alguns casos específicos pode haver necessidade de redefinição da escala

7.8.3.6 Elaboração do mapa final e dados complementares

A etapa de mapeamento final compreende sistema de procedimentos que resultam na elaboração do documento cartográfico final:

- (1) Estruturação de todas as informações do geoprocessamento em um BD: arquivos gráficos intermediários, planilhas de cálculo, etc.;
- (2) Classificação final segundo a escala de classes, com reajustamento dos limites das unidades de mapeamento;
- (3) O *layout* final deve ser composto:
 - 1.1 Polígonos de intensidade;
 - 1.2 Elementos de mapa-base: rede hidrográfica, área urbana, topônimos;
 - 1.3 Opcionalmente recomenda-se colocação de diagramas de uso presente e futuro (ou recomendados) em cada unidade alterada do mapeamento;
- (4) Os limites poligonais são reajustados nas bordas das folhas distintas de mapeamento;
- (5) Realiza-se edição final de dados digitais; as impressões experimentais são comparadas com arquivo gráfico de registro de coeficientes e planilhas de cálculo;
- (6) Produzida legenda final do mapa;
- (7) Metadados e relatório final do projeto são gerados.

Dados complementares e opcionais que podem ser disponibilizados no mapa:

Opcionalmente podem ser inseridas no mapa impresso seguintes informações e elementos gráficos:

- (1) *qualitativos*: mapa-enclave de distribuição das principais fontes da poluição para data do prognóstico;
- (2) *quantitativos*: diagramas e polígonos de frequência da distribuição de principais tipos de usos de solo por grupo de unidades morfológicas da paisagem; previsão do volume de produção ou nível de vida em unidade com coeficientes críticos.

7.8.3.7 Controle da qualidade do mapa e avaliação da confiabilidade do prognóstico

Os princípios do controle de qualidade do mapa estão descritos na metodologia original. Contudo a confiabilidade do prognóstico cartográfico depende da exatidão do prognóstico do desenvolvimento das atividades previstas. Verificação da qualidade dos prognósticos é uma tarefa complexa e nem sempre possível, porém necessária.

Por um lado, o prognóstico pode ser verificado com a prática através do monitoramento contínuo do desenvolvimento do projeto e dos processos geoecológicos em que o mesmo interfere. Este é o caminho mais lento e arriscado de ponto de vista da freqüente impossibilidade de corrigir os erros e as tendências indesejáveis.

A verificação teórica oferece oportunidade de corrigir e fazer melhorias do prognóstico. A verificação teórica pode consistir na (RIABUSHKIN & DVORJAK, 1983): comparação com outro prognóstico elaborado com método distinto (estatístico ou cartográfico); elaboração do mesmo prognóstico por uma outra equipe ou um outro especialista; estudo e exclusão da fonte comum de erros; defesa do prognóstico perante oponentes, cuja tarefa é argumentar contra o referido prognóstico, etc. Com este tipo de verificação é possível identificar os erros metodológicos, que podem ser evitados na elaboração de prognósticos do futuro. A verificação teórica é único meio de controle dos prognósticos “alarmistas”, os que advertem impactos catastróficos das decisões inadequadas.

A qualidade do prognóstico é definida pela sua probabilidade expressa em porcentagem da possibilidade da sua realização (100-0%) e depende dos seguintes fatores: profundidade dos conhecimentos adquiridos a respeito do geossistema; período prognosticado; grau de competência da equipe; escolha do método ou modelo do prognóstico; grau de complexidade do prognóstico e existência de fatores ocasionais.

A avaliação destes elementos é, normalmente, tarefa dos órgãos de tomada de decisões.

7.8.3.8 Conclusões: importância do prognóstico ambiental

O prognóstico representa a etapa do planejamento, a partir da qual são selecionadas as variantes do projeto para implantação e tomadas das decisões. Os mapas de prognóstico, ou a representação cartográfica dos cenários do futuro, permitem avaliar os impactos dentro da sua perspectiva espacial e de ponto de vista da sua combinação e interação para com fenômenos e processos geoecológicos já existentes.

Tendo por objetivo previsão cientificamente fundamentada do futuro, o prognóstico permite simulação das situações em que comportamento e estado geoecológico dos componentes ambientais é alterado. Deste modo, a representação cartográfica permite traçar as tendências espaciais da evolução dos fenômenos geoecológicos o que é de suma importância para previsão de impactos cumulativos.

Além disso, os modelos cartográficos do prognóstico permitem uma melhor exploração e análise de outros tipos de previsão de impactos (estatísticos e gráficos) e com isso aumentam a sua probabilidade.

PROGNÓSTICO DA EVOLUÇÃO ESPACIAL DA INTENSIDADE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (previsão para 2020)

Bacia Hidrográfica do rio Fiorita - Siderópolis - SC

6843845,01 +

658212,00








Escala 1: 50 000

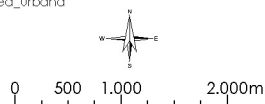
Legenda

Intensidade de transformação antrópica da paisagem:

-  **badlands ou paisagem lunar, complexos tecnogênicos**
apresentam situações de risco e calamidades ecológicas em distinto grau; exigem estudos específicos para implementação das ações de reconversão de uso e medidas de engenharia e de gestão ambiental para mitigação de impactos
-  **removidas e compensadas**
-  **intensamente transformadas**
-  **super transformadas**
apresentam alta probabilidade de riscos ambientais e os processos de desestabilização ecológica em estágio inicial e moderado; recomenda-se implementação das ações de mitigação de impactos negativos e da adaptação funcional das áreas com maior grau de comprometimento
-  **moderadamente transformadas**
apresentam processos de instabilidade ecológica em estágio inicial ou desenvolvimento parcial; têm necessidade de ações preventivas e de caráter profilático
-  **pouco transformadas**
apresentam relativa estabilidade ecológica e/ou são áreas recompensadas que necessitam de um monitoramento ambiental contínuo por serem raras e dispersas; necessitam de medidas de preservação; recomenda-se a realização de estudos para aproveitamento e desenvolvimento do seu potencial ecológico e recreativo

convenções cartográficas

-  sistema viário
-  limite da área urbana
-  limite da bacia hidrográfica
-  hidrografia
-  lagos
-  lagos ácidos da mineração
-  área urbana



Fonte de dados:

Base cartográfica digital 1:20 000, "BASE Aerofotogrametria e Projetos S.A." - São Paulo - 1996
Levantamento aerofotogramétrico JAICA - 1996 - 1:30 000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 22
Elipsóide: SAD - 69, Datum Horizontal: Morro da Palha (IBGE)
Datum Vertical: RN2Q E RNI446-1 (IBGE)

Metodologia:

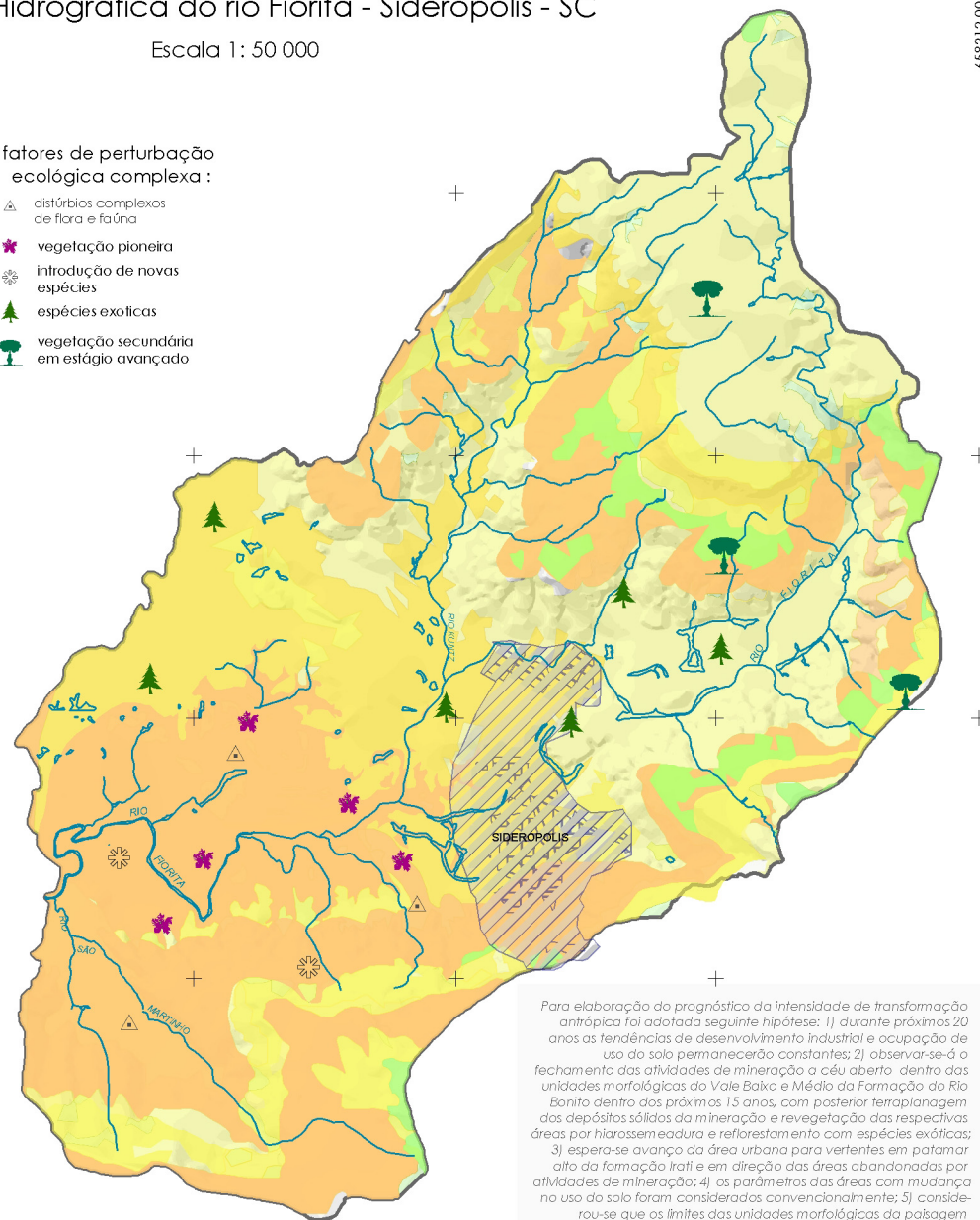
Metodologia da avaliação do Kant - SHISHENKO (1988);
Método de delimitação das unidades de mapeamento por geoprocessamento - KARNAUKHOVA (2000)

Execução:

Org. e edição - KARNAUKHOVA E., geógrafa, MSc (2002)
Tese de Doutorado - PPGEC-UFSC/CAPES - 2000 - 2003

fatores de perturbação ecológica complexa:

-  distúrbios complexos de flora e fauna
-  vegetação pioneira
-  introdução de novas espécies
-  espécies exóticas
-  vegetação secundária em estágio avançado



Para elaboração do prognóstico da intensidade de transformação antrópica foi adotada seguinte hipótese: 1) durante próximos 20 anos as tendências de desenvolvimento industrial e ocupação de uso do solo permanecerão constantes; 2) observar-se-á o fechamento das atividades de mineração a céu aberto dentro das unidades morfológicas do Vale Baixo e Médio da Formação do Rio Bonito dentro dos próximos 15 anos, com posterior terraplanagem dos depósitos sólidos da mineração e revegetação das respectivas áreas por hidrossemeadura e reflorestamento com espécies exóticas; 3) espera-se avanço da área urbana para vertentes em patamar alto da formação Itati e em direção das áreas abandonadas por atividades de mineração; 4) os parâmetros das áreas com mudança no uso do solo foram consideradas convencionalmente; 5) considerou-se que os limites das unidades morfológicas da paisagem permanecem constantes, assim como as principais regularidades do seu desenvolvimento natural.

648206,22 m E

6834398 m N

7.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS: A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO E DO APERFEIÇOAMENTO DA CARTOGRAFIA GEOECOLÓGICA

O principal objetivo de criação de um mapa específico, no âmbito do planejamento territorial, é a formação de uma representação espacial ou espacial-temporal do objeto de planejamento. Esta representação deve considerar suas características qualitativas e quantitativas, as propriedades específicas e caráter dos seus vínculos espaciais externos e internos, para que o usuário possa definir as possíveis perspectivas do desenvolvimento do projeto e do espaço que o engloba.

Deve ser considerado, que o usuário, aqui mencionado, na maioria dos casos, não dispõe nem de formação, nem de cultura cartográfica suficientes para leitura dos mapas científicos complexos. A superação desta insuficiência “conjuntural” deve acontecer através de um movimento convergente tanto da parte do tomador de decisão, quanto da parte do facilitador – consultor que gera a análise ambiental.

Por um lado, os mapas temáticos, como no caso da presente pesquisa - mapas geoecológicos, devem tornar-se mais fáceis para leitura leiga, através de simbologia associativa e padronizada, textos explicativos e dados complementares.

Por outro lado, a “competência” cartográfica dos tomadores de decisão deve tornar-se uma preocupação constante principalmente do aparelho da administração municipal. A centralização dos serviços cartográficos (ou cooperação interinstitucional) no âmbito do planejamento regional permite a sistematização e normatização de trabalhos de mapeamento temático e sua mais fácil distribuição e divulgação na época da geoinformação.

O objetivo de criação de um mapa define a seqüência hierárquica da composição do seu layout. A facilidade da leitura do mapa (perceptibilidade da representação cartográfica) depende do emprego hábil dos recursos de *design* e do sistema de convenções; realce de cores; hierarquia de convenções cartográficas, de textos e das imagens complementares. A atual tecnologia de produção cartográfica facilita manipulação e padronização dos sistemas de convenções cartográficas e das tabelas de cores, o que permite melhoria significativa da qualidade gráfica dos trabalhos e da sua perceptibilidade.

Uma das vantagens do método cartográfico de investigação – é a visão dos objetos espaciais em seu conjunto e não isoladamente. A leitura da representação cartográfica da realidade acontece não somente através da compreensão do seu conteúdo temático, mas também por consideração da sua base geográfica e dos vínculos que existem entre esta base e os fenômenos representados. Com outras palavras, referenciar os objetos de representação temática à sua base geográfica permite estabelecer as relações espaciais entre os fenômenos ambientais e o sistema de drenagem ou sistema viário, sistemas de uso de solo, etc. Atualmente, visto que as imagens do sensoriamento remoto tornaram-se principal fonte de dados para mapeamento ambiental em escalas médias, muitos mapas são desprovidos de base geográfica adequada. A ausência da percepção visual de regularidades geográficas da distribuição espacial de distintos fenômenos representados leva à perda dos objetivos finais do mapeamento – definir a “lógica espacial” dos fenômenos estudados. Por isso, a preparação do mapa-base e da base geográfica do mapeamento deve anteceder a preparação de qualquer projeto de mapeamento temático e tomar uma atenção especial.

O problema de insuficiência das bases geográficas está vinculado à ausência de mapas-base em escalas diversas. A proliferação e normatização do mapeamento sistemático digital em escalas grandes e mapeamento cadastral permitirão sanar o referido problema. Para os mapeamentos no âmbito dos EIA o problema de mapa-base pode ser solucionado com uso de ortofotografias.

Uma etapa importante no aperfeiçoamento do *design* do mapa é a melhoria dos princípios da construção da sua legenda, que deve caracterizar-se pelo princípio sistêmico da organização de dados, simplicidade e exatidão, comodidade e tamanho reduzido. Os tipos de mapas geocológicos impõem a necessidade de elaboração de legendas distintas pela sua estrutura, volume e complexidade de dados apresentados. Assim, os mapas de inventário necessitam de legendas extensas e complexas pelo volume de informação, enquanto os sintéticos devem apresentar as legendas mais resumidas. A padronização de legendas, segundo tipo de mapa, é uma das importantes direções no aprimoramento do mapeamento temático. Os resultados mais avançados neste âmbito foram alcançados no mapeamento geológico e geomorfológico (1: 2.500.000) onde as legendas foram padronizadas em nível internacional, o que conseqüentemente transige para mapeamentos nas escalas maiores, padronizando a leitura dos mapas. Vários avanços foram feitos na padronização internacional de mapeamentos climáticos e meteorológicos, hidrogeológicos, dos solos e da vegetação, apesar de vários problemas e

divergências nas classificações regionais, ainda não reconhecidas internacionalmente. Vários projetos internacionais, como CORINE (UE), por exemplo, buscam a normatização e padronização de legendas para mapeamento de geo- e ecossistemas. No Brasil, os sistemas de classificações do IBGE devem ser tomados como pontos de partida para padronização de legendas dos mapas geoecológicos, a exemplo das propostas na presente pesquisa.

Uma questão de extrema gravidade é a padronização dos procedimentos de coleta de dados e de uso múltiplo da informação. A ausência da normatização e certificação nacional de uso de software de automação cartográfica, sensoriamento remoto, SIG; o emprego de alguns equipamentos de controle de poluição etc.; complicam as questões de credibilidade e comensurabilidade de dados geoambientais, assim como não permitem seu uso multifinalitário. Padronizar estes procedimentos é de essencial importância para o uso efetivo do mapeamento temático na prática do planejamento.

Como foi possível observar da análise de experiências internacionais no âmbito de desenvolvimento de projetos de mapeamento geoambiental, a integração de BD e interoperacionalização dos sistemas informativos de dados espaciais representa hoje um dos principais problemas na realização do recobrimento cartográfico sistemático em todos os níveis territoriais. A diversidade de software, de equipamentos e métodos de trabalho na automação cartográfica retrai, via regra, o fluxo informativo entre as entidades científicas e administrativas, inviabiliza a integração da informação e da cartografia, o que inevitavelmente leva ao aumento de despesas e duplicação de trabalhos a fim. Na busca de superação deste entrave de intercâmbio informativo, que compreende também a possibilidade de comparação e comensuração de indicadores e das metodologias de sua aquisição, vários organismos nacionais e internacionais desenvolvem os projetos de normatização da automação cartográfica e de transferência de dados em SIG. Em alguns países, como EUA e Canadá, por exemplo, estes projetos são desenvolvidos por agências federais desde o início dos anos 80 e protagonizam atualmente o desenvolvimento de normas internacionais regionais e universais de transferência de dados espaciais.

A normatização visa não só padronização, como também a interoperacionalidade de diferentes sistemas geradores de dados geoespaciais. Na prática a ausência da interoperacionalidade significa perdas na geração de informação devido à incompatibilidade de produtos de software, formato inadequado de dados, noções semânticas errôneas e heterogeneidade de modelos de dados. A meta de interoperacionalidade é o desenvolvimento de um universo de informação

geoespacial com mesma semântica, relações topológicas, padrões de coleta de dados, simbologia e metadados padronizados.

Dentro da perspectiva de suporte informativo de planejamento territorial a interoperacionalidade de sistemas de dados ascende um significado especial. Isto é, não só remove as barreiras tecnológicas e metodológicas, como elimina os limites na compatibilização entre os sistemas informativos que atendem os territórios tanto do mesmo nível, quanto aos outros níveis hierárquicos. Neste contexto, a norma promove a formalização de conceitos de dados espaciais, estrutura de dados, formatos lógicos e físicos e representa assim uma poderosa ferramenta de integração de sistemas informativos, assim como proporciona o aumento seu potencial prático e científico (BISHRETAL, 1998; SALGÉ, 1998). Por esta razão ao nível internacional a normatização adquire cada vez mais importância.

Considerando o acima exposto, para uso efetivo, amplo e eficiente da cartografia geocológica no planejamento devem ser solucionadas não somente as questões conceituais de geração dos mapas e da fundamentação da sua temática, como também fatores como:

- (1) padronização de métodos de coleta e processamento de dados para mapeamento;
- (2) possibilidades de uso multifinalitário e seletivo de dados iniciais e dos mapa gerados;
- (3) inovações e atualização metodológica na criação dos mapas (modelagem, automação e geoprocessamento, sensoriamento remoto, etc.);
- (4) divulgação e distribuição operativa de mapas de pouca tiragem ou em formato digital e em novas mídias;
- (5) disseminação das metodologias de uso e de análise de mapas, considerando as particularidades da perceptibilidade visual do seu conteúdo pelo seu futuro usuário.

A Proposta aqui apresentada compreende na sua concepção todas as formas mencionadas de aperfeiçoamento de trabalhos cartográficos no âmbito de planejamento:

- (1) Para execução da proposta estabeleceu-se um sistema único de coleta, processamento e armazenamento digital dos dados gráficos. Foram previstos: uma única seqüência metodológica de processamento de imagens e levantamentos de campo; o controle de qualidade para onze modelos cartográficos, que compõe proposta, que garante a padronização, compatibilidade e redução de tempo e de custos da produção cartográfica. Tal sistema de processamento de dados geocológicos, baseado na modelo conceitual de geossistemas, permite também a compatibilização da linguagem em estudos

interdisciplinares, garantindo a contigüidade espacial de levantamentos e sua comensurabilidade no tempo.

- (2) A estruturação da proposta em forma de um sistema funcional de modelos cartográficos, baseada na análise das atuais tendências da evolução da cartografia geocológica, visou às possibilidades de uso multifinalitário dos mapas (individualmente e em conjunto), assim como a possibilidade de extração e uso seletivo dos diferentes níveis de informação (Figura 33). O potencial informativo da Proposta foi assegurado, pelo menos para próxima década, visto que na sua estruturação foram consideradas as tendências da demanda nacional e internacional em mapeamentos geocológicos aplicados.
- (3) A execução da proposta conforme um projeto cartográfico digital único (com base nos princípios metodológicos e métodos de automação comum) compreendendo sempre a necessidade de atualização e inovação tecnológica, uso da modelagem e geoprocessamento, garante a flexibilidade e atualidade do mapeamento: possibilidade de absorção de novos produtos e tipos de dados disponíveis, sua integração nos sistemas de informação geográfica (considerando que estrutura funcional da proposta diferencia não somente níveis temáticos, mas também, em termos de tipo de processamento e transformação de dados espaciais).
- (4) Foi atribuída uma especial atenção à compatibilidade normativa e metodológica no âmbito nacional da criação de mapas da Proposta, o que deve facilitar a sua aceitação e integração tanto no âmbito científico, quanto prático, reforçando o potencial do mapeamento geoambiental nacional.
- (5) A perceptibilidade dos modelos cartográficos, facilidade da sua compreensão pelo usuário leigo (planejadores, administradores...) foi assegurada através de: inclusão de textos explicativos, figuras e diagramas; elaboração de um sistema específico de convenções cartográficas e tabelas de cores com base no princípio associativo. Um cuidado especial foi tomado na elaboração da base geográfica do projeto. Cada mapa foi analisado de ponto de vista do seu potencial informativo para análise ambiental aplicada. Foi sugerida a intercomplementaridade de dados quali-quantitativos para *layout* final e para um possível banco de dados em SIG, que visa o aumento da perceptibilidade e do potencial analítico para monitoramento.

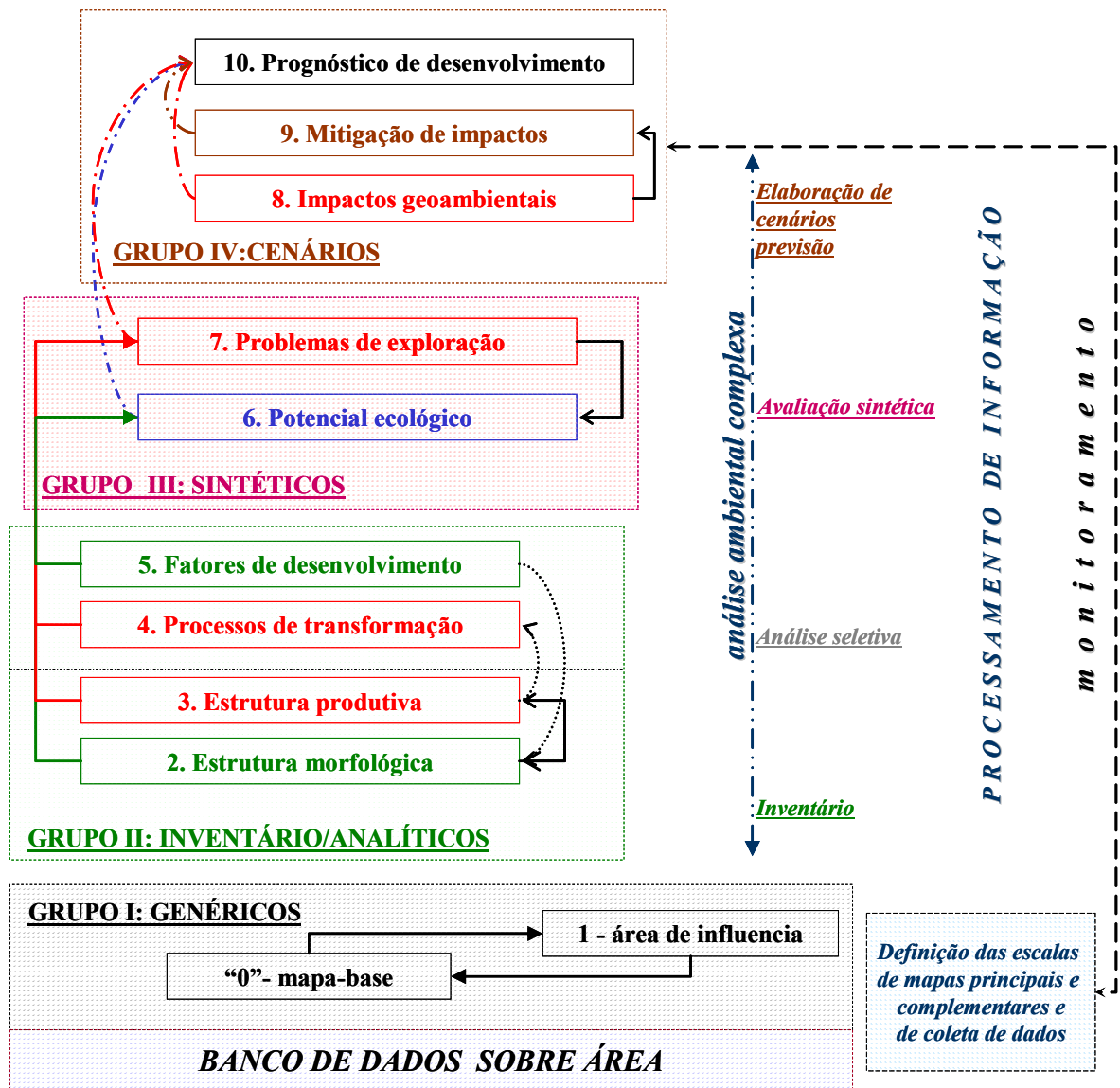


FIGURA 34 – Estrutura temático-funcional da Proposta de cartografia geológica para planejamento territorial (quadro do autor)

Em termos de concepção e adaptação metodológica a maior ênfase foi dada à definição dos *critérios geoecológicos¹ de delimitação das áreas de influencia* e aos mapas de *inventário geoecológico* (modelos 2 e 3), que representam pilares da análise e avaliação de impactos ambientais. A exatidão das avaliações e prognósticos depende da qualidade, abrangência espacial e completude dos inventários. As metodologias elaboradas para concepção dos dois modelos cartográficos acima citados merecem maior divulgação e uso, devido o seu altíssimo potencial informativo (internacionalmente reconhecido) e a estabilidade conceitual de diferenciação das unidades de mapeamento. O aprimoramento dos modelos de inventário ainda depende do desenvolvimento adequado dos sistemas de classificação das unidades geossistêmicas da paisagem regional brasileira, ou da quantidade de ensaios, trabalhos cartográficos e contribuições elaboradas.

Os modelos de fatores e processos da formação da paisagem, definidos como modelos de conteúdo conceitual variável, assim como os mapas de avaliação sintética, foram elaborados e descritos com base nos exemplos de mapas, que têm maior importância e adequação ao atual nível do conhecimento geoecológico do território e da demanda social. Também se diferenciam pela relativa facilidade dos métodos de criação e baixos custos, que facilita sua aceitação no âmbito do planejamento. No futuro devem ser desenvolvidos trabalhos para definição mais criteriosa do conteúdo destes mapas para distintos tipos de empreendimentos ou em função dos problemas geoecológicos regionais. Deve ser ressaltada a ausência quase completa de publicações que permitissem fazer algumas sugestões a respeito. No caso dos modelos de avaliação sintética, por exemplo, a preferência por este ou por outro tipo de mapa pode significar a possibilidade ou não de monitoramento da estrutura funcional e das condições geoecológicas da paisagem. Por outro lado, deve ser estudada a adequação conceitual e prática dos referidos modelos para mapeamentos em escala grandes (>1: 20.000) (até então a maioria dos mapeamentos relatados referem-se às escala médias).

Os mapas de cenários, cuja concepção é estritamente vinculada à disponibilidade de plantas de engenharia e de planejamento de empreendimento, deverão merecer uma melhor sistematização de convenções cartográficas para diversas escalas e um discernimento metodológico maior para

¹ Sugeridos por nos com base na concepção da posição físico-geográfica do objeto de planejamento

facilitar sua execução e aprimorar delimitação das áreas que poderão ser atingidas por diversos tipos de impactos.

Deste modo, dispondo sem dúvida de enormes vantagens científicas e práticas, a Proposta ainda abre diversos campos para pesquisas integradas no âmbito de aperfeiçoamento e normatização do suporte cartográfico para planejamento.

Concluindo ressaltamos que as metodologias de uso do método cartográfico de investigação no âmbito do planejamento territorial em nível nacional ainda devem ser elaboradas e aprimoradas. A presente pesquisa representa um passo na direção do aperfeiçoamento da investigação cartográfica e da análise ambiental aplicados ao planejamento.

Capítulo 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A *proposta de padronização de mapeamentos geoecológicos* no âmbito do planejamento territorial pressupõe a criação de mapas, cujo objeto de representação são os fenômenos geoecológicos e os problemas de exploração do território, com base no sistema único de procedimentos metodológicos de coleta de dados, análise ambiental e de edição cartográfica digital com uso das técnicas de geoprocessamento.

A metodologia proposta compreende: o inventário complexo dos geossistemas direta e indiretamente envolvidas pelas atividades do projeto (cadastro geoambiental); a avaliação sintética do seu estado ecológico e dos problemas de exploração presentes na área no momento do planejamento; a geração dos cenários de implantação do empreendimento, no que diz respeito aos seus impactos geoecológicos negativos e às medidas de mitigação destes; e, o prognóstico do cenário geoecológico para data prevista para o término do funcionamento ou da implantação do empreendimento. Deste modo, pode ser observado que *cada um dos grupos de mapas visa atender uma etapa específica do planejamento territorial ou do processo de estudo de impactos ambientais, completando e enriquecendo as avaliações ecológicas e análise espacial.*

A *proposta* foi estruturada em quatro grupos funcionais, diferenciados segundo os princípios metodológicos de sua concepção, cada um composto por certo número de mapas, compreendidos como *modelos cartográficos*, ou então, modelos gráficos da realidade ambiental construídos como resultado do inventário e análise subjetiva desta com objetivo de aquisição de novos conhecimentos a respeito de objetos e fenômenos que a respectiva realidade apresenta.

Os grupos de mapas são interligados hierarquicamente, subsidiando uns aos outros no âmbito informativo e completando as etapas de avaliação de impactos ambientais prováveis.

A seqüência de mapas geoecológicos, que compõem cada grupo, foi definida como resultado da análise da diferenciação da estrutura temática dos projetos de mapeamento digital aplicados ao

planejamento nacional e internacional. Como resultado desta análise foi possível diferenciar os temas de mapeamento geocológico, que têm maior aceitação na análise e fundamentação ambiental dos projetos de desenvolvimento, e definir o seu conteúdo. *A proposta de padronização dos mapeamentos geocológicos foi pensada, neste âmbito, como um sistema flexível de modelos cartográficos digitais, constituindo um banco de dados gráficos e alfanuméricos da realidade geocológica, que permite fundamentação do planejamento e monitoramento dos impactos do empreendimento.*

A elaboração de mapeamentos geocológicos, segundo a *proposta*, é efetivada como *um único projeto cartográfico, baseado nos princípios de concepção do mapeamento temático para planejamento, princípios específicos do mapeamento geocológico e nos princípios metodológicos da cartografia digital.*

Todos os modelos cartográficos estão geneticamente interligados entre si sob o ponto de vista informativo, de procedimentos metodológicos de transformação e compilação da representação cartográfica. Isto permite definir a sistematização de procedimentos metodológicos, tanto no âmbito do geoprocessamento, quanto na análise ambiental aplicada ao planejamento e estudo de impactos ambientais.

A metodologia de criação de cada modelo cartográfico foi elaborada após uma vasta pesquisa de métodos de mapeamentos geocológicos em fontes internacionais e avaliação da possibilidade da sua adaptação para com as demandas e sistemas nacionais em informação geocológica e ambiental. Foi dada preferência às metodologias consagradas e tecnicamente não muito exigentes, considerando a necessidade de adaptação fácil às condições nacionais.

Para as metodologias de mapeamentos de inventário foram elaboradas adaptações, que permitem integrar os respectivos mapas ao sistema consolidado de mapeamentos ambientais do IBGE. Enquanto, para outros modelos temáticos, alguns dos quais são inéditos para realidade nacional, foram introduzidos procedimentos e elementos de representação específicos para área de ensaio.

A descrição da metodologia de criação e de análise de cada modelo cartográfico foi feita segundo padrão internacional, diferenciado a partir de uma pesquisa de normas cartográficas internacionais, genéricas e específicas. Além da descrição dos procedimentos de praxe na execução dos mapas temáticos, foram elaborados e descritos:

- (1) sistema único de convenções cartográficas para toda a **proposta**, disponível em formato da biblioteca de símbolos do *MicroStation*;
- (2) tabela de cores para representação de fenômenos geocológicos;
- (3) alternativas de convenções cartográficas e de composição das saídas cartográficas;
- (4) conceituação do mapeamento e a importância dos seus dados para análise ambiental;
- (5) dados possíveis a serem introduzidos no BD associado às unidades de mapeamento em cada modelo cartográfico;
- (6) dados complementares necessários ou auxiliares à compreensão do mapa, ou para realização da sua análise, que podem compor o *layout* final dos mapas, etc.

A **proposta** foi idealizada como um sistema cartográfico digital. Portanto, uma atenção específica foi dada ao controle da qualidade do mapa-base e da cartografia temática. As especificações de controle de qualidade foram descritas na metodologia geral do mapeamento digital e para cada mapa em particular. Considerando a extensão do presente trabalho, os procedimentos de controle de qualidade não foram exemplificados neste volume. A avaliação seletiva da qualidade de mapas geocológicos criados no ensaio cartográfico do modelo proposto é feita no âmbito da pesquisa de iniciação científica aliada a este projeto, que será disponível a partir de agosto de 2003.

Um outro projeto de iniciação científica vinculado a este projeto está desenvolvendo o estudo a respeito de padronização da estratificação do conteúdo gráfico dos mapas digitais temáticos e será concluído no mesmo período.

A presente pesquisa, baseada em concepções científicas modernas, disponibiliza como apoio para implementação possível da proposta e para ensaios científicos e práticos da mesma, material sistematizado a respeito de: fontes nacionais de informação geoambiental e cartográfica; métodos de levantamento geoambiental, que auxiliam os trabalhos de mapeamento; instituições internacionais de normatização cartográfica e suas normas. Além disso, o CD-Rom, anexo ao projeto, permite acesso à bibliografia coletada via Internet e normas cartográficas consultadas, assim como, exemplos de mapeamentos ecológicos digitais, analisados nesta pesquisa.

As aplicações da presente proposta na área de ensaio permitem avaliar o seu significado científico e prático, visualizando o potencial do método cartográfico de investigação no âmbito de trabalhos de planeamento territorial e de elaboração de estudos de impacto ambiental.

Deve ser realçado, que a sistematização do mapeamento geoecológico no contexto dos estudos de impactos ambientais, segundo a proposta, permitirá:

- (1) integração paulatina dos EIA/RIMA ao sistema do planeamento territorial e sua conseqüente consolidação;
- (2) sistematização de mapeamentos geoambientais, como um todo, em território nacional e fortalecimento da base informativa do planeamento e gestão;
- (3) padronização e normatização paulatina de mapeamentos geoambientais e, conseqüente aumento da qualidade da produção cartográfica nacional (considerando que no âmbito do EIA os mapas são sujeitos ao controle de qualidade e perícias complementares);
- (4) padronização e evolução metodológica dos EIA/RIMA, assim como planos de desenvolvimento regional, considerando que análise ambiental baseada no método cartográfico de investigação, permite padronização semântica, organizacional e informativa dos projetos;
- (5) a implantação da proposta ou seu uso na elaboração dos EIA/RIMA garante a integralidade dos estudos ambientais, sua consistência metodológica, e, ao mesmo tempo, proporciona o nivelamento do conteúdo científico dos estudos distintos, que permite gerar certa continuidade espacial das investigações, configurando um verdadeiro cadastro geoambiental dos territórios regionais, sem custo adicionais;
- (6) a flexibilidade da proposta em termos de escolha de indicadores de avaliação ambiental sintética, permite sua adaptação fácil aos objetivos diferenciados dos projetos e planos, assim como aos critérios do seu monitoramento;
- (7) por outro lado, a legenda aberta do projeto cartográfico, baseada no modelo complexo do geossistema, representa um sistema aberto de convenções cartográficas tematicamente hierárquicas, que permite introdução fácil de novos grupos sinais convencionais, conforme as necessidades da pesquisa;

Considerando o exposto, a presente ***Proposta de padronização dos mapeamentos geoecológicos*** pode ser ***recomendada*** para ser adaptada por órgãos ambientais como *sistema de procedimentos técnico-metodológicos*, auxiliares às normas de elaboração do EIA/RIMA. Ou transformada em

manual técnico de análise ambiental para planejamento, feitas as adaptações e especificações necessárias para com classificações e sistemas de zoneamento ambiental regionais.

É de essencial importância para implementação efetiva e evolução conceitual desta proposta a realização de mapeamentos dos geossistemas regionais distintos, para que seja realizada uma melhor adequação dos modelos de inventário e de coleta de dados às condições nacionais. Devem ser realizadas pesquisas que visarão:

- (a) concepção de legendas e sistemas de convenções para representação de fenômenos geoecológicos e de medidas de mitigação de impactos;
- (b) estratificação do conteúdo dos arquivos gráficos digitais e organização de dados em software topológicos e não-topológicos; e procedimentos de implementação de topologia das camadas temáticas com vista de garantir uma melhor interoperacionalidade dos produtos e facilitar o geoprocessamento;
- (c) definição do conteúdo dos mapas de fatores e processos de desenvolvimento da paisagem, da avaliação das condições ecológicas para cada tipo específico de empreendimento e/ou para condições regionais específicas, visando seu aprimoramento metodológico, sistemas de convenções e de controle de qualidade;
- (d) avaliação do potencial e adequação de modelos sintéticos para monitoramento ecológico regional ou local;
- (e) desenvolvimento de modelos de cenários e prognóstico geoecológico e avaliação da sua confiabilidade;
- (f) as possibilidades de reconversão do sistema de mapeamento digital em SIG mais complexo e uso efetivo de inovações tecnológicas de automação e das novas fontes de inventário (como fotogrametria digital, por exemplo).

Deste modo, vários aspectos de aprimoramento da presente *proposta* devem ser investigados com maior profundidade e vigor.

Acredita-se que o desenvolvimento dos demais trabalhos desta índole no futuro, permitirá a evolução efetiva da qualidade de mapeamentos geoecológicos no âmbito do planejamento territorial, da eficiência do processo de previsão de impactos e, com isso, da qualidade de vida da população.

BIBLIOGRAFIA

NORMAS CARTOGRÁFICAS INTERNACIONAIS:

(para consultar o índice completo de normas internacionais acesse arquivo “**normas_index.xls**” na pasta /normas cartográficas/ do CD-ROM)

Genéricas

DMA – DEFENSE MAPPING AGENCY. **Urban Vector Map (UVMao): performance Specification**, Draft. 1996. Disponível em: <http://164.214.2.59/publications/specs/printed/vpf/int_milprf0089049.pdf> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

DODISS – DEPARTMENT OF DEFENSE INDEX OF SPECIFICATIONS AND STANDARDS, **Military Specification – Vector Smart Map (Vmap) – Level 1**. Draft. 1993. Disponível em: <http://164.214.2.59/publications/specs/printed/2407/2407_VPF.pdf> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **CEN/TC 287**: European Committee for Standardization, Technical Committee 287, 1996. European Standard, Draftreports (prEN 287013, prEN287014), Brussels. Disponível em: <<http://forum.afnor.fr/afnor/work/afnor/gpn2/zbc/public/web/english/prin.htm>> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

FGDC – FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **Content Standards for Digital Geospatial metadata**. 1994. Disponível em: <<http://www.fgdc.gov/metadata/constan.html>> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

ICA – INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC ASSOCIATION, **Spatial Transfer Standards 2: Characteristics for assessing standards in the world**. In: Harold Moellering (ed), ICA Commission on Standards for the Transfer of Spatial Data. Pergamon, Amsterdam. 1997. 373 p.

ISO – INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO/TC 211: Geographic information – Metadata**. Working Group 3, 1997. ISO Standard 15046–15 Version 2.0, Draft. Disponível em: <<http://www.startkart.no/isotc211/welcomo.htm>> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

ISO – INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 8211: Spatial data transfer standard**. DCDSTF: Digital Cartographic Data Standards Task Force, 1991. Spatial Data Transfer Standard (SD&TS), Part 3, Encoding. Disponível em: <<http://mcmweb.er.usgs.gov/sdts/>> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

USDA. United States Department of Agriculture – Forest Service United States Department of the Interior – Bureau of Land management. **Standards and guidelines for Cadastral Surveys using GPS methods**. May 9, Version 1.0, 2001. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/> (navegar)> Acessado em: 30 de março de 2002.

Específicas:

FGDC – FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **Geospatial Positioning Accuracy Standards**. PART 4: Standards for Architecture, Engineering, Construction (A/E/C) and Facility Management - July 1, 1998. 29 p. Disponível em: <<http://fgdc.er.usgs.gov/fgdc.html>> Acessado em: 10 de agosto de 2001.

MELPBC – MINISTRY OF ENVIRONMENT, LANDS AND PARKS. Information Management Working Group. **Digital Data Specification Standard**. Version 1.0. January 03, 2000.

MELPBC – MINISTRY OF ENVIRONMENT, LANDS AND PARKS. **Field manual for describing terrestrial ecosystems**. Land Management Handbook number 25, 1998. 26 p.

MINISTÉRIO DE RECURSOS NATURAIS DA FEDERAÇÃO RUSSA. Projeto de mapeamento In: NORMA DE EXECUÇÃO DO CADASTRO HÍDRICO. Serviço federal de hidrometeorologia e meio ambiente. Resolução nº 1403, novembro 1998, 15 p. (*em russo*)

RIC – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. PEM Data Committee for the TEM Alternatives Task Force Resources Inventory Committee. **Standards for predictive ecosystem mapping (PEM) – digital data capture. Predictive ecosystem technical standards and database manual**. Version 1.0. April, 2000. 31 p. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/reseach/TEMalt/>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.

RIC – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Ecosystems Working Group Terrestrial Ecosystem Task Force Resources Inventory Committee. **Standards for predictive ecosystem mapping: inventory standard**. Version 1.0. November 1999, 43 p. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/reseach/TEMalt/>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.

RIC – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Land Use Coordination Office for thw Coastal Task Force Resources Inventory Committee. **British columbia estuary mapping system**. Version 1.0. March 1999, 49 p. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/ric/Pubs/>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.

RIC – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Ecosystems Working Group Terrestrial Ecosystem Task Force Resources Inventory Committee. **Standards for Broad Terrestrial Ecosystem Classification and Mapping for British Columbia: Classification and Correlation of the Broad Habitat Classes Used in 1:250 000 Ecological Mapping**. Version 2.0. November 1998, 213 p. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/reseach/TEMalt/>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.

RIC – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. Ecosystems Working Group Terrestrial Ecosystem Task Force Resources Inventory Committee. **Standards for Terrestrial Ecosystem Mapping in British Columbia**. Version 1.0. May 1998, 106 p. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/ric/Pubs/teEcolo/tem/tem1/tem11.htm>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.

TRIM – RESOURCES INVENTORY COMMITTEE APPROVED STANDARD. **Guidelines and standartds to terrain mapping in British Columbia**. Surficial Geology Task Group Earth Sciences Task Force British Columbia. January, 1996. 78p.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

*ADRIANOV, V. As propriedades de dados de sensoriamento remoto. In: **Arcreview** 1999, N°2. Disponível em: <<http://www.dataplus.ru>> Acessado em 28 de fevereiro de 2002. (*em russo*)

ANDRIENKO, G.; ANDRIENKO, N. Knowledge-Based Visualization to Support Spatial Data In: **AGILE'99, Conference Proceedings**, April 15-17, Rome,1999. p. 19-2414.

ANDRIENKO, G.; ANDRIENKO, N. Making a GIS Intelligent: CommonGIS Project View In: **AGILE'99, Conference Proceedings**, Rome, April 15-17, 1999, p. 19-2414.

* fontes disponíveis em anexo digital

- *ARCHELA, R. **Cronologia da cartografia brasileira.** 2001. Disponível em: <<http://www.uel.br/projeto/cartografia/cite.html>> Acessado em: 23 de outubro 2001.
- *ARCHELA, R.; ARCHELA, E. Principais etapas do desenvolvimento histórico da cartografia brasileira no âmbito governamental e o mapeamento sistemático In: **Fator GIS**, 1999. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br>> Acessado: 20 de outubro 2001.
- ASLANIKASHVILI, A.F. **Metacartografia: problemas fundamentais.** Tbilissi: Mezniereba., 1974. 125 p . (*em russo*)
- ASTAKHOV, S. I. Controle de qualidade dos mapas digitais e eletrônicos nos serviços de topográfica do Exército da FR. In: **Boletim Informativo**, nº 2(9) 1997. Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/97_2/digitkart/cifr_4_k.html> Acessado em 25 de agosto de 2000.
- BARANSKIJ N.N. Ob jekonomiko-geograficheskoi izuchenii gorodov. In: **JEkonomicheskaja geografija. JEkonomicheskaja kartografija.** Moskva: Geografiz. 1956.
- BERLIANT, A. M. **Método Cartográfico de Investigação.** Moscou: MGY, 1978. 257 p.(*em russo*)
- BERLIANT, A. M. **Cartografia: interpretação de principais conceitos.** In: **Anuário GIS' 96-97**, GIS Market Support Association, Moscou, edição 3, vol. 1, 1998. p. 91-104. (*em russo*)
- BEZRUKOV, V.V. **Concepção de desenvolvimento sustentável da Crimeia.** 1999. Disponível em: <<http://www.referat.ru/up/02/ecolog6.htm>> Acessado em: maio de 1999. (*em russo*)
- *BISHR, Y.; RADWAN, M.; MOLENAAR, M. Aspects of interoperability In: AGII PERSPECTIVE FIST AGILE CONFERENCE, April 1998. **Proceedings...** ITC. Enshidl. Disponível em: <<http://www.uniroma1.it/DICEA/Agile/Conference/1998/Paper2/Paper2.html>> Acessado em: setembro 2001.
- BLITZKOW, D. NAVSTAR/GPS - Um Desafio Tornado Realidade In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, **Anais...**1995.
- *BOCHAROV, V.L.; IVANOV, I.V. Alguns métodos e técnicas de processamento dos resultados do mapeamento ecogeoquímico em escala grande. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ECOLOGIA CIENTÍFICA. Moscou. 15- 17 de maio 2000. **Comunicações...** Moscou. 2000 (*em russo*)
- BOM, A.E.R.; MORAIS, de N.A. Normas técnicas para apresentação de mapas em estudos de impactos ambientais In: PIAB. MAIA – Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. 2ª edição, abril 1992.
- BRAK, P. Levantamento da flora e fauna In: GEOLÓGICA ENG. E MEIO AMBIENTE LTDA. **EIA/RIMA para projeto da mina Cantão.** Carbonifera Belluno Ltda. Siderópolis – SC.2000.
- BRASIL.CONSTITUIÇÃO FEDERAL c.c. art.9º, III da Lei 6.938/81. Brasília,1981.
- BRASIL. Decreto 89817/84, de 20 de junho de 1984. Dispõe sobre Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, Brasília,1984.
- BRIGGS, D.J.; FRANCE J. Classifying landscapes and habitats for regional environmental planning. In: **Journal of Environmental Management**, Nº17, Academic press, GB 1983, p.249-261.
- CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing.** Guilford, Nova Iorque,1996.
- CARVALHO, M.S.; PINA, de F.M.; SANTOS, S.M.(org.) **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartográfica aplicados à saúde.** Brasília: Org. Pan-americana de Saúde/ Min. da Saúde, 2000. 124 p

- CITADINI-ZANETTE, V. **Levantamento florístico da área de recuperação da mineração a céu aberto em Siderópolis**. Santa Catarina, Brasil. FATMA, SC, Criciúma, Fevereiro 1982. 22 p.
- CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina**. Brasil. Florianópolis: Secretaria de Estado de Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1992, 160 p.
- *CLELAND, D. T. *et al.* National hierarchical framework of ecological units. In: BOYCE, M. S.; ALAN H. (edit.). **Ecosystem Management: Applications for Sustainable Forest and Wildlife Resources**, Yale University Press, New Haven & London. 1997. p. 181-200. Disponível em: <<http://www.yale.edu/yup/books/boyceS97.html>> Acessado em: agosto 2001.
- COMP, F.A.; ANDREAS, F. A. **Reader in planning theory: urban & regional planning series**. Pergamon , 1973, 399 p.
- * CONAMA. Resolução N° 302, de 20/03/ 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, 2002.
- * _____. Resolução N° 303, de 20/03/ 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, 2002.
- * _____. Resolução N° 261, de 30/06/99. Aprova parâmetros básicos para a análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. Brasília, 1999.
- * _____. Resolução N° 012, de 04/05/94. Aprova o Glossário de Termos Técnicos, elaborado pela Câmara Técnica Temporária para Assuntos de Mata Atlântica. Brasília, 1994.
- * _____. Resolução N° 004, de 04/05/94. Define o que deve ser considerado como vegetação primária e secundária de Mata Atlântica no Estado de Santa Catarina. Brasília, 1994.
- * _____. Resolução N° 001, de 23/01/86. Cria a obrigatoriedade de realização de EIA/RIMA para o licenciamento de atividades poluidoras. Brasília, 1986.
- *CONAP. CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE DEL PERU. **Diagnostico de la informacion ambiental por area tematica**. SINIA. Disponível na Internet: <<http://www.conam.gob.peb.pe>> Acessado em: 10 de maio de 2002
- COSTA, S. M. A. Solução na compatibilização de diferentes materializações de sistemas de referência. In: I SEMINÁRIO SOBRE REFERENCIAL GEOCÊNTRICO NO BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <<http://www.ibge.br/geociencias/geodesia/materi.pdf>> Acessado em: 26 de julho de 2001
- *CZAPLEWSKI, R. **Use of advanced remote sensing technologies for annual state inventories**. USDA Forest Service Forest Inventory and Analysis Program, Rocky Mountain Research Station. Unpublished Analysis Paper, February 18, 1998. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/rm/ftcol/rwu4804/>> Acessado em: abril 2002
- DIACONOV, K. N. **Sovremennee metode geograficheskix issledovani**. Moscou: Prosvechenie, 1996, 207 p. (*em russo*)
- *DIBIASE, D. Visualization in the Earth Sciences In: **Eath and mineral science**. Volume 59, N°2, 1990, The Pennsylvania State University. Disponível em: <<http://www.personal.psu.edu/dwd1>>
- DOMON, G.; GARIÉRY, M.; BOUCHARD, A. Ecological Cartography and Land-use Planning: Trends and Perspectives In: **Geoforum**. Vol. 20, N°1, Pergamon press, Grate Britain. 1989. p. 69-82.
- DRURY, S. H. **A guide to remote sensing: interpreting images of the earth**. Oxford: Oxford University Press, 1990. p. 5-177.

- DYMOND, J.R.; BÉGUE, A.; LOSEEN, D. Monitoring land at regional and national scales and the role of remote sensing. In: **ITC Jornal**. Volume 3. Issue 2, 2001, p.162-175.
- ECOMAP. **National hierarchical framework of ecological units**. USDA Forest Service. Washington, D.C. 1993. 20 p. Disponível em: <http://www.epa.gov/docs/grd/bailey/bailey_summary.html> Acessado em: outubro 2001.
- EGENHOFER, M.J.; GOODCHILD, M.F. (*initiators*) **Interoperating Geographic Information System request for approval in detail: a project description** 1996. Disponível em: <<http://bbg.ncgia.ucsb.edu/conf/interop97/i20prop/i20prop.html>> Acessado em: 15 de agosto de 2001.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS. **Monitoramento por satélite**. Ed.1998. Disponível em: <<http://www.nma.embrapa.br/satelite/aplic.html>> Acessado em: 30 de agosto de 1999.
- *ENVIRONMENTAL MONITORING TEAM. **Integrating the nation's environmental monitoring and research networks and programs: a proposed framework**. Committe on Environmental and Natural Resources. National Science and Technology Council. March 1997.
- FEDERAL STANDARDS INITIATIVES. 1998. Disponível na Internet URL: <<http://tsc.wes.army.mil>> Acessado em: abril 2002
- FELS, J. E.; MATSON, K. A. Cognitively-based Approach for Hydrogeomorphic Land Classification using Digital Terrain Models. In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE/WORKSHOPS ON INTEGRATING GIS AND ENVIRONMENTAL MODELING. January 25-25. 1996 **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.ncgia.ucsb.edu/varenius/ppgis/papers/index.html>> Acessado em: 10 de setembro de 1999.
- FORTES, L.P.S. Especificações e normas gerais para levantamentos GPS (preliminares) In: **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, N°10, jan. 1994, p. 63-77.
- FRANCE, J.; BRIGGS, D.J. Environmental Mapping of the European Community: a review of the Proposed Method. In: **Journal of the Operational Research Society**, Vol 31, N°6, Pergamon press, GB 1980, p. 485-496.
- FROLOV, I.T. **Diccionario de filosofia**. (traducido del ruso al español por Razinkov O.). Editorial Progreso. Moscú. 1984. 456 p.
- GALLANT, J.C.; HUTCHINSON, M.C. Towards an Understanding of Landscape Scale and Structure. In: THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE/ WORKSHOPS ON INTEGRATING GIS AND ENVIRONMENTAL MODELING. janeiro 25-25. 1996. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.ncgia.ucsb.edu/varenius/ppgis/papers/index.html>> Acessado em: 10 de agosto de 1999.
- GLASSON, J. **An Introduction to Regional Planning** (The Built Environment Series). Nelson Thornes, 1973, 344 p.
- GODCHILD, M.F.; ENGENHOFER, M.J.; FEGEAS, R. **Interoperating GIS's: report of a special meeting held under the auspices of Vareneus Project Panel on Computational Implementations of Geographic Concepts**. 5-6 Decembr 1997. Santa Barbara, California. Disponível em: <http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/interop97/interop_toc.html> Acessado em: 15 de agosto de 2001.
- GODCHILD, M.F. Metrics of scale in remote sensing and GIS In: **ITC Jornal**. Volume 3. Issue 2, 2001, p. 114-120.
- GORELOV, V.A. Fornecimento informativo para solução dos problemas de monitoramento ambiental via sensoriamento remoto – possibilidades existentes e potenciais In: **Publicações do Geocentr "Priroda"**, 2002. Disponível em: <<http://www.priroda.ru>> Acessado em: 28 de fevereiro de 2002. (*em russo*)
- GROSHEV, V.V.; KOGIN, V.V. Receptores dos sistemas de navegação por satélite GIONASS e NAVSTAR(GPS). In: **Anuário GIS' 96-97**, GIS Market Support Association, Moscou, edição 3, vol. 1, 1998. p. 12-26. (*em russo*).

- *GYRBITZKI, B.I.; PROZOROVA, G.N. Serviços geoinformativos do monitoramento ecológico das áreas de exploração de carvão. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ECOLOGIA CIENTÍFICA. Moscou. 15-17 de maio 2000. **Comunicações...** Moscou, 2000. (*em russo*)
- HADZILACOS, T. A.; TRYFONA, N.; KAVOURAS, M. **Structural methodology for interoperable geographic applications:** the case of the Hellenic Cadastre. In: AGII PERSPECTIVE FIST AGILE CONFERENCE, April 1998. **Proceedings...** ITC. Enshidl. Disponível em: <<http://www.uniroma1.it/DICEA/Agile/Conference/1998/Ensindx.html>> Acessado em: 22 setembro 2001.
- HALL, P. **Urban and Regional Planning**. Routledge; 4th edition, 2002, 208 p.
- HURN J. **Guia GPS**. Disponível em: <<http://www.gpsglobal.com.br/Artigos/Guia/Guia00.html>> Acesso em: 15 de janeiro de 2002
- IALE. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LAND ECOLOGY. **Triptico con información sobre la Asociación Internacional de Ecología del Paisaje**. Guelph, Canada. 1998
- IBAMA. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica**. Aspectos Conceituais e Metodológicos. Inst. Brasileiro de Meio Ambiente, Brasília, 1995.165 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Metodologia da Validação da Vetorização do Mapeamento Sistemático da IBGE**. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/cartografia>> Acessado em: janeiro 2003
- _____. 2002a. **RMPG - Rede Maregráfica Permanente para Geodésia**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rmpg/default_rmpg_int.shtm> Acessado em: 2002
- _____. 2002b. **Glossário Cartográfico**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtm#E> Acessado em: 2002
- * _____. 2001a . **Sistemas de referencia**. Disponível em: <<http://www.ibge.br/geociencias/geodesia/Sisref.pdf>> Acessado em: 26 de agosto de 2001.
- _____. 2001b. Resolução N° 23, de 21 de fevereiro de 1989 Disponível em: <<http://www.ibge.br/geociencias/geodesia/ibge.pdf>> Acessado em: 26 de agosto de 2001.
- _____. 1999a. **Manual técnico de uso da terra**. Manuais técnicos em geociências n° 7. Rio de Janeiro. 1999.58p.
- _____. 1999b. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. Departamento de recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 1999. 300p
- _____. **Manual de normas, especificações e procedimentos técnicos para a carta internacional do mundo, ao milionésimo** – CIM 1:1.000.000. Manuais técnicos em geociências n° 2. Rio de Janeiro. 1993 63 p
- IBICTI. INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Guia de Fontes de Informação sobre Tecnologia de Controle Ambiental**. Brasília: IBICT; SEBRAE; Rio de Janeiro: CNI/DAMPI, 1992
- *ICC. INSTITUT CARTOGRAFIC DE CATALYNYIA. **Geomática: Utilitats e aplicacions en l'ambit de l'administracio local**. 1999, 11p
- ISACHENKO, A. G. **Metodi prikladnix landshafnix issledovani**. Leningrad: Nauka. 1980. 221p. (*em russo*)
- *JIMENEZ-BELTRAN, D. **Information and Environmental Management:** the role of the European Environment Agency. Speech for Inauguration of the Institute Opening Ceremony. The International Institute for Industrial Environmental Economics Lund University., 15 September 1995.

- JUCHEM, P.A. Técnicas para avaliação de impacto ambiental e elaboração de estudos de impacto ambiental de empreendimentos selecionados – projetos de aproveitamento hidroelétrico In: PIAB. MAIA - 2ª edição, abril 1992.
- KARNAUKHOVA, E. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e gestão ambiental:** ensaio metodológico na área da bacia hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC. 2000. 222 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- KAPRALOV, E.G. Erros típicos dos mapas digitais. In: **GIS–Bullitim**. (3) 2000 Disponível em: <http://www.gisa.ru/cifr6_k.html> Acessado em 03 de outubro de 2000. (*em russo*)
- KELM, D. F. P. **Estruturação de um Cadastro Técnico Histórico para análise física e ambiental de áreas de mineração de carvão.** 1999. 130 p. - Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- *KIRSANOV, A. A. Dados se sensoriamento remoto como uma forma de recursos de informação In: **Boletim GIS** Nº 2(24) 2000 Disponível em: <<http://gisa2.gubkin.ru/627.html>> Acessado em: dezembro de 2000. (*em russo*)
- KIVELL, P.; ROBERTS, P.; WALKER, G.P. **Environment, planning and land use:** urban and regional planning and development. Ashgate Publishing, 1998, 234 p.
- *KOCHUROV, B.I. **Geoecologia: ecodiagnostika e ekologo-choziasvennaia ozenca territorii.** Institut Geografii.Academia Russa de Coiencias. 1999. 86 p.
- *KOROLEV.Y. Como transformar as imagens? In: **Arcreview** 1999, N°2. Disponível em: <<http://www.dataplus.ru>> Acessado em 28 de fevereiro de 2002. (*em russo*)
- KOSHKAREV, A. V.; KARAKIN, V. P. **Regionalnye geoinformacionnye sistemy.** Ed. "Nauka". Moscou : 1987.126 p.(*em russo*).
- KRAVCHENKO, Y.A.; CHEPKASOV, A. F. Cartografia digital. In: **Boletim Informativo** 2 (9) 1997. Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/97_3/digitkart/st01.html> Acessado em 25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- KRAVTSOV, Y.; KUDASHEV, E.B. Development of environmental management for the megacity of Moscow on the basis of satellite monitoring technologies and computer telecommunication networks. In: 21ST URBAN DATA MANAGEMENT SYMPOSIUM, Venice, Italy, 21-23 April 1999. **Proceedings of UDMS 99**, UDMS. Urban Data Management Society, 1999. p. 11.4.
- KUBATOVA, A. S.; GRITZAN, O.E.; MARSHEV, S.V. Bases metodológicas de criação de mapas para áreas urbanas In: **Boletim Informativo** 2 (9) 1997. Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/97_4/digitkart/st03.html> Acessado em: 25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- KUDASHEV, E.Y.U. *et al.* Remote sensing for operational applications in the Environmental monitoring of the megacities In:19 ISPRS CONGRESS. Amsterdam, 2000. **Proceedings...** International Society for Photogrammetry & Remote Sensing, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXIII, Part B 7/ 2, Commission VII. Amsterdam. p. 257-261.
- LACHAGIN, A. V. Algumas complementações e observações para o artigo do Yarovikh V. B. "Problemas da qualidade dos mapas digitais". In: **Boletim Informativo** 2 (9) 1997. Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/97_2/digitkart/cifr7_k.html> Acessado em 25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- LANGE, R.R.; MARGARIDO, T.C.C. Métodos para a caracterização da mastofauna em estudos de impactos ambientais. In: PIAB. MAIA – 2ª edição, agosto 1993.

- LAPPO G. M. Geografia gorodov s osnovami gradostroitel'stva. Moskva: MGU. 1969
- LAZZAROTTO, D. R. A Cartografia no Brasil. In: **Fator GIS**, 1999 Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br>> Acessado em: outubro 2001
- *LEBEDEVA, N. Y.; ILIULIN, I.A. Criação de mapas digitais com qualidade. In: **Boletim Informativo** 2 (9) 1997. Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinf/HTM/97_2/digitkart/st04.html> Acessado em: 25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- LEE, N. Environmental impact procedures. In: **EKISTICS – the problems and science os Human Settlements**, nº 294, may/june 1982, p. 227-229.
- LEITE, C.M.; BÉRNILS, R.S.; MORATO, S.A. Método para caracterização da herpetofauna em estudos ambientais In: PIAB. MAIA – 2ª edição, agosto 1993.
- LIBERAL, C.G.; JUCHEM, P.A.; DILGER R. Integração do planejamento, ordenamento territorial e avaliação de impactos ambientais In: PIAB. MAIA - 2ª edição, agosto 1993. p.1-22.
- *LUKASHEVICH, E.L. *et al.* Condições e as perspectiva próximas do mercado de dados de sensoriamento remoto. In: **Arcreview** 2001, Nº2. Disponível em: <<http://www.dataplus.ru>> Acessado em: 28 de fevereiro de 2002. (*em russo*)
- MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M-J. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. In: **C&G Special Issue – ICA: Commission on Visualizatio.** 2002. Disponível em: <<http://www.elsevier.nl/homepage/sad/cageo/cgvis/mk/mkintro.htm>> Acessado em: 27 de janeiro de 2002
- MAERGOJZ I.M. Territorial'naja struktura hozjajstva i nekotorye podhody k ee issledovaniju v svete socialisticheskoy jekonomicheskoy integracii. In: **Territorial'naja struktura narodnog hozjajstva v socialisticheskikh stranah.** Moskva: Nauka.1976.
- MATEO, R. J. **Apuentes de geografia de los paisajes.** La Habana : editorial EMPES, 1984.
- MIRSAEV, G. G.; IVANOV, B. H.; SHEROBAKOV, D. M. **Catograficheskii metod issledovani o ingenernoi ecologii.** Yechebrae possobie. Leningradskii Gornii Institut, Leningrad : 1988. 95 p. (*em russo*)
- MOSKALENKO, I. Condições e as perspectiva próximas do mercado de dados de sensoriamento remoto. In: **Arcreview** 2001, Nº2. Disponível em: <<http://www.dataplus.ru>> Acessado em 28 de fevereiro de 2002 (*em russo*)
- MOSS, J.L. Using the Global Positioning System to monitor dynamic ground deformation networks on potentially active landslides In: **ITC Journal**, Volume 2, Issue 1. 2000, p. 24-35
- NETO, A. B. C. *et al.* Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos estudo fitogeográfico In: RADAMBRASIL. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra (Levantamento de Recursos Naturais; v. 33)/ Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. p. 541-632.
- *NEWMAN J. R. **Ecological inventories: A controversial database for local land use planning. Public Works.** Volume: 129. Issue: 12. Start Page: 42. Copyright Public Works Journal Corporation. East Stroudsburg. Nov 1998. ISSN: 00333840
- NOAA. NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Environmental Sensitivity Index Mapping.** 2001. Disponível em: <<http://response.restoration.noaa.gov/esi/esliintro.html>>
- NOVO, E.M.L. de M. **Sensoriamento Remoto; Princípios e Aplicações.** 2ª ed., Ed. Edgard Blucher Ltda, São Paulo,SP, 1993.

- *NRCS. NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **Consecation Milestones. Natural Resources consevation on America's Private Land.** United States Departament of Agriculture. 2000
- OSIPOV, D.E. Introdução e atualização de informações espaciais em Mosgorgeotreste. In: **Boletim Informativo 1 (23) 2000** Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/00_1/st06.html> Acessado em:25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- *PAIVA, B.F.J.V.R. Surveying with GPS In: AMERICAN CONGRESS ON SURVEYING AND MAPPING. 2001 **Spring Conference Sessions Papers.** 2001. Disponível em: <<http://www.acsm.net/sessions.html>> Acessado em: 26 de outubro de 2001.
- PARDAL, S. C. **Planejamento do território: instrumentos para análise física.** Lisboa, Ed. Livros Horizonte Ltda., 1988, 614 p.
- PETROV, D. **Geoecologia.** Sanct-Pitersburg: Prosveshenie 1994. (*em russo*).
- *POTAPENKO, V.G. Sistema de monitoramento geoinformativo e gestão das áreas de risco ecológico dos objetos tecnogénicos perigosos In CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ECOLOGIA CIENTÍFICA. Moscou. 15-17 de maio 2000. **Comunicações...** Moscou, 2000. (*em russo*)
- QUEIROZ, A. AIA: conceitos e definições e objetivos In: PIAB. MAIA - 2ª edição, abril 1993.
- REGIONAL FORESTERS. IM TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT PROGRAM.. **Integrated Remote Sensing for Ecological Mapping.** February 17, 2000. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/institute/tdc/fy01proposals.htm>> Acessado em: 26 de outubro de 2001.
- RESOURCES INVENTORY COMMITTEE. **Corporate Land Use Inventory Rport.** November 1996. HTML Created: Mar 98. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/ric>> Acessado em: abril 2002
- RIABUSHKIN; DVORJAK. **Prognostika v arquetecture e gradostroitelstve.** Moscou Stroiizdat. 1983. 184 p.(*em russo*)
- RUDENKO, L.G. **Kartograficheskoe obosnovanie territorialnogo planirovania.** Nauka, Kiev, 1986. 168 p. (*em russo*)
- SABINS, F. F. **Remote Sensing Principles and Interpretation.** W. H. Freeman and Company, New York :1997. p.133-494.
- *SALGÉ, F. Deographic databases reseach overview and future prospects. In: MILLENNIUM GIS DATA FINAL CONFERENCE, Le Bischenberg, France, 13-17 setembro 1997. **Digital proceedings, Geographic information research, Millennium GIS DATA Final Conference.** France, 1997. Disponível em: <<http://www.shef.ac.uk/uni/academic/d-h/gis/key1.html>> Acessado em 15 de setembro de 2001
- *SALINAS, C. E.; MIDDLETON, J. **La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina.**1998. Disponível em: <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>> Acessado em: maio de 2002.
- SALISHEV, K.A. Idéias e problemas teóricos da cartografia de anos 80. In: **Resultados de ciência e técnica/VINITI.** Série Cartográfica. Volume 10. 1982. 154p. (*em russo*)
- _____. **Projeto e compilação de mapas.** Moscou, Ed. MGU, 1978. 238p.
- SAVOCHKIN, V.N.; BELENKOV, O. V. Algumas questões de qualidade dos mapas digitais. In: **Boletim Informativo 2 (9) 1997.** Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/97_3/cifr5_k.html> Acessado em: 25 de setembro de 2000. (*em russo*)
- *SHAO, G.; PARKER, G. **Mapping Ecological Landtypes for the Charles C. Deam Wilderness, the Hoosier National Forest of Indiana.** Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University Cooperated with

and Partially Supported by USDA Forest Service. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/>> Acessado em: outubro 2001

SHISHENKO, P. G. **Prikladnaia Fizichiskaia Geografiia**. Kiev: Vysha Shkola, 1988. p. 41-43. (*em russo*)

SHUSTOVA, V.L. *et al.* **JEkologo-geohimicheskie issledovanija g.Rostova-na-Donu 2001 god**. Nauchnyj centr : EKOLOGIA I INFORMATIKA. Disponível em: <<http://www.ecology.ic.ru>> (*em russo*)

*SOARES RODRIGUES, P. R. Fuentes y recursos disponibles para la investigación sobre brasil en internet In: **Biblio 3W**. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Nº 154, 28 de abril de 1999. ISSN: 1138-9796. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/bw-ig.htm>> Acessado em: outubro 2002

SOLNCEV N. **Fisicheskaja geografia kontinentov e okeanov**. Moskva: Nauka. 1982

STOLPAKOV, A.V.; KORNEVA, N.G. Criação de mapas topográficos digitais em ambiente SIG – ARC/INFO. In: **Boletim Informativo** 1 (23) 2000 Disponível em: <http://ru/text/inftech/geoinft/HTM/00_1/sopi4_k.html> Acessado em: 25 de setembro de 2000. (*em russo*)

SUÁREZ, R R-S.; QUINTANA, S.M. Las técnicas GPS como herramienta en la gestión ambiental. In: **Observatorio Medioambiental**, nº2, Instituto Universitario de ciencias ambientais. Universidad Complutense. Madrid 1999, p.267-286, ISSN 1132-1660

SUKOV, V.I. Sobre um novo tipo do mapa regional. In: **Trabalhos de CNIIGAIK**, Nº55, 1979, pp19-24. (*em russo*)

UNECE. HUMAN SETTLEMENTS COMMISSION. **Land Administration Guidelines**. Charter IV: Land-use planning. 2000 Disponível em: <<http://www.unece.org/unece/env/hs/wpla/welcome.html>> Acessado em: setembro de 2001

*USAER. U.S. Army Engineer Research and Development Center. **Computer-Aided Design and Drafting (CADD) and Geographic Information System (GIS): Concepts and Terminology**. The CADD/GIS Technology Center For facilities, infrastructure, and environment Information Technology Laboratory. Vicksburg, 1999, 12p

*USDA-FS .United States Department of Agriculture Forest Service. Technology & Development Program. **Comparison of GPS Receivers Under a Forest Canopy with Selective Availability Off** . Project report. Dec 2000 MTDC 7100 Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/> (navegar)> Acessado em: 30 de março de 2002

*_____. **Standards and guidelines for Cadastral Surveys using GPS methods**. May 9, Version 1.0, 2001. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/> (navegar)> Acessado em: 30 de março de 2002

*VINCHENKO, V.N. (red.). **Informação ecológica e os princípios de trabalho com ela**. 2000. Disponível em: <<http://www.ecolain.ru>> Acessado em: novembro 2000. (*em russo*)

VINOGRADOV, B.V.; ORLOV V.P.; SNAKIN, V.V. Critérios bióticos de diferenciação de áreas de calamidades ecológicas In: **Vestnik da Academia Russa das Ciências**, Nº5, 1993 (*em russo*)

VINOKYROV, Y. I. *et al.*. **Ispolzovanie informazionneh tehnologii pri reshenii ekologicheskikh zadach**, Sibirskoe (CORAN), Novosibirsk : [1998-1999]. 20 p. Disponível em: <<http://www.integro.rb.ru/projects/gis/bytel.htm>> (*em russo*)

VOOGD, H. **Multicriteria Methods for Urban and Regional Planning**. Pion Ltd,1983, 370 p.

*ZAKHAROV, E.I.; BASOVA, I.A. Zoneamento ecológico para mapeamento temático do território. In: **Boletim GIS** Nº4(26)-5(27)2000. Disponível em: <<http://gisa2.gubkin.ru/1296.html>> Acessado em: dezembro de 2000 (*em russo*).

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - FONTES NACIONAIS DE DADOS E INFORMAÇÃO GEOAMBIENTAL	474
APÊNDICE 2 - PLANO-PADRÃO DA CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO TERRITÓRIO	482
APÊNDICE 3 - FICHA DE REGISTRO DE LEVANTAMENTO EM CAMPO	487
APÊNDICE 4- SENSORIAMENTO REMOTO COMO SUPORTE DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E CONTROLE DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS.....	490
APÊNDICE 5 – EXATIDÃO E TOLERÂNCIA RECOMENDÁVEIS PARA PROJETOS CARTOGRÁFICOS TEMÁTICOS DE ESCALA GRANDE.....	495
APÊNDICE 6 - RELAÇÃO DE PROJETOS CARTOGRÁFICOS APLICADOS AO PLANEJAMENTO AVALIADOS PARA DIFERENCIAÇÃO DA ESTRUTURA TEMÁTICA E ANÁLISE DA DEMANDA DE INFORMAÇÃO GEOECOLÓGICA	500
APÊNDICE 7 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PROJETOS DE CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL DIGITAL.....	506
APÊNDICE 8 - ESTRUTURA TEMÁTICA-FUNCIONAL DOS PROJETOS DE CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL APLICADA	511

APÊNDICE 1 - FONTES NACIONAIS DE DADOS E INFORMAÇÃO GEOAMBIENTAL¹

(levantamento para 1º trimestre de 2002)

INSTITUIÇÃO/ FONTE	COMPETÊNCIA/CARÁTER DE DADOS
BASE DE DADOS NACIONAIS	
BCDAM - O SISTEMA DE BASES COMPARTILHADAS DE DADOS SOBRE A AMAZÔNIA <i>Informações:</i>	é um sistema de compartilhamento de dados de diversas instituições sobre a Amazônia http://200.186.166.178/bcdam/bcdam/index.html
BDT – BANCO DE DADOS TROPICAL <i>Informações:</i>	Envolve: Rede Brasileira de Informação em Biodiversidade; Programa de Pesquisas em Conservação Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, denominado BIOTA-FAPESP; Instituto Virtual da Biodiversidade. A BDT é um departamento da <i>Fundação André Tosello</i> . Atua especificamente na área de informação biológica, de interesse industrial e ambiental http://www.bdt.fat.org.br/special
CABES- CATÁLOGO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL <i>Informações:</i>	Dispõe de dados físicos, econômicos e financeiros (técnicos) sobre o abastecimento de água e tratamento sanitário nas unidades federativas e no país (de forma consolidada) http://catalogos.bn.br/scripts/odwp032k.dll?showbrief=livros_prf:livros_cat:pb:T:CARD:NEW:abes*
CNIA - CENTRO NACIONAL DE INFORMAÇÃO, TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E EDITORAÇÃO <i>Informações:</i>	possui um acervo bibliográfico formado pela fusão das coleções das bibliotecas dos órgãos extintos que deram origem ao IBAMA (Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, Superintendência de Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE e Superintendência da Borracha - SUDHEVEA). Constitui uma coleção especializada em meio ambiente, recursos naturais, recursos florestais, recursos pesqueiros e borracha natural, permanentemente atualizado. http://www.ibama.gov.br
COMMA – CATÁLOGO COLETIVO SOBRE MEIO AMBIENTE	Reúne obras sobre o meio ambiente editadas a partir de 1975 disponíveis nas bibliotecas cooperantes, em várias línguas.
DAFID _ DADOS- FATOS – INFORMAÇÃO – DOCUMENTAÇÃO	banco de dados contém informações de instrumentos de medição para a supervisão e controle de variáveis críticas do meio ambiente associadas à água, ao ar e ao solo
ENERGY (CNEN/CIN) <i>Informações:</i>	Disponibiliza informações bibliográficas de abrangência internacional. Inclui informações sobre os impactos econômicos, sociais, políticos, ambientais, uso de diversas fontes de energia; aceita e incorpora à base pesquisas importantes para as tecnologias de energia provenientes da engenharia, ciências ambientais, física, química, materiais, instrumentação e informática. http://cin.cnem.gov.br/rebie/

¹ As universidades e as instituições a estas vinculadas não foram consideradas

INTMA – EQUIPAMENTOS DE PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO <i>Informações:</i>	Reúne dados sobre equipamentos, fabricantes, instaladores e projetistas brasileiros em tecnologias antipoluentes. Reúne documentos de legislação da poluição industrial: http://www.polmil.sp.gov.br/unidades/cpfm/lexq6.htm
LEG – BASE DE DADOS DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL <i>Informações:</i>	Abrange as legislações federal, estadual(RJ) e municipal(RJ) sobre meio ambiente http://www.feema.rj.gov.br/bibliotecas_e_publicacoes.htm
LEMA – LEGISLAÇÃO E MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Inclui a referência e ementa da legislação federal, estadual e municipal superior e inferior ao meio ambiente http://www2.ibama.gov.br/%7Emisis/ibLmain.htm
PRONO – COMISSÃO PERMANENTE DE NORMALIZAÇÃO TÉCNICA <i>Informações:</i>	referencia as normas técnicas para o sistema de licenciamento de atividades poluidoras – SLAP http://www.tasqa.com.br/legisl.htm
SINIMA - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Tem como objetivo sistematizar a informação necessária para apoiar a tomada de decisão na área de meio ambiente, permitindo a rápida recuperação e atualização, bem como o compartilhamento dos recursos informacionais e serviços disponíveis. O SINIMA está composto por: Rede Nacional de Computadores do IBAMA - RNCI; Conjunto de Bases de dados; Rede Nacional de Informação Ambiental – RENIMA http://www.ibama.gov.br/
RENIMA - REDE NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Conta com a participação dos órgãos estaduais de meio ambiente, e várias outras instituições ligadas a área ambiental, através de suas unidades de informação, que participam da Rede na qualidade de Centros Cooperantes, conforme Termo de Cooperação técnica-específica, perfazendo, atualmente, um total de 39 Centros Cooperantes. http://www.ibama.gov.br/
ÓRGÃOS AO NÍVEL FEDERAL	
MME – MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Compreende: Órgãos de assistência direta e imediata ao Ministro de Estado Departamento de Articulação Institucional e Agenda 21 Órgãos Específicos Singulares: Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos; Secretaria de Biodiversidade e Florestas; Secretaria de Recursos Hídricos – SRH; Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável; Secretaria de Coordenação da Amazônia Órgãos Colegiados: Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA Conselho Nacional da Amazônia Legal - CONAMAZ Conselho Nacional de Recursos Hídricos Conselho Deliberativo do Fundo Nacional do Meio Ambiente Entidades Vinculadas: IBAMA; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro ; Companhia de Desenvolvimento de Barcarena – CODEBAR. Agências: Agência Nacional de Águas http://www.mma.gov.br/
MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO <i>Informações:</i>	Desenvolve através de seus institutos e empresas afeleadas pesquisa e inovação tecnológica da área de exploração efetiva e preservação ambiental, assim como de monitoramento de recursos de solos, florestas e hídricos... http://www.agricultura.gov.br/

<p>CNRH-CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>institucionaliza a gestão participativa, não só entre as esferas de governos estaduais e federal, mas também na base da sociedade brasileira. Entre seus princípios estão a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a garantia dos usos múltiplos da água e o seu reconhecimento como bem econômico.</p> <p>http://www.cnrh-srh.gov.br/</p>
<p>DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Bancos de dados de recursos minerais e hidrogeológicos: Projeto SIGMETA : Banco de Dados de Recursos Minerais do Brasil - Temporariamente fora do ar para manutenção; Projeto SIGHIDRO : Banco de Dados das Fontes Hidrominerais do Brasil; Projeto SISON - SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE SONDAgens HIDROGEOLÓGICAS : Banco de Dados com poços para águas subterrâneas, com informações fornecidas pelas Empresas Perfuradoras, cadastrados a partir de 1986, pelas Unidades Regionais do DNPM;</p> <p>http://www.dnpm.gov.br/</p>
<p>DPU – DEPARTAMENTO DE PATRIMÔNIO DA UNIÃO</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Administra o patrimônio imobiliário da União e as unidades federais de conservação</p> <p>http://www.planejamento.gov.br/conheca_mp/conteudo/estrutura.htm</p>
<p>ELECTROSUL – CENTRAIS ELÉTRICAS DO SUL DO BRASIL</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Promove várias ações ambientais e trabalhos de levantamentos cartográficos que abrangem seu patrimônio</p> <p>http://www.eletrosul.gov.br/Intranet/indiceextranet.nsf?Open</p>
<p>EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Rede Embrapa de Informação Tecnológica (REIT) é um catálogo de Produtos e Tecnologias, geradas pelos diversos centros de pesquisa da Embrapa, e disponíveis para o público para aquisição imediata. Também encontra-se aqui endereços de outros sistemas de informação agropecuária.</p> <p>http://www.embrapa.br/reit/</p>
<p>IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Criado pela Lei 7.735 (22/02/1989) foi formado pela fusão de quatro entidades que atuavam na área ambiental: SEMA, SUDHEVEA, SUDEPE e IBDF. Órgão fiscal da política ambiental</p> <p>http://www.ibama.gov.br/</p>
<p>IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>é uma Instituição da administração pública federal, subordinada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Instituição responsável pela coleta e processamento de dados estatísticos oficiais, assim como pela geração de mapeamentos em escala grande e média.</p> <p>http://www.ibge.gov.br</p>
<p>INCRA – INSTITUTO NACIONAL REFORMA AGRÁRIA</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Entre outras funções diretas realiza auditorias de uso de solo em assentamentos humanos e propriedades rurais</p> <p>http://www.incra.gov.br/</p>
<p>FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>Vários projetos ambientais, não só na área de gestão de usinas</p> <p>http://www.furnas.gov.br/</p>
<p>FUNAI – FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO</p> <p><i>Informações:</i></p>	<p>é o órgão do governo brasileiro que estabelece e executa a Política Indigenista no Brasil. compete à FUNAI promover a educação básica aos índios, demarcar, assegurar e proteger as terras por eles tradicionalmente ocupadas, estimular o desenvolvimento de estudos e levantamentos sobre os grupos indígenas.</p> <p>http://www.funai.gov.br/funai.htm</p>

FNMA –FUNDO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE	é uma unidade do Ministério do Meio Ambiente que apóia projetos ambientais em todo o país. Seu principal objetivo é viabilizar a política nacional do meio ambiente, dando apoio financeiro a projetos de médio e pequeno portes que visem o uso sustentável dos recursos naturais, a preservação ou a recuperação da qualidade ambiental no Brasil.
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE; CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGIA	Dados sobre saúde humana e vigilância epidemiológica http://www.funasa.gov.br/ www.funasa.gov.br/cenepi/default.htm
SIG/FIOCRUZ- SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DA FIOCRUZ <i>Informações:</i>	análise espacial e georeferenciamento de dados em microregiões que viabilizem os seguintes estudos: Análise do processo de distribuição populacional em áreas urbanas; Mapeamento de áreas de risco epidemiológico; Detecção de contaminação ambiental; Alocação de recursos públicos; Localização de equipamentos urbanos. http://www.fiocruz.br/v

INSTITUIÇÕES E ÓRGÃOS ESTADUAIS (para Estado de Santa Catarina)	
CASAN - COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO <i>Informações:</i>	Promove vários projetos e pesquisas vinculados à gestão sustentável de recursos e da qualidade de água. Realiza levantamento cartográficos. http://www.casan.com.br/
CELESC - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA <i>Informações:</i>	Investe em vários projetos de pesquisa ambiental, realiza levantamentos cartográficos regularmente para atualização da base cartográfica vista a gestão do seu patrimônio... http://www.celesc.com.br/
CEPA – INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA <i>Informações:</i>	Dentre suas funções está o desenvolvimento de trabalhos, estudos, pesquisas e projetos relacionados com a área econômica, tecnológica, científica e organizacional, voltados para o desenvolvimento agrícola, pesqueiro e florestal. Responsável pela execução do projeto Microbacias I e II (BIRD) www.icepa.com.br/
CONSEMA – CONSELHO DO MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Órgão vinculado à SDM. Delibera e orienta a política estadual do meio ambiente através do estabelecimento de normas, procedimentos, acompanhamentos e avaliação para o controle das atividades ambientais, visando a melhoria do meio ambiente. http://www.sdm.sc.gov.br/frmvincula.htm
CLIMERH - CENTRO INTEGRADO DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA <i>Informações:</i>	desenvolve atividades de caráter operacional (monitoramento e previsão de tempo e clima), além de atividades relacionadas ao desenvolvimento de produtos e pesquisa meteorológica. Órgão vinculado à EPAGRI. http://www.climerh.rct-sc.br/
CERH – CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS <i>Informações:</i>	é o órgão encarregado de estabelecer as diretrizes da política de recursos hídricos com vistas ao planejamento das atividades de aproveitamento e controle dos recursos hídricos no território do Estado de Santa Catarina. http://www.sdm.sc.gov.br/frmvincula.htm
EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S. A	Desenvolve projetos além de área e produção agrícola de Zoneamento agro-ambiental, agroecologia e agrometeorologia,

CIRAM – CENTRO INTEGRADO DE RECURSOS E INFORMAÇÃO AMBIENTAIS <i>Informações:</i>	levantamento de solos e inventário e gestão de bacias hidrográficas... http://www.epagri.rct-sc.br/
FATMA – FUNDAÇÃO DO MAIO AMBIENTE <i>Informações:</i> http://www.fatma.sc.gov.br/	é o órgão ambiental da esfera estadual do Governo de Santa Catarina. Fatma processa informações sobre a geologia (tipo de rochas, solos), topologia (relevo), recursos hídricos e cobertura vegetal do Estado. Viabiliza as seguintes atividades: Mapeamento de parques e reservas ecológicas; Levantamento e monitoramento da cobertura vegetal de Santa Catarina; Gerenciamento do Complexo Hidrológico da Baía de Babitonga, em convênio com a GTZ - Sociedade Alemã de Cooperação Técnica; Subsídios à proposta de tombamento da Reserva da Biosfera (Mata Atlântica); Acompanhamento de invasões de áreas de preservação, desmatamentos, derramamentos de óleo no mar, informando com precisão a localização, velocidade e direção destas manchas, agilizando ações de controle e fiscalização.
FEHIDRO – FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS <i>Informações:</i> http://www.sdm.sc.gov.br/frmvincula.htm	Realização de estudos, pesquisas e levantamentos hídricos; Mapeamentos hídricos básicos; Execução de planos de gestão e gerenciamento de bacias hidrográficas; Implantação e gerenciamento de um sistema de informações em recursos hídricos; Implantação de um sistema de outorga de direito de uso da água no Estado; Implantação e gerenciamento de um sistema de cadastro de usuários de água no Estado; Execução de políticas de proteção ambiental do Estado, com ênfase em recursos hídricos; Apoio e fomento a projetos de aproveitamento dos recursos hídricos.
FEPEMA – FUNDO ESPECIAL DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Vinculado à SDM, apóia em caráter supletivo o estudo, desenvolvimento e execução de programas, projetos e atividades relacionadas com o meio ambiente. http://www.sdm.sc.gov.br/frmvincula.htm
TRACTEBEL ENERGIA <i>Informações:</i>	a Companhia tem a sua " Política de Meio Ambiente " e mantém uma série de programas de proteção, monitoramento e desenvolvimento sustentável da área do empreendimento. http://www.gerasul.com.br/
SDM- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE <i>Informações:</i>	Criada em 1995 desenvolve as atividades relacionadas com: a) programas de apoio ao desenvolvimento urbano; b) defesa, preservação e melhoria do meio ambiente; c) coordenação, formulação e elaboração de programas e projetos indutores com sustentabilidade ecológica; d) formulação e execução das políticas de recursos minerais, energéticos e hídricos do estado; e) anuência ao parcelamento do solo; entre outros... http://www.sdm.sc.gov.br/frmgestao.htm

INSTITUIÇÕES DE PESQUISA GEOAMBIENTAL	
ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS <i>Informações:</i>	Promove e divulga estudos, pesquisas e trabalhos de qualquer natureza, que se refiram às águas subterrâneas através de publicações e noticiários. Realiza congressos, simpósios, seminários e conferências com o propósito de difusão de trabalhos técnicos. http://www.abas.org/
AOCEANO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE OCEANOGRAFIA <i>Informações:</i>	A AOCEANO edita um Boletim Informativo trimestral e promove a cada dois anos o Encontro Brasileiro de Oceanógrafos. Colabora com a realização da Semana Nacional de Oceanografia, realizada anualmente em promoção alternada dos cursos de Oceanologia da FURG, Oceanografia da UERJ e da UNIVALI. A Associação Brasileira de Oceanografia pretende ser o catalisador dos esforços de todos aqueles que trabalham pelo desenvolvimento da ciência oceanográfica no Brasil http://www.aoceano.org.br/
INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA <i>Informações:</i>	Produz dados e informações sobre condições climáticas e de tempo, efetua monitoramento de eventos críticos e de poluição atmosférica em grandes centros urbanos http://www.inmet.gov.br/
FBCN – FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA	Entidade civil, sem fins lucrativos. Conservação da natureza em âmbito nacional.
PROTAM – FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA .PROGRAMA TECNOLOGIA AMBIENTAL	Atua junto ao setor produtivo(público e privado), levando conhecimento tecnológico que permita melhor controle da poluição, para uma melhor qualidade dos recursos ambientais.
IPN-INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISAS E ESTUDOS AMBIENTAIS-(Pró-Natura) <i>Informações:</i>	Instituição sem fins lucrativos, dedica-se a implantar áreas de conservação e apoiar pesquisa ambiental, aplicar e elaborar técnicas de desenvolvimento sustentável com recursos captados junto a iniciativa privada. http://www.defensoresdanatureza.com.br/defensores/projetos/parques/pronatura.html
ECOTROPIC- INSTITUTO DE ECOLOGIA TROPICAL	Promoção dos conceitos de desenvolvimento sustentado através de pesquisas e projetos em diversas áreas de conhecimento.
INPA –INSTITUTO DE PESQUISAS DA AMAZONIA <i>Informações:</i>	Promove e executa estudos, pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico relacionados com o meio ambiente natural e com o sistema sócio-econômico cultural da região amazônica. www.inpa.gov.br
INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. <i>Informações:</i>	Atua em quatro grandes áreas: ciências espaciais e atmosféricas, aplicações espaciais, tecnologias espaciais e ensino www.dpi.inpe.br
INT – INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA - Unidade de programas de tecnologias de controle da poluição-UPTP <i>Informações:</i>	Possui seis laboratórios que auxiliam as empresas na solução de problemas relacionados à prevenção e controle de poluição ambiental. www.int.gov.br/

OUTRAS ORGANIZAÇÕES QUE PRODUZEM DADOS AMBIENTAIS OU POTENCIALMENTE AMBIENTAIS	
CEPED -CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO <i>Informações:</i>	responsável pelo desenvolvimento de pesquisas, projetos e estudos na área de recursos naturais e tecnologias aplicadas ao controle de poluição. www.ceped.br/ict_conteudo.htm
CP-IMT – CENTRO DE PESQUISA MAUA <i>Informações:</i>	Se destina à prestação de serviços na área de tecnologia, visando seu desenvolvimento http://www.maua.br/imt/publicacoes.htm
COMPANHIA SIDERURGICA DE TUBARÃO- unidade de Controle do Meio Ambiente <i>Informações:</i>	Atua no monitoramento ambiental; engenharia ambiental (controle e reutilização de resíduos sólidos industriais e subprodutos; performance de controle dos recursos hídricos e atmosféricos) www.cst.com.br/
COHISI -COORDENAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA Serviços Social da Indústria	atua como órgão técnico do SESI-DN, prestando assessoria nas áreas de segurança industrial. Medicina do trabalho e controle ambiental.
CETEC- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS <i>Informações:</i>	atua com equipe multidisciplinar em conjunto dos setores de recursos da água e da terra, poluição, sensoriamento remoto e medições ambientais. http://www.cetec.br/index.asp
ITEP-FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO <i>Informações:</i>	Atua nas áreas de tecnologia, promoção e desenvolvimento. http://www.itep.br/
IPT –INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS <i>Informações:</i>	Incorpora a questão ambiental em todos os processos produtivos, desde o assentamento dos empreendimentos urbanos, agrícolas e industriais, até a destinação dos resíduos. http://www.ipt.br/
PETROBRAS <i>Informações:</i>	Todo material ligado à gestão ambiental e projetos de pesquisa e de cartográfica patrocinados http://www2.petrobras.com.br/internas/meio_ambiente/index.stm
SIECESC - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA EXTRAÇÃO DE CARVÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA <i>Informações:</i>	Mineração de Carvão em Santa Catarina: Estrutura do Projeto Conceitual para Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense; Gestão da recuperação ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina. Cria um Banco de Dados Ambientais. www.siecesc.com.br/meioambiente
SENAI – (Centro de Tecnologia em Saneamento e Meio Ambiente) <i>Informações:</i>	Em relação a resíduos industriais e ao processamento de couro, atua no ensino, assistência técnica/tecnológica, pesquisa e informação. http://www.pr.senai.br/manutencao.asp

APÊNDICE 2 - PLANO-PADRÃO DA CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DO TERRITÓRIO

I. POSIÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DO TERRITÓRIO:

I.1. Informações gerais sobre o território ou aquatório

- **Área** (de preferência não só o número, mas em comparação com outros objetos homogêneos).
- **Configuração geral** (dados excepcionais relevantes).

I.2. Posição geográfica

- **Coordenadas geográficas.**
 - Latitudes dos pontos extremos ao norte e ao sul.
 - longitudes dos pontos extremos ao leste e ao oeste.
- **Posição nos limites do continente** (ou do país; para o mar - nos limites do oceano; etc...)
- **Descrição das fronteiras**
- Posição relativamente ao mar (continentalidade), e relativamente às maiores formas de relevo.

II. OROHIDROGRAFIA:

II.1. RELEVO

- 1.1. Posição do território no sistema da regionalização orográfica.
Formas de relevo dominantes.
- 1.2. Característica morfológica.
Característica das planícies e sopés.
Característica das divisórias, picos e sistemas orográficos em geral
(forma e exposição dos taludes, direção e extensão das divisórias).
- 1.3. Características morfométricas.
Altitudes médias e máximas absolutas e sua distribuição no território.
Declividades média e máximas e sua distribuição no território.
Inclinação das superfícies planas e suas direções.
- 1.4. Objetos únicos do relevo (Patrimônios da Humanidade, objetos protegidos).

II.2. HIDROGRAFIA E ELEMENTOS DE HIDROLOGIA

- 2.1. Indicar a região hidrogeográfica.
- 2.2. Características gerais de suficiência e suprimento hídrico do território.
Características do hidrosistema.
Indicar tipos presentes de águas internas e externas, superficiais e subterrâneas, sublinhar a presença de águas artesianas.
- 2.3. - Características das águas internas
 - 2.3.1. Rios.
 - a) - **Área geral de captura.**
Densidade de drenagem.
 - b) Diferenciações regionais da densidade de drenagem e das áreas de captura.

- c) Os principais tipos de rios [(pela extensão, pela característica das correntes e relevo do leito, características de suplemento hídrico), **volume de esgoto e tipo de alimentação e sua distribuição pelo território.**
- d) os principais rios (caracterização individual quanto a: (1) extensão, (2) inclinação do leito e da nascente, da extensão média e na foz, (3) quantidade média de afluentes e sua ordem predominante, (4) volume de esgoto, (5) volume de detritos e aluviões, (6) tipo de alimentação, (7) qualidade das águas, 8) exploração econômica (navegabilidade, piscicultura, hidroenergética, uso para fins industriais, uso habitacional e para alimentação).
- e) Conclusões (destacar, na medida do possível, as regiões de complementaridade (hidrosuficiência) e características da rede fluvial.

2.3.2. Lagos e Pântanos.

Lagos:

- a) - Quantidade geral e distribuição pelo território.
 - Tamanho médio (área da superfície) ou polígono da frequência.
 - Volume das águas acumuladas.
 - Profundidade média e máximas.
 - Gênese do reservatório.
 - Tipos de alimentação: características com esgoto e sem esgoto.
- b) - Os lagos mais importantes (características individuais segundo critérios do ponto anterior)**
 - Mineralização das águas e importância econômica.
- c) - Existência dos lagos com importância industrial (lagos salgados, de água doce, com propriedades paisagísticas e recreativas).
- d) - Lagos únicos, reservas, tombadas...

Pântanos:

- a) - Áreas no total e concentrações importantes.
 - Gênese e tipos principais.
 - Tendências de desenvolvimento.
 - Influências microclimáticas no território.
 - Conteúdo mineralógico.
 - Exploração econômica e industrial.

2.3.3. Águas subterrâneas.

- Reservas avaliadas ou previstas.
- As profundidades médias das jazidas.
- Qualidade das águas.
- Presença de águas minerais.
- Distribuição das reservas pelo território.
- Exploração econômica.

2.3.4. Águas artesianas.

- Volume previsto e localização das bacias.
- Profundidade das jazidas e as rochas que comportam as jazidas.
- Mineralização das águas.
- Grau de exploração econômica.

2.4. - Águas externas

- a) Origem, gênese e extensão dos reservatórios.
- b) Hidrologia e qualidade das águas.
- c) Influência climática.
- d) Importância econômica.

III. GEOLOGIA:

Localização no sistema de regionalização geológica.

III.1 - História de formação.

- a) Principais etapas do desenvolvimento geológico (seguimento do sistema geocronológico); acontecimentos de movimentos estáticos, deformações locais e suas conseqüências.
- b) História do desenvolvimento quaternário.
- c) As tendências do desenvolvimento atual.

III.2- Estrutura geológica.

- Plataformas e embasamentos cristalinos.
- Espessuras e principal conteúdo das coberturas sedimentares.
- Sinclinais e anticlinais.
- Existência das estruturas invertidas.
- Rupturas tectônicas globais e destrutivas (tamanhos e direções).
- Cinturões geosinclinais (tamanhos e as amplitudes das dobras).
- Rupturas *versus* sistemas de montanhas (tamanho e direção).
- Estruturas locais (*intrusões, efusões e shtoks*) Tamanho, extensão e conteúdo.

III.3 - Estratigrafia dos depósitos.

- Conteúdo, idade e gênese.

III.4 - Estruturas geológicas únicas. Movimentos geológicos.

III.5 - Recursos minerais.

- Principais tipos e espécies mais importantes.
- Características das principais jazidas (localização, reservas previstas e os volumes exploráveis, profundidade das jazidas, qualidade).
- Prognóstico de exploração.

IV. GEOMORFOLOGIA

IV.1 - Localização no sistema da regionalização geomorfológica (zona, sub-zona, província e região).

- As principais formas de relevo e sua distribuição no território e a idade.

IV.2 - Características das paleoformas.

- Origem.
- Idade.
- Composição.
- Tendências de desenvolvimento.
- Existência das estruturas geomorfológicas inversas.
- Formas enterradas
- Monumentos.

IV.3 - Formas quaternárias.

- 3.1 - Formas Acumulativas (principais espécies e tipos).
 - Gênese, morfologia e morfometria, composição e estratigrafia, formas invertidas.
- 3.2 - Formas Erosivas.
- 3.3 - Formação da rede de drenagem (forma, configuração, densidade, hierarquia, leito e terraços,...).
- 3.4 - Balanço dos processos endo e exogenéticos.
 - 3.4.1 - Principais processos atuais endogenéticos.
 - Tipos segundo a classificação genética.
 - hereditários ou novos.

- Indicar principais tendências do desenvolvimento.
- Prognóstico do desenvolvimento.
- 3.4.2 - Regionalização geomorfológica do território.
 - Diferenciar as áreas homogêneas, segundo gênese.

V. CLIMA

Posição do território no sistema de zoneamento climático universal e/ou regional.

V.1 – Processos de formação climática.

- Posição geográfica do território.
- Balanço radioativo.
- Caráter da superfície terrestre.

V.2 – Processos.

- O território no sistema de circulação global da atmosfera (massas globais, centros de atividade).
- Caráter da circulação das massas no decorrer do ano e por estação (direções, umidade, temperatura, frequência, influência sobre o tempo).
- Ventos locais e suas influências climáticas.
- Direções e velocidade.

V.3 – Caracterização dos meteoroelementos.

- 3.1 - Temperatura
 - Observação das máximas e mínimas.
 - Médias térmicas.
 - Amplitude anual e diurna.
 - Distribuição geográfica e evolução temporal.
 - Ocorrência de inversões térmicas.
- 3.2 - Pressão atmosférica.
- 3.3 - Precipitações.
- 3.4 - Fenômenos extremos

V.4 – Regionalização climática do território (na medida do possível, dentro dos limites dos sistemas climáticos territoriais).

- Os territórios com condições climáticas únicas, balneárias, recreativas.
- Áreas climáticas ‘mórbidas’.

VI. SOLOS

- Posição no sistema de zoneamento universal: zona, província, região.

VI.1 – Tipologia dos processos de formação de solos (pedológicos).

- Tipos de rochas maternas.
- Tipos de coberturas sedimentares.
- Coberturas de sistemas vegetativos.

VI.2 – Os tipos zonais de solos.

VI.3 – Os tipos intrazonais de solos.

- Rocha materna.
- Cobertura vegetal.
- Espessura média dos horizontes e composição.
- Espessura da camada produtiva.
- Quantidade de húmus.
- pH.

VI.4 – Zonalidade vertical e/ou horizontal.

- Distribuição geográfica dos solos.

VI.5 – Conservação dos solos, melhoramentos e recultivação de terras.

VII. VEGETAÇÃO

Posição no sistema do zoneamento (o universo, riqueza florística, sucessivamente espécies endógenas e relictos (quantitativas)).

VII.1 – Complexos vegetativos zonais.

- Número de extratos.
- Densidade.
- Quantidade de biomassa.
- Principais espécies.
- Espécies endêmicas e relictos.

VII.2 – Zonalidade vertical (montanhas).

- Faixas, como complexos específicos.
- Sistemas tecnogênicos de vegetação.

VII.3 – Reservas florestais, espécies protegidas, sistemas e medidas de intervenção florística.

VI. FAUNA

Posição biogeográfica, reino faunístico, província, região.
Biodiversidade.

VIII.1 – Principais espécies.

VIII.2 – Espécies protegidas e excepcionais.

VIII.3 – Reservas biológicas, faunísticas, parques nacionais, etc...

IX. ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL - REGIONALIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA E/OU DIFERENCIAÇÃO DAS UNIDADES GEOSSISTÊMICAS:

X. RECURSOS NATURAIS DO TERRITÓRIO:

XI. OS PRINCIPAIS TRAÇOS DE DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO E EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS:

XII. PROBLEMAS DE EXPLORAÇÃO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS:

XIII. PROGNÓSTICO DO DESENVOLVIMENTO E DA OTIMIZAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL

APÊNDICE 3 - FICHA DE REGISTRO DE LEVANTAMENTO EM CAMPO

Descrição N°

DESIGNAÇÃO GEOGRÁFICA DO PONTO (*topônimos associados*)

PROJETO:

DATA:

ÁREA :

QUADRANTE :

ALTITUDE(abs./relat.)

Posição do Ponto com Relação de Objetos de Influência

Para croqui/orientação

DISTÂNCIA ATÉ O PONTO ANTERIOR:

COORDENADAS:

lat. Sul

long. Este

N° FOTO AÉREA :

N° do ponto na foto :

N° foto do campo:

RELEVO

Mesoforma

Gênese, caráter da superfície:

côncavo convexo ondulado terraços

Morfometria

Comprimento da declive

declividade

exposição

Profundidade de cortes erosivas

altitude (abs./rel.)

Elemento da mesoforma

Morfometria/ exposição

Formas, parâmetros, diferenças de altitudes

microrelevo

NOME DA FITOFÁCIE (fitocenose) *(de cima para baixo)*

Índex do campo _____ ; **Depois do controle** _____ .

Posição do taxon na estrutura da paisagem

Sub-comarca

Comarca

Sub-Localidade

Localidade

MODIFICAÇÕES ANTRÓPICAS:

USO AGRÍCOLA ; USO INDUSTRIAL MINERAÇÃO ; USO URBANO ; USO MISTO ; REFLORESTAMENTO ; BEDLAND

Outras

O PAPEL DA FÁCIE NA ESTRUTURA MORFOLÓGICA DA PAISAGEM :

DOMINANTE ; SUB-DOMINANTE ; RARA ; ÚNICA .

Relação entre o tipo de uso do solo e as qualidades da fácies; influência antrópicas:

Condições e processos desfavoráveis ao uso da terra

Indicadores de fotointerpretação da sub-comarca e comarca nas imagens pancromáticas e

multiespectrais

AUTOR

DESCRIÇÃO ANALISADA E CONFIRMADA POR :

APÊNDICE 4- SENSORIAMENTO REMOTO COMO SUPORTE DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E CONTROLE DE CONDIÇÕES ECOLÓGICAS
(baseado em Lucashevich *et al.*,2000)

ÁREAS DE USO	PROBLEMAS SOLUCIONADOS, DADOS ADQUIRIDOS	REQUERIMENTOS DA IMAGEM ² : resolução espectral e espacial (R)											
		DSR no visível e IFV próximo						IFV Médio e termal		Radar (intervalos de frequência na ordem de aplicabilidade)			
		Visível Integral	R	Multi-espectra	R	Espectrometria	R		R		R		
I. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	1. identificação direta de hidrocarbonetos												
	1.1 identificação de nódoas petrolíferas em aquatários					+	1-10						
	1.2 acumulação de gás sobre as jazidas, correntes de gás					++	1-5						
	1.3 identificação de anomalias térmicas, que fixam zonas de oxidação de hidrocarbonetos					++	1-5	++	+	10-30 5-20			
	1.4 identificação de anomalias de vegetação relacionadas com poluição por hidrocarbonetos	Color	10-20	+	5-20	++	1-5						
	2. estudo da estrutura geológica do território												
	2.1 estrutura tectônica, morfoestrutura e morfoescultura			++	5-20			+		10-50	L,X,C		8-30
	2.2 definição do conteúdo físico-químico das rochas geológicas; prospecção de minérios			++	30-100	*	10-50		*	10-50	L,X,C		8-30
	2.3 avaliação de deformações da crosta terrestre e evolução dos processos subterrâneos								*	10-50	L,X,C		8-30
	2. Áreas pantanosas			+#	10-50	+	1-10	+		10-50	L,C,X		10-50

² Dados da coluna baseados em Lukashovich *et al.*,2002

	Áreas de deflação ativa	Color pan	5-10 5-20	++*	10-30								
	Ravinização	Pan#	5-20	+	10-30								
	Karst	Color# Pan	2-10 5-10	+	10-20	+	1-10						
	Áreas com sufoção ativa	Color# Pan	10- 20	+#	10-30	+	1-10						
	Desertificação	Color# pan	20- 30	+#	20-50	+	1-10						
II. HIDROGEOLOGIA E CONSUMO HÍDRICO	1. estudo de regime hídrico de rios e lagos	Color# Pan	10- 20	+#	10-30								
	2. dinâmica de inundações em estuários de rios grandes	Pan# Color	10- 20	+#	10-50								
	3. definição de caráter e grau de afloração e de invasão por vegetação dos aquíferos internos	Color#	5-20	+#	5-20 10-30	+#	1-5						
	4. regime de fenômenos de deslizamentos e correntes de lama	Pan#	2-10	+#	5-20 10-20								
	5. dinâmica de consumo de água em áreas de agricultura por irrigação	Pan#	2-10	+#	5-20								

III. PEDOLOGIA E AGRICULTURA	1. detecção de áreas de hiper-umedecimento de solos	Color	5-10	+#	5-10 5-20	+	1-10	++	+	10-50	C, L#	10-50	
	2. definição de umidade de solos para fundamentação do regime de irrigação			+#	5-20			+		5-30	C, L*	10-50	
	3. definição de culturas agrícolas e de fase sucessional			+#	2-20 5-20	++	1-5	+		10-30	L,C, X	5-20	
	4. controle de realização de atividades agrotécnicas	Color# Pan	2-20	+#	5-30						X, C, L	5-30	
	5. controle de áreas reais de cultivo	Color# Pan	5-10 8-20	++	5-30	++	1-10				L, C, X	10-30	
	6. prognóstico e definição de áreas de amadurecimento e da produtividade de culturas seriais	Color Pan	5-20 15-30	+#	5-20 10-40	++	1-5				L, C, X	1-60	
	7. detecção de áreas de cultivo afetadas	<i>Em geral</i>					++	1-5	+		20-30		
		<i>Por doenças e parasitas</i>	color	2-20	+#	2-20 5-30							
		<i>Por secas ou inundações</i>			+#	5-20 10-30	++	1-5	+		10-30		
		<i>Ervas daninhas; focos de ervas daninhas</i>	color	5-10	+#	5-10	++	1-5					
8. estado de pastos e sua produtividade	Color	5-10	+#	5-20 5-10	++	1-5	+		10-30				
9. avaliação de transformação da cobertura pedológica em função de processos exógenos	Color#	5-10	+#	5-20	+	1-5	+		10-50	L,C	5-30		
10. controle de sistemas de irrigação ou de drenagem	Color# Pan	2-10 5-20	+#	5-30 10-50	+	1-10	+		10-50				

IV. GEBOTÂNICA E ECONOMIA FLORESTAL	1. estudo da dinâmica da cobertura vegetal	Color	5-20	+#	5-20	++	1-5						
	2. tipos específicos de monitoramento florestal	2.1 Monitoramento de incêndios	Pan#	>100	+#	>30			+		>50	L, C, X	>100
		2.2 avaliação da situação pós-incêndio	Color#	0,5-1	+#	0,5-3 0,5-5	+	1-5	+		5-10	L, C, X	2-10 5-10
		2.3 Sanitarístico de patologias	Color# pan	0,5-1	+	1-5	++	1-2	+		5-10		
		2.4 monitoramento da vegetação exposta à poluição industrial	color	0,5-3	+	0,5-3	++	1-5					
		2.5 vegetação em áreas de exploração petrolífera	Color#	0,5-5	+	0,5-5	++	1-5					
		2.6 monitoramento de áreas florestais valiosas ou de interesse específico	Color#	0,1-5	+	0,1-5	++	1-5					
	3. criação de mapas de prognóstico de risco de inseridos	Color#	10-50	+	10-50	+	1-10	+		20-80	L, C, X	20-80	
4. controle de exploração e preservação do fundo florestal	Color#	0,2-5	+#	0,5-10 10-30			+		10-50	L, C, X	10-30		
5. regionalização e a dinâmica da estrutura da vegetação	Color# Pan	5-10 0,2-5	+	0,2-5	+	1-10	+		2-10	X, C, L	1-10		
V. ECOLOGIA E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	1. estudo da turbidez das águas de mares e oceanos			+#	>50	+	1-5				X, L, C	>50	
	2. diferenciação da poluição das águas de mares e oceanos	COLO R	10-50	+#	10-50	++	1-5						
	3. correntes de turbidez em estuários de rios	COLO R#	10-30	++	20-50	+	1-10	++		40-80	X, L, C	40-80	
	4. diagnóstico e estudo de poluição de corpos de água	Color	5-10	+#	5-20	++	1-5				X, C, L	5-30	
	5. controle de “florescimento” dos aquatários poluídos quimicamente	Color	2-20	+#	2-20 10-30	++	1-5	+		10-40	X, L, C	10-30	

6. estudo da influencia da poluição no estado das bacias hidrográficas em áreas de calamidades ecológicas	Color Pan	2-10 5-20	+#	5-30	+	1-5	+		10-30	X, L, C	10-30
7. diagnostico de poluição térmica de aquatórios por instalações energéticas			+	5-30	+	1-10	+#		5-10		
8. analise da poluição de atmosfera em áreas industriais (fixação de emissões, alocação de fumaças)	Color Pan	5-20	+#	5-40	+#	1-5					
9. dinâmica antropogénica da cobertura vegetal	Color#	2-10	+	2-20	+#	1-5					
10. definição de danos da cobertura florestal para planejamento de reflorestamentos	Color#	5-20	+	5-30 10-40						X, L, C	10-40
11. controle ecológico operativo em áreas de prospeção e sondagem de petróleo e gás	Color Pan	2-10 5-20	+#	2-10	+	1-5	+		5-30	L, X	5-20
12. estudo de condições ecológicas e prognostico de transformações ambientais em áreas de extração mineral; monitoramento ecológico das áreas de extração de recursos minerais não metálicos	Color# Pan	2-10 5-20	+#	2-10	+	1-5	+		5-30	L, C, X	5-20
13. avaliação de transformações hidrogeológicas e geotécnicas em áreas de exploração intensiva	Color# Pan	5-10 5-20	+#	5-30	+	1-10				L, C, X	5-50
14. avaliação e prognostico de transformações de condições geológicas sobre influencia tecnogénica	Color Pan	10-20 10-30	+#	10-30	+	1-10	+		10-50	X, C, L	10-50
15. poluição de águas subterrâneas	Color Pan	2-10	+#	2-10	+	1-10				P, L, C	1-50

color – imagem colorida # - tipo de dados utilizados como principais
pan – imagem pancromática * -tipo de dados supostamente utilizados como principais
IFV – infravermelho

**APÊNDICE 5 – EXATIDÃO E TOLERÂNCIA RECOMENDÁVEIS PARA PROJETOS CARTOGRÁFICOS
TEMÁTICOS DE ESCALA GRANDE**

Fonte: Federal Geographic Data Committee[FGDC Document Number] Geospatial Positioning Accuracy Standards PART 4: Standards for A/E/C and Facility Management - July 1, 1998 (Public Review Draft)

Project or Activity	Target	Feature Position Tolerance		Contour
	Map Scale	Horizontal	Vertical	Interval
	SI/IP	SI/IP	SI/IP	SI/IP
Table A-3. RECOMMENDED ACCURACIES AND TOLERANCES: ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND FACILITY MANAGEMENT PROJECTS				
DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION & MAINTENANCE OF MILITARY FACILITIES				
Maintenance and Repair (M&R)/Renovation of Existing Installation Structures, Roadways, Utilities, Etc				
General Construction Site Plans & Specs:	1:500	100 mm	50 mm	250 mm
Feature & Topographic Detail Plans	40 ft/in	0.1-0.5 ft	0.1-0.3 ft	1 ft
Surface/subsurface Utility Detail Design Plans	1:500	100 mm	50 mm	N/A
Elec, Mech, Sewer, Storm, etc	40 ft/in	0.2-0.5 ft	0.1-0.2 ft	
Field construction layout		0.1 ft	0.01-0.1 ft	
Building or Structure Design Drawings	1:500	25 mm	50 mm	250 mm
	40 ft/in	0.05-0.2 ft	0.1-0.3 ft	1 ft
Field construction layout		0.01 ft	0.01 ft	
Airfield Pavement Design Detail Drawings	1:500	25 mm	25 mm	250 mm
	40 ft/in	0.05-0.1 ft	0.05-0.1 ft	0.5-1 ft
Field construction layout		0.01 ft	0.01 ft	
Grading and Excavation Plans	1:500	250 mm	100 mm	500 mm
Roads, Drainage, Curb, Gutter etc.	30-100 ft/in	0.5-2 ft	0.2-1 ft	1-2 ft
Field construction layout		1 ft	0.1 ft	
Recreational Site Plans	1:1000	500 mm	100 mm	500 mm
Golf courses, athletic fields, etc.	100 ft/in	1-2 ft	0.2-2 ft	2-5 ft
Training Sites, Ranges, and Cantonment Area Plans	1:2500	500 mm	1000 mm	500 mm
	100-200 ft/in	1-5 ft	1-5 ft	2 ft
General Location Maps for Master Planning	1:5000	1000 mm	1000 mm	1000 mm
AM/FM and GIS Features	100-400 ft/in	2-10 ft	1-10 ft	2-10 ft
Space Management Plans	1:250	50 mm	N/A	N/A
Interior Design/Layout	10-50 ft/in	0.05-1 ft		
As-Built Maps: Military Installation Surface/Subsurface Utilities (Fuel, Gas, Electricity, Communications, Cable, Storm Water, Sanitary, Water Supply, Treatment Facilities, Meters, etc.)		100 mm	100 mm	250 mm
		0.2-1 ft	0.2 ft	1 ft
	1:1000 or 50-100 ft/in (Army)			
	1:500 or 50 ft/in (USAF)			

1 **Table A-3 (Contd). RECOMMENDED ACCURACIES AND TOLERANCES:**
 2 **ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND FACILITY MANAGEMENT PROJECTS**

3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38
39	40	41	42	43	44
45	46	47			
	Project or Activity	Target Map Scale SI/IP	Feature Position Horizontal SI/IP	Tolerance Vertical SI/IP	Contour Interval SI/IP
	Housing Management GIS (Family Housing, Schools, Boundaries, and Other Installation Community Services)	1:5000 100-400 ft/in	10000 mm 10-15 ft	N/A	N/A
	Environmental Mapping and Assessment Drawings/Plans/GIS	1:5000 200-400 ft/in	10000 mm 10-50 ft	N/A	N/A
	Emergency Services Maps/GIS Military Police, Crime/Accident Locations, Post Security Zoning, etc.	1:10000 400-2000 ft/in	25000 mm 50-100 ft	N/A	N/A
	Cultural, Social, Historical Plans/GIS	1:5000 400 ft/in	10000 mm 20-100 ft	N/A	N/A
	Runway Approach and Transition Zones: General Plans/Section Approach maps Approach detail	1:2500 100-200 ft/in 1:5000 (H) 1:5000 (H)	2500 mm 5-10 ft 1:1000 (V) 1:250 (V)	2500 mm 2-5 ft	1000 mm 5 ft
	DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATIONS AND MAINTENANCE OF CIVIL TRANSPORTATION & WATER RESOURCE PROJECTS				
	Site Plans, Maps & Drawings for Design Studies, Reports, Memoranda, and Contract Plans and Specifications, Construction plans & payment				
	General Planning and Feasibility Studies, Reconnaissance Reports	1:2500 100-400 ft/in	1000 mm 2-10 ft	500 mm 0.5-2 ft	1000 mm 2-10 ft
	Flood Control and Multipurpose Project Planning, Floodplain Mapping, Water Quality Analysis, and Flood Control Studies	1:5000 400-1000 ft/in	10000 mm 20-100 ft	100 mm 0.2-2 ft	1000 mm 2-5 ft
	Soil and Geological Classification Maps	1:5000 400 ft/in	10000 mm 20-100 ft	N/A	N/A
	Land Cover Classification Maps	1:5000 400-1000 ft/in	10000 mm 50-200 ft	N/A	N/A

1 **Table A-3 (Contd). RECOMMENDED ACCURACIES AND TOLERANCES:**
 2 **ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND FACILITY MANAGEMENT PROJECTS**

Project or Activity	Target Map Scale SI/IP	Feature Position Tolerance		Contour Interval SI/IP
		Horizontal SI/IP	Vertical SI/IP	
Archeological or Structure Site Plans & Details				
(Including Non-topographic, Close Range, Photogrammetric Mapping)	1:10 0.5-10 ft/in	5 mm 0.01-0.5 ft	5 mm 0.01-0.5 ft	100 mm 0.1-1 ft
Cultural and Economic Resource Mapping Historic Preservation Projects	1:10000 1000 ft/in	10000 50-100 ft	N/A	N/A
Land Utilization GIS Classifications Regulatory Permit Locations	1:5000 400-1000 ft/in	10000 mm 50-100 ft	N/A	N/A
Socio-Economic GIS Classifications	1:10000 1000 ft/in	20000 mm 100 ft	N/A	N/A
Grading & Excavation Plans	1:1000 100 ft/in	1000 mm 0.5-2 ft	100 mm 0.2-1 ft	1000 mm 1-5 ft
Flood Control Structure Clearing & Grading Plans (e.g., revetments)	1:5000 100-400 ft/in	2500 mm 2-10 ft	250 mm 0.5 ft	500 mm 1-2 ft
Federal Emergency Management Agency Flood Insurance Studies	1:5000 400 ft/in	1000 mm 20 ft	250 mm 0.5 ft	1000 mm 4 ft
Locks, Dams, & Control Structures Detail Design Drawings	1:500 20-50 ft/in	25 mm 0.05-1 ft	10 mm 0.01-0.5 ft	250 mm 0.5-1 ft
Spillways & Concrete Channels Design Plans	1:1000 50-100 ft/in	100 mm 0.1-2 ft	100 mm 0.2-2 ft	1000 mm 1-5 ft
Levees and Groins: New Construction or Maintenance Design Drawings	1:1000 100 ft/in	500 mm 1-2 ft	250 mm 0.5-1 ft	500 mm 1-2 ft
Construction In-Place Volume Measurement Granular cut/fill, dredging, etc.	1:1000 40-100 ft/in	500 mm 0.5-2 ft	250 mm 0.5-1 ft	N/A
Beach Renourishment/Hurricane Protection Project Plans	1:1000 100-200 ft/in	1000 mm 2 ft	250 mm 0.5 ft	250 mm 1 ft

**Table A-3 (Contd). RECOMMENDED ACCURACIES AND TOLERANCES:
ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND FACILITY MANAGEMENT PROJECTS**

Project or Activity	Target Map Scale SI/IP	Feature Position Horizontal SI/IP	Tolerance Vertical SI/IP	Contour Interval SI/IP
Project Condition Survey Reports				
Base Mapping for Plotting Hydrographic Surveys: line maps or aerial plans	1:2500 200-1000 ft/in	10000 mm 5-50 ft	250 mm 0.5-1 ft	500 mm 1-2 ft
Dredging & Marine Construction Surveys				
New Construction Plans	1:1000 100 ft/in	2000 mm 6 ft	250 mm 1 ft	250 mm 1 ft
Maintenance Dredging Drawings	1:2500 200 ft/in	5000 mm 15 ft	500 mm 2 ft	500 mm 2 ft
Hydrographic Project Condition Surveys	1:2500 200 ft/in	5000 mm 16 ft	500 mm 2 ft	500 mm 2 ft
Hydrographic Reconnaissance Surveys	-	5000 m 15 ft	500 mm 2 ft	250 mm 2 ft
Offshore Geotechnical Investigations Core Borings /Probing/ etc.	-	5000 mm 5-15 ft	50 mm 0.1-0.5 ft	N/A
Structural Deformation Monitoring Studies/Surveys				
Reinforced Concrete Structures: Locks, Dams, Gates, Intake Structures, Tunnels, Penstocks, Spillways, Bridges	Large-scale vector movement diagrams or tabulations	10 mm 0.03 ft (long-term)	2 mm 0.01 ft	N/A
Earth/Rock Fill Structures: Dams, Floodwalls, Levees, etc--slope/crest stability & alignment	(same as above)	30 mm 0.1 ft (long term)	15 mm 0.05 ft	N/A
Crack/Joint & Deflection Measurements: piers/monoliths--precision micrometer	tabulations	0.2 mm 0.01 inch	N/A	N/A

1 **Table A-3 (Contd). RECOMMENDED ACCURACIES AND TOLERANCES:**
 2 **ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND FACILITY MANAGEMENT PROJECTS**

3	4	5	6	7	8
Project or Activity	Target Map Scale SI/IP	Feature Position Horizontal SI/IP	Tolerance Vertical SI/IP	Contour Interval SI/IP	
9	<u>REAL ESTATE ACTIVITIES: ACQUISITION, DISPOSAL, MANAGEMENT, AUDIT</u>				
10	Maps, Plans, & Drawings Associated with Military and Civil Projects				
11	Tract Maps, Individual, Detailing				
12	Installation or Reservation Boundaries,	1:1000	10 mm	100 mm	1000 mm
13	Lots, Parcels, Adjoining Parcels, and	1:1200 (Army)			
14	Record Plats, Utilities, etc.	50-400 ft/in	0.05-2 ft	0.1-2 ft	1-5 ft
15					
16	Condemnation Exhibit Maps	1:1000	10 mm	100 mm	1000 mm
17		50-400 ft/in	0.05-2 ft	0.1-2 ft	1-5 ft
18					
19	Guide Taking Lines/Boundary Encroachment	1:500	50 mm	50 mm	250 mm
20	Maps: Fee and Easement Acquisition	20-100 ft/in	0.1-1 ft	0.1-1 ft	1 ft
21					
22	General Location or Planning Maps	1:24000	10000 mm	5000 mm	2000 mm
23		2000 ft/in	50-100 ft	5-10 ft	5-10 ft
24					
25	GIS or LIS Mapping, General				
26	Land Utilization and Management, Forestry	1:5000	10000 mm	N/A	N/A
27	Management, Mineral Acquisition	200-1000 ft/in	50-100 ft		
28					
29	Easement Areas and Easement	1:1000	50 mm	50 mm	-
30	Delineation Lines	100 ft/in	0.1-0.5 ft	0.1-0.5 ft	
31					
32					
33	<u>HAZARDOUS, TOXIC, RADIOACTIVE WASTE (HTRW) SITE INVESTIGATION,</u>				
34	<u>MODELING, AND CLEANUP</u>				
35					
36	General Detailed Site Plans	1:500	100 mm	50 mm	100 mm
37	HTRW Sites, Asbestos, etc.	5-50 ft/in	0.2-1 ft	0.1-0.5 ft	0.5-1 ft
38					
39	Surface Geotoxic Data Mapping	1:500	100 mm	500 mm	500 mm
40	and Modeling	20-100 ft/in	1-5 ft	1-2 ft	1-2 ft
41					
42	Contaminated Ground Water	1:500	1000 mm	500 mm	500 mm
43	Plume Mapping/Modeling	20-100 ft/in	2-10 ft	1-5 ft	1-2 ft
44					
45	General HTRW Site Plans &	1:2500	5000 mm	1000 mm	1000 mm
46	Reconnaissance Mapping	50-400 ft/in	2-20 ft	2-20 ft	2-5 ft
47					

APÊNDICE 6 - RELAÇÃO DE PROJETOS CARTOGRÁFICOS APLICADOS AO PLANEJAMENTO AVALIADOS PARA DIFERENCIAÇÃO DA ESTRUTURA TEMÁTICA E ANÁLISE DA DEMANDA DE INFORMAÇÃO GEOECOLÓGICA

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENÇA/FONTE
PROJETOS INTERNACIONAIS						
01	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE GALICIA</i>	Consellería de Medio Ambiente GALICIA	Facilitar acesso público à informação ambiental	N/a	1990 (?)	http://www.siam-cma.org/mapa/cartografia.htmlv
02	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE CATALUÑA</i>	Generalitat del Cataluña Departament del Medio Ambiente	Suporte de pesquisas e planeamento, suporte EIA	1:50 000 1:250 000	1999 -	http://www.gencat.es/mediamb/sig/webcastella/bases-cast.htm#cartografia_ambiental2
03	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE VALENCIA</i>	Instituto Cartográfico Valenciano.	execução e atualização do inventário ambiental dos municípios da província; implantação do SIG	1:10 000 1:25 000	N/a	http://www.dva.gva.es/medioambiente/cartografia_tematica.htm
04	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD AUTNOMA DE LA RIOJA</i>	Dirección General del Medio Natural. Gobierno de La Rioja.	Análise e monitoramento da situação ambiental	N/a	1994	http://www.larioja.org/sig/index.html
05	<i>CARTOGRAFÍA AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID</i>	Comunidad de Madrid – Consejería de medio ambiente	Integração de informação espacial no âmbito do Programa de Estratégia Territorial da União Europeia	1: 50 000	A partir de 1996	http://medioambiente.madrid.org/cartografia/p_cartografia.html

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENÇA/FONTE
<i>Continuação 1</i>						
06	<i>EL ATLAS MULTIMEDIA DE ANDALUCÍA</i>	Instituto de Cartografía de Andalucía. Junta de Andalucía	Síntese de conhecimento territorial para planeamento	1:100.000 1:400.000 1:1.000.000 1:10.000 – núcleos urbanos	N/a	http://www.cfnavarra.es/territorial2000/COMUNICA/ALTAS%20ANDALUCIA.pdf
07	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE NAVARRA</i>	Dirección General de Medio Ambiente	Suporte do planeamento territorial e educação ambiental	1:25 00 1:50 000 1:100 000	N/a	http://www.cfnavarra.es/medioambiente/informacion/Paginas/CartIndex.htm
08	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO Y AMBIENTAL LA REGIÓN DE MURCIA</i>	Junta de la Múrcia	Apoio ao planeamento e avaliação de impactos ambientais	n/a	n/a	http://www.carm.es/cma/dgmn/esquema/indice.htm
09	<i>CASTILLA E LEÓN</i>	Junta de Castilla e león	Apoio ao planeamento	1: 100 000	n/a	http://www.jcyl.es/jcyl/cmaot/sg/sved/info/mapas/index.htm
10	<i>ATLAS DO AMBIENTE - PORTUGAL</i>	Direção geral do ambiente Portugal	Informação pública	Escala dinâmica	n/a	http://195.22.0.189/atlas/
11	<i>ATLAS DE MÉXICO EN MULTIMEDIA: ESTADO ACTUAL DEL TERRITORIO</i>	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI),	Divulgação e ampliação de conhecimentos espaciais do território	n/a	n/a	parte del proyecto de Cartografía Digital y Sistemas de Información Geográfica, realizado por el INEGI en convenio con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), http://www.ciberhabitat.gob.mx/gobierno/atlas.htm#fin
12	<i>ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE COAHUILA</i>	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro como institución responsable, y como usuaria el Gobierno del Estado de Coahuila	Ordenamento ecológico para desenvolvimento sustentável	1:250 000	1995 - 2000	http://www.acude.udg.mx/divulga/jalisciencia/ordena/congreso/zarate.PDF

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENÇA/FONTE
<i>Continuação 2</i>						
13	<i>MAPAS AMBIENTALES DE LA AMAZONÍA PERUANA</i>	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana	Inventário ambiental	N/d	1994-2001	http://www.iiap.org.pe/servidor_mapas/
14	<i>ATLAS REGIONAL DO QUEBEC - CANADA</i>	INRS-Urbanisation	Informação para planejamento	N/d	1995 – projeto em andamento constantemente atualizado	http://www.atlasduquebec.qc.ca/atlas/regionaux/region.htm
15	<i>L'ATLAS RÉGIONAL MONTRÉAL</i>	INRS-Urbanisation	Fornecer os dados para planejamento e desenvolvimento sustentável	N/a	Várias datas desde 1981-1996	http://www.atlasduquebec.qc.ca/atlas/regionaux/region.htm
16	<i>L'ATLAS RÉGIONAL LAURENTIDES-LAVAL</i>	INRS-Urbanisation		N/a	Várias datas desde 1981-1996	http://www.atlasduquebec.qc.ca/atlas/regionaux/region.htm
17	<i>ATLAS SUR L'ETAT DE L'ENVIRONNEMENT AU QUEBEC</i>	Ministério do meio ambiente do Quebec	Controle do estado de ambiente da província	1:50 000 e maiores	1998-	http://www.menv.gouv.qc.ca/regards/atlas/
18	<i>MAPPING THE CORTES ECOSYSTEM</i>	Cortes Island Forest Committee (CIFC)	Planejamento ecológico local	1:10 000 1:15 000	1996 -	http://www.silvafor.org/maps/cortes/cortes1.htm
19	<i>GREATER LAKES: NA ENVIRONMENTAL ATLAS AND RESOURCE BOOK</i>	Government of Canada Toronto, Ontario United States Environmental Protection Agency Great Lakes National Program Office	Suporte de demandas do planejamento e desenvolvimento regional	N/a	1995	http://www.epa.gov/glnpo/atlas/intro.html
20	<i>NATURAL RESOURCE INFORMATION SYSTEM OF MONTANA</i>	Montana State enviro. Council - USA	Suporte de demandas do planejamento e desenvolvimento regional	Formatos digitais com restrições de uso Entre 1:100 000 e 1:7500,000, dependendo do modelo cartográfico	A partir de finais dos 80	http://nris.state.mt.us/gis/mtmaps.html

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENÇA/FONTE
<i>Continuação 3</i>						
21	<i>NATIONAL ATLAS OF THE UNITED STATES</i>		Informação, suporte para planejamento/base cartográfica	1:2 000000	1998-2002	http://nationalatlas.gov/natlas/natlasstart.asp
22	<i>TNRIS - TEXAS NATURAL RESOURCES INFORMATION SYSTEM</i>	Foi fundado pela legislação em 1968 acomo <i>Texas Water-Oriented Data Bank</i>	Suporte do planejamento e administração	Diversas	1972 -	http://www.tnris.state.tx.us/
23	<i>ATLAS GEOECOLOGICO DA CIDADE DE MOSCOU</i>	Governo de Moscou UNEP	Desenvolvimento do programa cidades atavies	1:100 000 1:300 000	1997-98	http://www.md.mos.ru/eng/geo/geol.htm
24	<i>ATLAS TERRITORIAL DO KIEV</i>	UNEP GRID Governo do Kiev	Desenvolvimento do programa cidades atavies	N/a	N/a	http://www.nature.org.ua/kiev98/e_kiev/indicatr/7_1.htm
PROJETOS NACIONAIS						
25	CARTOGRAFIA AMBIENTAL DA REGIÃO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA	Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências da USP, Diocese de Vitória da Conquista, ONG ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento e Núcleo de Monitoramento Ambiental da EMBRAPA	Uma política de ordenamento territorial visando conciliar preservação com produção.	N/a	N/a	http://www.ecof.org.br/projetos/vitoria/estru.html
26	SIG (GIS) NA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL E DA SUSTENTABILIDADE AGRÍCOLA	Com o apoio do IDRC (Canadá) e do RIMISP (Chile), a ECOFORÇA desenvolveu, para o conjunto do município de Campinas, em colaboração com o EMBRAPA Monitoramento por Satélite e o NUCATE/UNICAMP	uso de sistemas de informações geográficas na avaliação do impacto ambiental e da sustentabilidade agrícola	N/a	N/a	http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/cmp/index.html

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENÇA/FONTE
<i>Continuação 5</i>						
27	CARTOGRAFIA ECOLÓGICA DO ARQUIPELAGO FERNANDO DE NORONHA	Centro Nacional de Pesquisa e Monitoramento por Satélite (EMBRAPA Monitoramento por Satélite), o Departamento de Ecologia Geral da Universidade de São Paulo (IBUSP/DEG) e a ONG ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento	Suporte de programas de conservação ambiental	1:10 000 1:20 000 1:50 000	1996	http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/fn/index.html
28	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO	EMBRAPA. Monitoramento por satélite Governo do Maranhão	objetivo deste projeto foi o de criar, em curto prazo, um verdadeiro Sistema de Apoio ao Planejamento e Gerenciamento Estratégico; primeira missão e produto foi o Zoneamento Ecológico-Econômico..	1:500.000 1:250 000	N/a	http://www.zee.ma.gov.br/
29	ATLAS DIGITAL DO RIO DE JANEIRO	O Serviço Geológico do Brasil - CPRM, juntamente com os parceiros EMBRAPA - SOLOS e DRM - RJ,	Suporte informativo para planejamento	N/d	? -2000	<i>foi agraciado com o "Prêmio CREA - RJ DE MEIO AMBIENTE - 2001".</i> http://www.cprm.gov.br/geo/rjinicio.html
30	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DOS EIXOS NACIONAIS DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO PLANO PLURIANUAL - PPA DO GOVERNO FEDERAL.	Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável - SDS do Ministério do Meio Ambiente e a Embrapa Monitoramento por Satélite do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	criação de um Sistema de Planejamento e Gerenciamento Estratégico para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico Federal, considerando as regiões abrangidas pelos Eixos Nacionais de Integração e Des-nto do Plano Plurianual - PPA do Governo	N/a	1999(?)	http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/eixos/index.html

N DO PROJ.	DESIGNAÇÃO OFICIAL	ORGANIZAÇÕES EXECUTORAS E CONTRATANTES	OBJETIVOS DO PROJETO	ESCALA DE MAPEAMENTO	PERÍODO DE EXECUÇÃO	REFERENCA/FONTE
<i>Continuação 6</i>						
31	ATLAS GEOGRÁFICO DIGITAL DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL	Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP; Fundação Manoel de Barros - FMB,	Ensino e planejamento	N/d	1998- 2000	http://www.uniderp.br/atlas/index.html
32	SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE O USO DE TERRAS E ÁGUA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	EMBRAPA ECOFORÇA	Remediação e gestão ambiental; visa estabelecer uma interação progressiva entre os usuários e os dados existentes sobre o uso das terras e da água na bacia do rio São Francisco	N/d	1: 1 000 000 1:250 000 1: 50 000 (imagem satel)	http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sf/index.html
33	O ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO ESTADO DO TOCANTINS	EMBRAPA	referência espacial para o ordenamento do território numa perspectiva de sustentabilidade	N/a	1:500 000 1:250 000 imagem Landsat	http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/tocant/indi.html

APÊNDICE 7 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PROJETOS DE CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL DIGITAL

Nº PROJETO ³	ESCALA PRINCIPAL E COMPLEMENTAR DE MAPEAMENTO	Nº total de modelos do projeto	ESTRUTURA DO PROJETO (nº de modelos cartográficos)		FORMATO DE PRODUTOS DISPONÍVEIS PARA AVALIAÇÃO	DISPONIBILIDADE DE AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA	METADADOS	OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE APRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA E ESTRUTURA DO PROJETO
			modelos ou níveis da base	modelos temáticos				
01	02	03	04	05	06	07	08	09
PROJETOS INTERNACIONAIS								
01	n/a	6	n/d	6	Web-carta interativa	n/a	n/a	Cartas de bom estado de arte, com boas opções de visualização para consulta do público em geral; Apesar de amplas possibilidades de zoom a densidade reduzida das informações não permite uma análise efetiva do território; Estrutura temática muito reduzida; A possibilidade de acesso aos dados originais não especificado...
02	1:50 000 1:250 000	Esta em 1 fase desenvolvimento	25 níveis	45	Sistema download de níveis separados em DXF/DBF	Dados restritos à ficha técnica	+	Estado de arte: excelente Densidade de informação reduzida ao padrão de 1:50 000 Excelente estrutura temática: diversificada e apresenta modelos de temática geocológica e geoambiental, orientada à avaliação de impactos ambientais.. Sistema de visualização em formato MMZ (visualizador – plug-in gratuito)
03	1:10 000 1:25 000	n/a	1 mapa	18	Exemplos avaliáveis .jpg	dados genéricos	n/a	Exemplos apresentados em formato gif de baixa resolução, não apresentam condições de avaliação adequada. Distribuição restrita

³ Número do projeto corresponde ao discriminado na tabela - “Relação de projetos de mapeamento temático aplicado avaliados para diferenciação da estrutura temática padrão”

Continuação 3								
01	02	03	04	05	06	07	08	09
04	1:5000	n/a	-	20	.dxf; .SHP; .gif e .pdf	+	+	Seleção da área de interesse disponível a partir de um mapa guia (conexão de folhas java-html) Metadados e metodologia completos e padronizados Qualidade ótima em todos os formatos (oferece também base cartográfica, folhas topográficas e ortofoto digital) Ficha completa de base GPS e pontos de referencia de RGN <i>Um dos projetos melhor apresentados e aparentemente em total coerência com atuais normas internacionais. De fácil acesso e manipulação.</i>
05	1:50 000	42	8n	23	Visualização interativa em janela html	n/a	n/a	Descrição e metadados em andamento Um bom estado de arte; estrutura temática em evolução com forte orientação geoambiental... Fácil acesso
06	1:100.000 1:400.000 1:1.000.000 1:10.000 – núcleos urbanos	n/a	4	23	Sistema de visualização em VRML	Concebido como uma enciclopédia	n/a	Foi organizado em quatro volumes divididos em dois CD-ROM, organizados segundo critérios de homogeneidade temática e escala: (1) cartografia geral 1:100 000 e três séries de orthoimagens, mapas topográficos e de uso de solo; (2) cartografia geoambiental e ecológica – 18 mapas na escala de 1:400 000; (3) cartas temáticas – 1:1000 000 – com apoio de recursos audiovisuais integrados à enciclopédia; (4) cartografia de núcleos urbanos na escala de 1:10 000. Foi utilizado como recurso de visualização fundo raster (imagem satélite) com sobreposição da gráfica vetorial. Permite excelente visualização com opções de perspectiva 3D, definição de distâncias e coordenadas sobre mapa, visualização paralela de vários planos da área. Disponibiliza visualização de DTM
07	1:25 00 1:50 000 1:100 000	27	3	24	Exemplos gif	n/a	fontes	Poucos exemplos avaliáveis; Mapas de boa qualidade de arte; Seleção por folha da cartografia de 1: 25 000; oferece opções para plotagem Toponímia de muita baixa densidade; As folhas não identificam coordenadas nos cantos – dificulta orientação...
08	SIG –ARC/INFO	n/a	3	11	exemplos gif	n/a	n/a	representa sistema de informações completo; padrão de arte ARC/INFO
09	1:100 000	52	3	49	Exemplos .jpeg	n/a	n/a	Mapas executados em base cartográfica peculiar Nota-se diversidade de temática ecológica.

Continuação 2								
01	02	03	04	05	06	07	08	09
10	1:100 000 1:250 000	n/a	-	31	PC ArcInfo, ArcInfo Export File, DXF, ArcView Shapefile e Tiff,	n/a	+	Exemplos são muito restritos para avaliação, necessário fazer download Utilização das cores muito boa
11	n/a	n/a	n/a	27	Janela –java interativa	n/a	n/a	Contem mais de 200 mapas digitais textos explicativos, fotografias e recursos audiovisuais; Disponibiliza um pequeno demo – mapas de excelente qualidade gráfica e artística
12	1:250 000	22	n/a	11	Exemplos GIF	descrito	n/a	SIG em formato raster disponível para análise em diversos formatos Acesso restrito; Padrão gráfico IDRISI
13	Escala dinâmica	16	6	10	Sistema visualização - Flash	n/a	parcial	Descreve fontes de dados somente e a essência do conteúdo do mapa O sistema de visualização é muito lento A informação é muito “rala” e não justifica nesta etapa visualização com ferramentas tão evoluídas pois não dispões de densidade de dados suficiente para apresentação de vários níveis espaciais
14	Escala gráfica não permite definição exata	9	-	3	visualização em .gif através da lista de indicadores	breve	n/a	Predominância expressiva de modelos estatísticos, socioeconômicos e administrativos Legendas são separadas da janela de visualização do mapa
15		9	-	3		breve	n/a	
16		9	-	3		breve	n/a	
17	1:50 000 e maiores	17	-	15	.gif - ilustrativo	amplos textos explicativos do conteúdo	n/a	Uso amplo de mapas-enclaves de escalas maiores; Simbologia simples, modelos de indicadores únicos simples Amplos textos explicativos Predomínio absoluto de modelos antropecológicos
18	1:10 000 1:15 000	14	-	14	gif - ilustrativo	+	n/a	Inventário e modelos interpretativos por fotogrametria, disponibilidade em SIG
19	n/d	16	-	16	.gif	+	+	fontes de mapas e análise descritiva da área em textos complementares; excelente design

<i>Continuação 3</i>								
<i>01</i>	<i>02</i>	<i>03</i>	<i>04</i>	<i>05</i>	<i>06</i>	<i>07</i>	<i>08</i>	<i>09</i>
20	Formatos digitais com restrições de uso entre 1:100 000 e 1: 7 500 000	15+1	DTM + 5	13	.gif; Download - .eoo; .shp	+	+	Maioria de modelos são modelos de mono-inventário de recursos; padrão de arte : ArcInfo; acesso aos dados em formato digital disponível; Ao mesmo tempo oferece as opções de WEB-mapamaneto interativo integrado ao acesso de outros sistemas de dados ambientais (composição de mapas para áreas de interesse: http://nris.state.mt.us/mapper/)
21	1: 2 000 000	cerca de 150 níveis	15 níveis	53 ***	Web-cartografia interativa + Formato .SHP para download	+	+	<i>Não disponibiliza modelos cartográficos "finalizados" mas sim as camadas editadas, providas de metadados, que permitem ao usuário compor seu modelo final, conforme os objetivos ou demanda informativa;</i> <i>Estado de arte: padrão ArcInfo</i> *** - 10 sub-classes temáticas geoambientais de 7-10 níveis de informação em cada sub-classe
22	diversas	n/a	n/d	8	Sistema de informação ARCINFO	+	+	Desenvolvido por vários sub-programas temáticos que abrangem todas as áreas de dados geoespaciais. Vários modelos são desenvolvidos com base geográfica em ortofoto ou imagem satélite (#) Oferece arquivos em vários formatos vetoriais e raster por download
23	1:100 000 1:300 000	34	4	18	gif	descrição do conteúdo	n/a	Elaborado em formato da enciclopédia eletrônica – permite consulta e acesso aos textos explicativos em janela alternativa. Os mapas dispõem de referencia aos seus autores; Possui sistemas de consulta interno; Tematicamente diversificado Mapeamentos ecológicos e geotécnicos substantivos (#)
24	n/d	38	1	37	jpeg	n/a	n/a	Apresentam-se como cartas ilustrativos ao relatório (#)
PROJETOS NACIONAIS								
25	n/a	35	1	22	.gif	Breve descrição	N/a	8 mapas – (1) Estruturação dos sistemas Agro-Sócio-Econômicos estão disponíveis nesta fase do projeto Previstos: Estruturação dos sistemas ecológicos; Estruturação da base de dados de uso das terras; Integração dos dados... Qualidade de representação cartográfica não muito boa/ erros na metodologia de uso de cores, escala gráfica etc...

Continuação 4								
01	02	03	04	05	06	07	08	09
26	n/a	27	1	11	.gif	Breve descrição	N/a	inversões ou uso inadequado das tabelas de cores
27	1:10 000 1:20 000 1:50 000	20	N/a	14*	Exemplos formato .gif em janela html	Descrição resumida	N/a	* No total, são 78 cartas no formato A4 (escala 1:50.000) e três no formato A1 (escala 1:20.000), representando a primeira e maior base de dados geocodificados para um parque nacional brasileiro. Uso inadequado de cores; Erros na organização e sub-aproveitamento do espaço do mapa
28	1:500.000 1:250 000	34	-	34	.gif exemplos	Breve resumo	N/a	Fonte de dados: Projeto RADAMBRASIL. Acesso às publicações em CD-ROM
29	n/d	14	-	14	cd-rom exemplos pdf	Descrição completa	completo	Trabalho divulgado em cd-rom Com amplos textos descritivos e análises para uso no planejamento Mapas de boa qualidade gráfica Elaboração de cada um dos modelos cartográficos representa um capítulo do atlas
30	n/d	5	-	5	Jpeg	Breve resumo	N/a	Em fase de execução poucos exemplos de escalas pequenas disponíveis para avaliação
31	Aprox 1: 300 000	22	-	16	.jpeg	Descrição do conteúdo	N/a	Realizado em forma de enciclopédia
32	1: 1 000 000 1:250 000 1: 50 000 (imag satel)	46	8	38	gif	N/a	N/a	Mapas de boa qualidade e imagens classificadas(sem legenda) Estrutura temática bem diversificada focada aos problemas regionais
33	1:500 000 1:250 000 imagem Landsat	19	2	16	jpeg	Genérica /conteúdo e significado dos modelos	fontes	Foi estruturado um amplo sistema geográfico de informações (SGI), com mais de 300 cartas digitais, organizadas em 25 projetos, um para cada uma das folhas 1:250.000, atualização por imagem satélite; alguns modelos foram designados errado conceitualmente; falta de base geográfica; cores foram usadas inadequadamente em alguns modelos; qualidade gráfica boa...

Abreviações e convenções:

(#) – exemplos disponíveis em formato digital em anexo

+ - ficha ou descrição completa

n/a – não avaliáveis – dados não disponíveis na descrição do projeto

n/d – não definido – informação não discriminada ou impossível de ser extraída da documentação do projeto

APÊNDICE 8 - ESTRUTURA TEMÁTICA-FUNCIONAL DOS PROJETOS DE CARTOGRAFIA GEOAMBIENTAL APLICADA

Projeto Grupo, subgrupo e classe temática do modelo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Total da amostra
Modelos geoambientais de inventário																																		
<i>Componentes e processos naturais:</i>																																		
Mapeamento geológico	-	1	2	-	-	-	-	-	-	3	5	1	-	-	-	-	-	-	1	-	13	1	1	-	-	-	-	6	-	1	2	1	37	
Map. geomorfológico	-	-	3	1	4	-	2	1	-	3	8	1	-	-	-	-	-	1	1	-	5	2	-	-	3	1	4	4	2	-	-	1	3	50
Map. Climático e meteorológico	-	15	1	2	1	1	-	4	-	8	3	1	1	-	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-	1	1	-	-	1	-	2	5	4	60
Map. Hidrográfico	1	6	3	1	1	1	1	1	-	3	1	1	1	-	-	-	4	2	3	2	6	1	2	5	1	-	1	2	1	1	1	2	1	55
Mapeamento Pedológico	-	-	-	-	1	1	-	1	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	1	1	-	-	1	1	15
Mapeamento Florístico e da Vegetação	1	-	2	2	1	1	13	1	10	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	6	-	2	2	1	1	5	-	-	-	-	2	1	53
Mapeamento Faunístico	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	1	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	14
<i>Componentes e processos antroponaturais e tecnológicos:</i>																																		

Mapeamento da estrutura territorial antorpo - tecnogénica	-	5	1	2	1	-	-	-	8	2	1	1	-	1	1	1	-	-	4	1	1	1	1	3	1	1	-	4	1	3	1	2	1	49
Estrutura e densidade de ocupação	-	5	-	2	4	2	-	-	2	-	2	-	2	1	1	1	6	-	3	4	1	-	3	3	1	5	-	8	-	-	5	8	-	67
Fontes de poluição	-	3	1	-	1	2	2	-	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	4	-	2	19	4	-	-	-	-	-	-	5	-	50	
Fenômenos específicos	-	1	1	-	-	1	-	-	17	1	4	-	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	6	-	-	-	5	-	43	
Projeto Grupo, subgrupo e classe temática do modelo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Total da
Mapeamento sintético e analítico (modelos geocológicos):																																		
Mapeamento de ecossistemas	1	1	1	-	2	-	1	-	-	2	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-	-	-	-	2	1	-	1	-	-	-	18
Mapeamento de geossistemas ou unidades tipológico - funcionais da paisagem	-	-	1	-	2	1	1	-	5	2	-	1	3	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	1	25

Projeto Grupo, subgrupo e classe temática do modelo	Projeto																								Total da amostra									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		25	26	27	28	29	30	31	32	33
Modelos cartográficos de gestão ambiental e/ou medidas de preservação	1	9	1	4	4	10	2	2	-	1	-	-	1	1	1	1	-	3	-	6	-	-	3	1	-	-	1	2	-	-	-	2	1	57
Modelos específicos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Total de modelos geoambientais do projeto</i>	4	47	18	15	23	23	24	11	49	31	27	11	10	3	3	3	15	14	16	13	53	8	18	37	22	11	14	34	14	5	16	38	16	646 ⁴
Total de modelos do projeto	6	70	19	40	42	-	27	-	52	-	-	22	16	9	9	9	17	14	16	16	100	-	34	38	25	27	20	34	14	5	22	46	19	-

⁴ Inclusive: projetos nacionais 170 – modelos; internacionais – 476 modelos