

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE DE MÉTODOS E
INDICADORES AMBIENTAIS USADOS NA ETAPA DE
DIAGNÓSTICO DE PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS**

ELAINE CRISTINA CARDOSO FIDALGO

CAMPINAS
JULHO DE 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE DE MÉTODOS E
INDICADORES AMBIENTAIS USADOS NA ETAPA DE
DIAGNÓSTICO DE PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para a obtenção do título de Doutor
em Engenharia Agrícola, na área de
concentração em Planejamento e
Desenvolvimento Rural Sustentável.

ELAINE CRISTINA CARDOSO FIDALGO

Orientadora: Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos

CAMPINAS
JULHO DE 2003

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

F448c	Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais / Elaine Cristina Cardoso Fidalgo. --Campinas, SP: [s.n.], 2003. Orientadora: Rozely Ferreira dos Santos Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 1. Indicadores ambientais. 2. Planejamento ambiental. 3. Processo decisório por critério múltiplo. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Santos, Rozely Ferreira dos . II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.
-------	--

Esse trabalho é dedicado a todos que colaboraram diretamente ou indiretamente para sua realização, especialmente a João e Vítor, cujo apoio e carinho foram essenciais.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho contou com a preciosa colaboração de pessoas e entidades, às quais são expressos estes agradecimentos.

À Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos pela orientação, pelas sugestões e críticas fundamentais à realização deste trabalho, e ainda, pelo apoio e incentivo durante o doutorado.

À Faculdade de Engenharia Agrícola pela oportunidade dada ao desenvolvimento deste trabalho e pelo auxílio sempre prestimoso de seus funcionários, em especial da Coordenadoria de Pós-Graduação.

À Fundação de Ciência Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE), seu Gerente Técnico, Sr. Lauro Eduardo de Souza Pinto, e Gerente de Geoprocessamento, Sr. Ubirajara Moura de Freitas, pela concessão do afastamento das atividades nessa Fundação permitindo maior dedicação à tese.

Aos membros da banca de defesa: Dr. Antônio Gonçalves Pires Neto, Dr. José Simeão de Medeiros, Dr. Antônio Carlos Zuffo e Dra. Maristela Simões do Carmo.

Aos membros da banca de qualificação pelas sugestões: Dra. Sônia Maria Pessoa Pereira Bergamasco, Dra. Maristela Simões do Carmo, Dra. Emília Rutkowski e Dr. José Simeão de Medeiros.

Aos colegas do Grupo de Planejamento Ambiental, coordenado pela Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos, pelas trocas de informações e conhecimentos.

Aos colegas que contribuíram com esse trabalho fornecendo material e informações: Dr. Antônio Carlos Zuffo, Dr. Nilson Antônio Modesto Arraes, Dr. Osman Fernandes da Silva, Dr. José Simeão de Medeiros, M.Sc. João dos Santos Vila da Silva, M.Sc. Helena Kiyoe Ito, M.Sc. Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira e M.Sc. Sueli Aparecida Thomaziolo.

Aos profissionais de planejamento ambiental que responderam o formulário: Alexandre Uhlig, André Mustafa, Antônio Carlos Zuffo, Carlos Henke de Oliveira, Celina Bragança Claudio, Edison Crepani, Gerd Sparovek, Helge Henriette Sokolonski, Jansle Vieira Rocha, Jean Paul Metzger, João dos Santos Vila da Silva, Luci Hidalgo Nunes, Marília Britto Rodrigues de Moraes, Maristela Simões do Carmo, Natália Macedo Ivanauskas, Osman Fernandes da Silva, Rozely Ferreira dos Santos, Sinésio Scarabello Filho.

RESUMO

Embora se observe, atualmente, uma diversidade de procedimentos metodológicos para a realização de diagnósticos de planejamentos ambientais, poucas informações são disponíveis acerca de critérios considerados para sua escolha e para a avaliação de seu desempenho. A adoção de uma estratégia formal para a análise de diagnósticos pode criar condições mais objetivas para a troca de experiências e auxiliar planejadores e tomadores de decisão na análise e seleção dos procedimentos a adotar. Com base nessas considerações, este trabalho foi desenvolvido tendo como objetivo geral a proposição de um método de análise da etapa de diagnóstico de planejamento ambiental através da definição de critérios que possam ser quantificados, ponderados e associados ao conjunto de dados utilizados, aos métodos empregados e aos indicadores elaborados. Para tanto, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica e a análise de um conjunto de diagnósticos ambientais visando o levantamento dos dados, métodos e indicadores utilizados, bem como de critérios empregados para sua seleção. Com base nesse levantamento, desenvolveu-se um método para a análise de diagnósticos de planejamentos ambientais, envolvendo um conjunto de critérios e de regras para sua avaliação, um procedimento para a ponderação desses critérios e a seleção do método multicriterial programação por compromisso para análise conjunta dos critérios estabelecidos. Em seguida, o método proposto foi aplicado em um estudo de caso. Dentre os resultados obtidos, a análise de um conjunto de diagnósticos permitiu identificar os principais temas abrangidos pelos dados utilizados, as abordagens metodológicas empregadas e os indicadores elaborados. O emprego de um modelo tridimensional para a classificação de indicadores auxiliou na compreensão dos resultados apresentados pelos diagnósticos analisados e na verificação da abrangência da informação elaborada. O método desenvolvido, ao ser aplicado ao estudo de caso, o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina, permitiu identificar os aspectos mais favoráveis e críticos do diagnóstico. Sua análise em conjunto com cinco cenários simulados permitiu ainda verificar a resposta do método às alterações simuladas e a influência dessas alterações no desempenho do diagnóstico. O método é uma primeira formulação para a análise da etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais e deve ser visto como uma ferramenta de auxílio ao planejador ou ao tomador de decisão.

Palavras chave: indicadores ambientais; planejamento ambiental; critérios de avaliação; análise multicriterial.

ABSTRACT

Even though there are many different methodological approaches concerning diagnostics for environmental planning, there is little information about the criteria for choosing among these different methods and for the evaluation of their performances. The adoption of a formal strategy to analyze the diagnostics would result in better objective conditions for the exchange of experiences, thus helping planners and decision-makers in their analyses and choice of procedures. This work has as its general objective to present a method for analysis of diagnostics for environmental planning, establishing criteria that can be quantified, weighted and associated to the data that are being used, to the methods that have been adopted and to the indicators that have been developed. Initially, a review of the bibliography was made, then the analysis of a set of environmental diagnostics, so as to survey data, methods and indicators that were used, as well as the criteria used to choose them. Based on this survey, the work develops a method to analyze diagnostics for environmental planning, including a set of criteria and rules for evaluating them, a procedure for the weighting of these criteria, and the use of compromise programming, a multicriteria method, for the overall analysis of the criteria that have been established. Then this method was used in a case study. Among the results, the analysis of a set of diagnostics enabled us to identify the main themes, methodological approaches and indicators that were used. The use of a tridimensional model for the classification of indicators helped us to understand the results of the diagnostics, as well as to assess the scope of the information. In the case study of the Management Plan for the Serra da Bocaina National Park, the method enabled us to identify the diagnostic's better aspects, as well as its problems. Its analysis, in five simulated scenarios, showed the response of the method to the simulated changes, and the influence of these changes on the diagnostic's performance. This is a first attempt to develop a method for the analysis of diagnostics for environmental planning, and should be seen as a tool to help the planner or decision-maker.

Key words: environmental indicators; environmental planning; evaluation criteria; multicriterial analysis.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS	xiv
 <u>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	5
2.1. PLANEJAMENTO AMBIENTAL	5
2.1.1. Definição e etapas.....	7
2.1.2. Avaliação no processo de planejamento	12
2.1.3. Métodos empregados nas etapas do planejamento.....	16
2.1.3.1. Métodos <i>ad hoc</i>	17
2.1.3.2. Listagens	18
2.1.3.3. Matrizes	20
2.1.3.4. Redes	23
2.1.3.5. Modelos de simulação.....	25
2.1.3.6. Análise espacial	26
2.1.3.6.1. Método de Mc Harg	28
2.1.3.6.2. Método ABC	28
2.1.3.6.3. Análise GAP.....	30
2.1.3.6.4. Método para o zoneamento ecológico-econômico	30
2.1.3.6.5. Estudos de ecologia da paisagem	33
2.1.3.6.6. Análise multivariada.....	37
2.1.3.6.7 Geossistemas	39

2.1.3.7. Métodos de análise multicriterial	41
2.2. INDICADORES AMBIENTAIS	45
2.2.1. Definição	46
2.2.2. Modelos para a classificação de indicadores	51
2.2.3. Critérios para a seleção de indicadores	63
<u>CAPÍTULO 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</u>	69
3.1. LEVANTAMENTO E DESCRIÇÃO DOS DADOS, MÉTODOS E INDICADORES	72
3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PARA A ANÁLISE DE DIAGNÓSTICOS	76
3.2.1. Definição dos critérios e das regras para avaliação.....	76
3.2.2. Ponderação dos critérios	78
3.2.3. Escolha do método multicriterial	80
3.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO EM UM ESTUDO DE CASO	83
<u>CAPÍTULO 4. MÉTODO PARA ANÁLISE DE DIAGNÓSTICOS DE PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS</u>	85
4.1. DADOS, MÉTODOS E INDICADORES UTILIZADOS NA ETAPA DE DIAGNÓSTICO.....	86
4.1.1. Dados de entrada utilizados	88
4.1.2. Métodos empregados	94
4.1.3. Indicadores elaborados.....	103
4.2. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS, DOS MÉTODOS EMPREGADOS E DOS INDICADORES ELABORADOS.....	111
4.2.1. Considerações gerais para a avaliação.....	113

4.2.2. Critérios para avaliação dos dados de entrada	114
4.2.3. Critérios para avaliação dos métodos empregados	137
4.2.4. Critérios para avaliação dos indicadores elaborados	144
4.3. PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITERIAL	158
<u>CAPÍTULO 5. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO AO DIAGNÓSTICO DO PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA</u>	171
5.1. O PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA	172
5.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS	173
5.2.1. Avaliação dos dados de entrada utilizados	173
5.2.2. Avaliação dos métodos empregados	182
5.2.3. Avaliação dos indicadores elaborados	185
5.2.4. Análise da aplicação dos critérios propostos	189
5.2.5. Aplicação dos critérios alterados no estudo de caso	197
5.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITERIAL	198
5.3.1. Aplicação do método multicriterial ao diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina	199
5.3.2. Aplicação do método multicriterial aos cenários simulados	204
<u>CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	217
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	225
APÊNDICE 1	239

APÊNDICE 2	240
APÊNDICE 3	239

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. O processo de planejamento.....	10
Figura 2.2. Estágios do planejamento e tipos de avaliação	13
Figura 2.3. Ciclo de gestão e respectivas abordagens de avaliação	15
Figura 2.4. Representação esquemática da matriz descrita por Peterson et al.	21
Figura 2.5. Matriz de Análise Estratégica	22
Figura 2.6. Representação das interações entre componentes por uma matriz (a) e por uma rede (b).....	23
Figura 2.7. Estrutura de uma árvore de decisão	24
Figura 2.8. Esquema do método ABC para levantamento dos recursos e planejamento de áreas.....	29
Figura 2.9. Classificação das áreas com base na potencialidade social e vulnerabilidade natural.....	33
Figura 2.10. Representação da paisagem, seus atributos e ecótopo	36
Figura 2.11. Diagrama do procedimento para mapear a estrutura ecológica de uma região	39
Figura 2.12. Representação gráfica da solução de compromisso segundo Ducstein e Opricovic.....	44
Figura 2.13. Pirâmide da informação	48
Figura 2.14. Modelo das interações entre ambiente, população e sistema sócio- econômico	50
Figura 2.15. Modelo Pressão-Estado-Resposta	52
Figura 2.16. Modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta	60
Figura 2.17. Modelo para a seleção e o desenvolvimento de indicadores.....	62

Figura 3.1. Esquema da seqüência metodológica empregada	70
Figura 3.2. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos usualmente adotados na etapa de diagnóstico da planejamentos ambientais	71
Figura 3.3. Esquema da aplicação do método proposto no estudo de caso	84
Figura 4.1. Representação simplificada da seqüência metodológica adotada no Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia	97
Figura 4.2. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso	98
Figura 4.3. Representação simplificada da seqüência metodológica do Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-bacias Oeste Baiano e Sobradinho.....	99
Figura 4.4. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás.....	100
Figura 4.5. Representação simplificada da seqüência metodológica do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai.....	101
Figura 4.6. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá.....	102
Figura 4.7. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal.....	103
Figura 4.8. Frequência dos pesos atribuídos à importância dos critérios.....	164
Figura 4.9. Frequência dos pesos atribuídos à objetividade da avaliação dos critérios	165
Figura 5.1. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	182

Figura 5.2. Representação simplificada da sequência metodológica do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	183
Figura 5.3. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos métodos empregados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina	185
Figura 5.4. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina	189
Figura 5.5. Distribuição dos valores: a) das médias e b) das modas dos pesos atribuídos aos critérios.....	203
Figura 5.6. Distância padronizada para o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para a) cenários 1 a 5, b) cenários 2 a 5.....	211
Figura 5.7. Distância padronizada para o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e cenários 2 a 5 calculada com base equação (5.1)	214

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 2.1. Valores de estabilidade de unidades de paisagem	31
Tabela 2.2. Valores de potencial das unidades territoriais	32
Tabela 2.3. Relação entre escala, nível de informação e uso	57
Tabela 2.4. Principais critérios para a seleção de indicadores.....	66
Tabela 3.1. Modelo de ficha utilizado para o levantamento das informações dos onze relatórios de planejamento ambiental analisados	74
Tabela 3.2. Regras para a pontuação dos critérios	78
Tabela 3.3. Regras para atribuição dos pesos w'_{ik} e w''_{ik}	79
Tabela 3.4. Matriz de regras para atribuição do peso final (w_{ik}) a partir dos pesos atribuídos à importância do critério (w'_{ik}) e à objetividade da avaliação (w''_{ik}).....	79
Tabela 3.5. Configuração da matriz multicritério de avaliação.....	82
Tabela 4.1. Caracterização geral dos diagnósticos analisados	87
Tabela 4.2. Temas relativos aos dados utilizados nos diagnósticos analisados e a proporção de diagnósticos que fez uso deles.....	89
Tabela 4.3. Temas abordados nos diagnósticos analisados	91
Tabela 4.4. Escalas adotadas nos diagnósticos analisados	94
Tabela 4.5. Abordagens metodológicas empregadas nos diagnósticos analisados	95
Tabela 4.6. Aspectos utilizados para a caracterização dos indicadores e suas categorias	105
Tabela 4.7. Descrição das categorias do tipo de informação expressa pelos indicadores.....	106
Tabela 4.8. Frequência de indicadores observados em cada diagnóstico, segundo o propósito de uso, tipo de informação e relações de causa e efeito	107

Tabela 4.9. Número de indicadores relacionando o propósito de uso, o tipo de informação e as relações de causa e efeito	109
Tabela 4.10. Critérios para análise dos dados de entrada, métodos e indicadores	112
Tabela 4.11. Critérios para classificação dos mapas segundo sua exatidão	118
Tabela 4.12. Relação entre abrangência territorial e escala de trabalho.....	120
Tabela 4.13. Custos de zoneamentos ecológico-econômicos realizados em diversas regiões e estados do Brasil, dado por escala de trabalho.....	140
Tabela 4.14. Pesos referentes à importância dos critérios (w'_{ik}) atribuídos por especialista	161
Tabela 4.15. Pesos referentes à objetividade da avaliação (w''_{ik}) atribuídos por especialista	162
Tabela 4.16. Frequência dos pesos atribuídos à importância do critério e à objetividade da avaliação	163
Tabela 4.17. Pesos finais (w_{ik}) por especialista para cada critério e sua moda, média e desvio padrão.....	168
Tabela 5.1. Dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina por tema abordado, seu formato e fonte....	174
Tabela 5.2. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina	180
Tabela 5.3. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos métodos empregados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	184
Tabela 5.4. Indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e sua caracterização.....	186

Tabela 5.5. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	187
Tabela 5.6. Pontos fortes e fracos observados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	190
Tabela 5.7. Critérios e avaliação propostos em substituição ao critério validade científica do método	194
Tabela 5.8. Alteração da avaliação para o critério prazo.....	195
Tabela 5.9. Critérios e avaliação propostos em substituição ao critério disponibilidade de recursos materiais e humanos	196
Tabela 5.10. Alteração da avaliação para o critério interpretabilidade	197
Tabela 5.11. Resultado da aplicação dos critérios alterados ao diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	198
Tabela 5.12. Matriz multicritério de avaliação para a análise do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	200
Tabela 5.13. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.....	202
Tabela 5.14. Caracterização dos cenários simulados 1, 2 e 3.....	205
Tabela 5.15. Matriz multicritério de avaliação para a análise dos cinco cenários simulados e do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB	206
Tabela 5.16. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para os cinco cenários simulados	208
Tabela 5.17. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para quatro cenários simulados	210

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O planejamento ambiental, como um processo de auxílio à tomada de decisão, requer o conhecimento da realidade para que se possa decidir pelas melhores alternativas e definir políticas adequadas. Nesse contexto, é fundamental obter informações de boa qualidade, bem formuladas e representativas dessa realidade.

Com grande frequência, as informações elaboradas são apresentadas na forma de indicadores, os quais são reconhecidos como importantes ferramentas desse processo. Mundialmente, aumenta o interesse em definir indicadores e métodos para sua obtenção que possam ser utilizados por vários países, permitindo análises globais. Cresce a necessidade de agrupar experiências e informações que levem à sua definição.

A coleta de dados e sua análise para a elaboração das informações compõem uma etapa necessária a todos os planejamentos ambientais e fundamental para o seu desenvolvimento. Comumente identificada como diagnóstico, ela representa uma ponte essencial entre as metas e objetivos do planejamento e a formulação de alternativas de ação para alcançá-los. Considerando todo o processo de tomada de decisão, as informações elaboradas nessa etapa deverão fornecer subsídios para a identificação de problemas, a seleção de alternativas, a formulação de políticas, a sua implementação e, muitas vezes, a avaliação dos seus resultados.

Atualmente, observa-se uma diversidade de procedimentos metodológicos propostos para a realização dos diagnósticos. O planejador, com base em sua experiência, escolhe os procedimentos mais adequados à sua realidade, considerando basicamente o tamanho da área, sua complexidade, os recursos disponíveis - incluindo recursos econômicos e humanos - as atividades dominantes no espaço e ainda, os dados existentes sobre a área de estudo. Informações mais detalhadas sobre o processo de seleção dos métodos empregados, do

conjunto de dados analisado, das informações e indicadores elaborados raramente são disponibilizadas, tornando-se uma barreira à troca e ao acúmulo de experiências, além de ser um motivo de críticas a vários planejamentos.

A adoção de uma estratégia formal para a análise de diagnósticos que permita identificar os aspectos positivos e negativos presentes nos procedimentos adotados, pode contribuir com a redução da subjetividade na definição desses procedimentos, identificar aspectos a serem aperfeiçoados na continuidade do processo de planejamento, além de criar condições mais objetivas para a troca de experiências.

Essa estratégia pode se basear na definição de um conjunto de critérios voltados à análise dos métodos empregados, do conjunto de dados utilizado e dos indicadores elaborados, resultantes desse processo.

Tais critérios podem se tornar um importante subsídio para os planejadores e tomadores de decisão e ainda, assumir grande significado se forem utilizados por órgãos oficiais e agências de planejamento para analisar diagnósticos elaborados em áreas sob sua responsabilidade.

Com base nessas considerações, o presente trabalho foi desenvolvido sob a hipótese de que é possível analisar a etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais a partir da definição de critérios que possam ser quantificados, ponderados e associados ao conjunto de dados utilizados, aos métodos empregados e aos indicadores elaborados.

Tendo como objetivo geral definir esses critérios, visando fornecer subsídios a planejadores e tomadores de decisão, este trabalho envolveu a execução de atividades com os seguintes objetivos específicos: (a) levantar, em uma revisão bibliográfica, informações sobre os dados, métodos e indicadores comumente utilizados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais, bem como critérios empregados para sua seleção; (b) definir um conjunto de critérios para a análise dos dados utilizados, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados nessa etapa; (c) propor o emprego de um método multicriterial para análise conjunta dos critérios estabelecidos; e (d) aplicá-lo em um estudo de caso.

O trabalho é apresentado em seis capítulos. O Capítulo 2 apresenta as considerações teóricas que subsidiaram a definição dos procedimentos metodológicos adotados, sendo centradas no processo de planejamento ambiental e no desenvolvimento e uso de indicadores

ambientais. O Capítulo 3 relata os procedimentos metodológicos adotados para a execução do trabalho. O Capítulo 4 descreve o método proposto para a análise de diagnósticos de planejamentos ambientais e o Capítulo 5 apresenta os resultados de sua aplicação em um estudo de caso. Por último, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões e considerações finais.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base na hipótese levantada e nos objetivos do trabalho, o presente capítulo foi organizado de forma a apresentar as principais considerações teóricas referentes ao processo de planejamento ambiental, envolvendo sua definição, etapas, propostas de avaliação e principais métodos empregados (item 2.1); e aos indicadores ambientais, incluindo sua definição, modelos de classificação e critérios para seleção (item 2.2).

2.1. PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Segundo Slocombe (1993), a expansão das atividades humanas, afetando todo o globo, tem seu efeito na expansão do interesse em planejar não apenas os espaços criados e modificados pelo homem, mas todo o ambiente natural, não somente o ambiente próximo, mas toda a biosfera.

O planejamento como forma de descrever e melhorar as condições ao redor das ocupações humanas tem longa data. No início deste século, o planejamento auxiliava na escolha de alternativas de uso dos recursos disponíveis, porém sempre priorizando os espaços urbanos. Na década de 30, estudos voltados ao planejamento dos recursos hídricos começaram a empregar métodos de auxílio à tomada de decisão, tornando o processo estruturado. Nos Estados Unidos, nas décadas de 50 e 60, planejamentos foram realizados com o objetivo de avaliar os impactos ambientais resultantes de obras estatais (Santos, 1995).

Segundo Santos et al. (1998), nos anos 70 e 80, a conservação e preservação dos recursos naturais e a integração do homem ao meio passam a ter papel importante na discussão da qualidade de vida da população. Nesse período, os conceitos sobre planejamento sofrem uma reformulação, sendo amplamente contemplado o aspecto ambiental. Surge a tendência de

elaborar planejamentos ambientais regionais integrados, que se resumiam na formalização do sistema de planejamento existente e cujos elementos componentes eram provenientes do meio natural ou antropizado, analisados de forma interativa.

No Brasil, a Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente define como instrumentos dessa política, duas formas de planejamento ambiental: o zoneamento ambiental e a avaliação de impactos ambientais.

Além dessas, também vêm sendo desenvolvidas outras formas de planejamento ambiental como os planos de bacias hidrográficas, os planos diretores ambientais e os planos de manejo. Uma descrição sucinta das formas ou instrumentos de planejamento baseada em Santos (1995) e Pivello (1998) é apresentada a seguir.

Os zoneamentos ambientais identificam e caracterizam unidades ambientais e podem estabelecer a setorialização do espaço para atividades específicas. São usados como instrumento legal pelo poder público para implementar normas de uso dos recursos naturais, distribuição da população e diversas outras especificações. Dentre os zoneamentos podemos citar os previstos para as unidades de conservação (Lei 9.985 de 18 de julho de 2000), para o gerenciamento costeiro (Lei 7.661 de 16 de maio de 1988), e o zoneamento ecológico-econômico, inicialmente proposto pelo Governo Federal para ser realizado nos estados da Amazônia Legal em 1991 (Becker e Egler, 1997), atualmente, segundo o Decreto Federal 4.297, de 10 de julho de 2002, têm-se definidos critérios para sua realização em todo o território nacional.

A avaliação de impacto ambiental e seus instrumentos – o estudo de impacto ambiental (EIA) e o relatório de impacto ambiental (RIMA)¹, analisam sistematicamente as consequências de atividades modificadoras do ambiente, como a implantação de projetos. Consideram desde a fase de ante-projeto, a descrição do projeto e suas alternativas, até a operação e sua desativação.

Os planos de bacias hidrográficas visam diagnosticar a região de uma bacia hidrográfica, estabelecer diretrizes para o seu desenvolvimento e para a utilização dos recursos

¹ Impacto ambiental, nesse caso, é definido pela Resolução CONAMA 01 de 23 de janeiro de 1986, artigo primeiro, como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas 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 o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

hídricos. A Lei Federal 8.171 de 17 de janeiro de 1991, que dispõe sobre a Política Agrícola, reconhece a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento do uso; e a Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, define a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Os planos diretores ambientais visam definir princípios e diretrizes segundo o conhecimento dos fatores sócio-econômicos e dos condicionantes do meio físico-biológico. Enfocam as comunidades humanas e seus componentes, o uso da terra, os processos da economia e infra-estrutura. Suas propostas visam garantir a qualidade de vida, o desenvolvimento e o aprimoramento das relações entre o homem e o ambiente.

Os planos de manejo visam disciplinar a utilização dos recursos naturais contidos em uma área específica e bem delimitada, como as unidades de conservação. Atualmente, a Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000 estabelece que todas as unidades de conservação devem dispor de planos de manejo, definidos como "documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade".

2.1.1. Definição e etapas

Conyers e Hills (1984) definem o planejamento como um processo contínuo que envolve decisões ou escolhas acerca de formas alternativas de utilizar os recursos disponíveis com o objetivo de atingir metas específicas no futuro. Nessa definição, os autores enfatizam quatro aspectos importantes do planejamento: envolve a tomada de decisões, é um meio para a distribuição de recursos, é um caminho para se atingir metas e, por último, envolve previsões.

Segundo Friedmann (1987), em linhas gerais, o planejamento pode ser definido como a coleção e análise de informações colocadas a serviço do interesse público, a fim de direcionar uma ampla gama de atividades econômicas e de desenvolvimento das sociedades humanas.

Nessa definição, são incluídos os planejamentos convencionais para o desenvolvimento que, conforme Carpenter (1980), não incluem análises suficientes a longo prazo e as consequências das ações sobre os recursos naturais e o ambiente.

Petak (1980) identifica dois tipos de planejamento, o denominado tradicional ou tecnológico e o ambiental ou ecológico, propondo sua integração. Dentre as características do planejamento tecnológico, ele cita a abordagem voltada à resolução de problemas, com orientação visando o cumprimento de tarefas e priorizando os meios. É ainda segmentário, tático, determinístico e privilegia variáveis quantitativas e conhecidas. O planejamento ecológico, por sua vez, apresenta uma abordagem preditiva, com orientação sistêmica, priorizando os fins. É holístico², estratégico, probabilístico e privilegia variáveis qualitativas e subjetivas. Como consequência dessas características, o autor cita que o planejamento denominado tecnológico tende a focar a situação imediata e tratar somente dos sintomas dos problemas, podendo agravá-los. Por outro lado, a abordagem ecológica, quando utiliza uma quantidade excessiva de dados e análises de longo prazo, dificulta ou mesmo inviabiliza a implementação de programas. O desenvolvimento de políticas públicas efetivas na área ambiental requer a integração dessas visões e de seus métodos, sendo necessárias abordagens táticas e estratégicas.

Slocombe (1993) também identifica esses dois tipos de planejamento propondo sua integração. O primeiro, citado como tradicional, urbano ou regional, enfoca as comunidades e sua população, o uso da terra, a economia e infra-estrutura através de um processo baseado em ajuste de metas, planejamento e regulamentação. O outro, identificado como ambiental, enfoca o ambiente biofísico onde vivem as pessoas e comunidades e analisa os efeitos de atividades de desenvolvimento e de outros planejamentos. Para o autor, os planejamentos tradicionais urbanos e regionais deveriam utilizar uma abordagem ecossistêmica e holística empregada nos planejamentos ambientais, e esses deveriam se beneficiar da longa experiência dos planejamentos tradicionais na sistematização e definição de procedimentos. Ele propõe uma

² Ab'Saber et al. (1997) apresentam duas definições para holismo: 1) é a visão segundo a qual todas as entidades físicas e biológicas formam um único sistema interagente e unificado e que qualquer sistema completo é maior que a soma das partes componentes; 2) estratégia de pesquisa que procura encontrar o menor número possível de princípios que expliquem propriedades do todo.

abordagem ecossistêmica³ para a integração desses dois tipos de planejamento, a qual deve se caracterizar por:

- ser interdisciplinar;
- utilizar uma abordagem sistêmica para descrever a estrutura, o processo e a dinâmica do ambiente;
- utilizar múltiplas teorias e métodos;
- ser dinâmica, utilizando o monitoramento e a avaliação constante para obter e analisar informações;
- gerar hipóteses e modelos;
- trabalhar sob a perspectiva de longo prazo;
- ser participativa;
- definir-se e orientar-se pelas metas;
- facilitar a disseminação e o uso da informação.

Conyers e Hills (1984) citam que a atividade de planejamento deve ser compreendida como contínua, como um processo cíclico de tomada de decisão, que envolve uma série de estágios interligados e sequencialmente ordenados. A sequência de etapas do processo de planejamento é apresentada na Figura 2.1.

³ Segundo Slocombe (1993), a abordagem ecossistêmica é um método para o estudo de uma entidade (um sistema) que a modela, modela seu ambiente e as interações entre eles. O termo ecossistema, nessa abordagem, deve combinar as dimensões ecológicas e humanas.

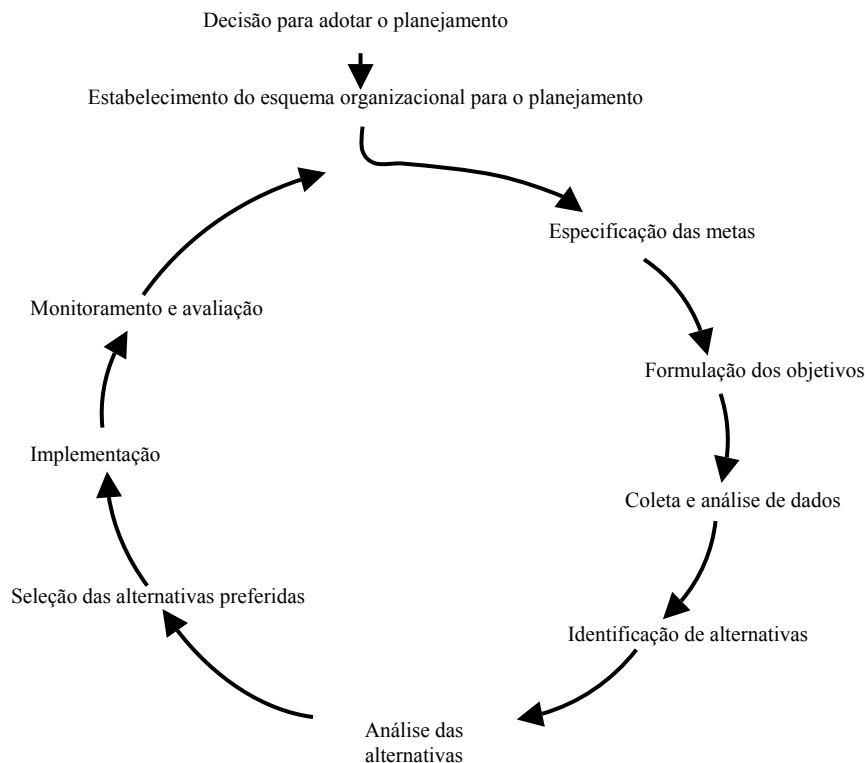


Figura 2.1. O processo de planejamento.

Fonte: Modificado de Conyers e Hills (1984), p. 74.

Para os autores, uma parte crucial do processo é a decisão inicial de adotar o planejamento como forma de buscar soluções para os problemas e alcançar as metas e objetivos. Uma vez que essa decisão é tomada, torna-se necessário estabelecer um esquema organizacional para seu desenvolvimento, disponibilizando recursos humanos e financeiros.

As metas e objetivos são a expressão das prioridades do planejamento e sua formulação representa o principal estágio do processo. As metas são uma declaração do que se pretende alcançar com o planejamento, em termos ideais, a médio e longo prazo. Os objetivos são mais precisos e representam passos específicos no caminho das metas definidas. Em um processo dinâmico, as metas e objetivos podem mudar e devem ser reformulados para a continuidade do ciclo.

A etapa de coleta e análise dos dados é também denominada diagnóstico. Segundo Santos et al. (1998), entre a etapa de definição de objetivos e a de diagnóstico, há algumas

atividades a serem desenvolvidas: a definição da área de estudo, a estruturação do banco de dados, a seleção dos indicadores e das escalas de trabalho. Porém essas atividades estão diretamente relacionadas com a coleta, organização dos dados e sua análise, podendo ser inseridas na etapa de diagnóstico.

Queiroz (1992) sintetiza os objetivos do diagnóstico como sendo o levantamento dos parâmetros do meio físico, meio biológico e sócio-econômico, em uma área de influência previamente determinada, a fim de se conhecer a situação ambiental atual. Segundo Slocombe (1993), iniciar um planejamento com um levantamento multidisciplinar e amplo da área a ser planejada é adequado para qualquer caso.

Conyers e Hills (1984) citam que a etapa de coleta e análise de dados representa uma ponte essencial entre as metas e objetivos do planejamento e a formulação de alternativas de ação para alcançá-los. Um dos mais sérios problemas em muitos planejamentos está na indisponibilidade dos dados. A coleta e a análise de dados requerem uma quantidade considerável de recursos materiais e humanos. Também deve-se considerar que os dados coletados e analisados devem ser armazenados de forma que possam ser facilmente recuperados e utilizados.

Outra característica do diagnóstico ressaltada por Andreoli et al. (1999) é que ele não deve se limitar a um inventário de dados disponíveis sobre os temas ambientais, nem tampouco a uma coleção de textos sobre cada um dos elementos do meio tratado de forma isolada. Ele deve refletir o trabalho interdisciplinar em que são analisadas as interações entre os componentes.

Na etapa seguinte, de identificação de alternativas, devem-se especificar possíveis ações para resolver os problemas em função das metas e objetivos estabelecidos (Conyers e Hills, 1984). Para tanto, é importante realizar avaliações temporais, identificando diferentes cenários e formulando soluções alternativas (Santos et al., 1998); e ainda, incluir a identificação de vantagens e desvantagens da adoção de cada alternativa.

A próxima etapa, que visa a seleção da alternativa preferida, envolve a hierarquização das alternativas com base num conjunto de critérios para auxiliar o tomador de decisão.

A etapa de implementação é, muitas vezes, considerada como não pertencente ao planejamento. Isto ocorre porque a implementação de projetos ou programas específicos

geralmente não é feita pelo mesmo grupo que realizou o planejamento. Porém, diante da natureza cíclica do processo de planejamento, a implementação não pode ser um processo isolado. O planejador tem um importante papel durante essa fase, auxiliando no monitoramento e avaliação das ações.

2.1.2. Avaliação no processo de planejamento

Alexander e Faludi (1989) afirmam que, para o planejamento ter alguma credibilidade como disciplina ou profissão, devem-se ter critérios de avaliação que permitam um julgamento real de sua efetividade. Os autores afirmam ainda que a avaliação é um desafio que deve ser aceito para tornar possível o processo de aprendizado. O aprendizado com a experiência somente pode ser acumulado e se tornar conhecimento com base na avaliação sistemática, generalização e desenvolvimento de novas teorias e normas para a prática.

Baer (1997) defende a formulação de critérios de avaliação como forma de melhorar a compreensão sobre o planejamento e, com isso, sua execução. O autor defende que os critérios devem auxiliar os planejadores e não serem vistos como algo inquestionável a ser seguido, resultado de uma norma ou teoria da moda. Os planejadores devem ser estimulados a formular alterações e adições que julgarem pertinentes a critérios pré-estabelecidos.

Para o autor, critérios apropriados para avaliação de planejamentos dependem da distinção dos diferentes estágios de sua elaboração em que a avaliação pode ser desenvolvida. Na Figura 2.2 é apresentada uma representação dos estágios do planejamento e os respectivos tipos de avaliação.

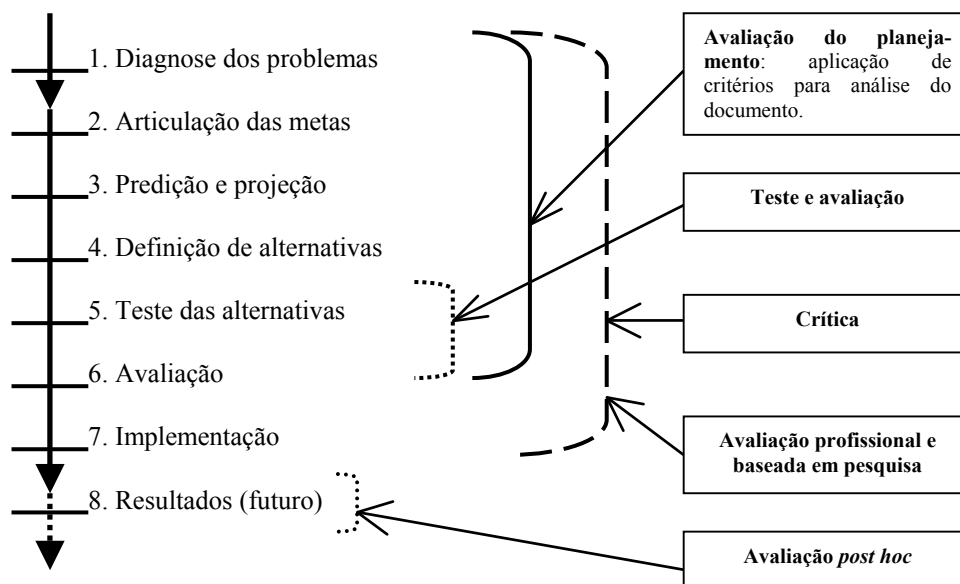


Figura 2.2. Estágios do planejamento e tipos de avaliação.

Fonte: Modificado de Baer (1997), pg. 331.

O autor cita que, historicamente, o primeiro tipo de avaliação foi a **crítica**, geralmente realizada após a publicação do planejamento e antes de sua implementação e obtenção dos resultados, é uma análise predominantemente informativa, raramente sistemática e analítica e cujos critérios nem sempre são explícitos. Um segundo tipo é o **teste e avaliação**, empregado para testar e avaliar as formas alternativas de atingir metas de um planejamento, utiliza métodos explícitos e reproduzíveis. O terceiro tipo é a **avaliação profissional e baseada em pesquisa**, empregada na etapa de implementação, antes da obtenção de resultados, diferenciando-se da crítica por utilizar métodos sistemáticos e explicitar seus critérios. Por último, o autor cita a **avaliação *post hoc***, ou seja, a avaliação dos resultados após a adoção e implementação das ações ou alternativas selecionadas.

Baer (1997) propõe uma avaliação do planejamento nas etapas 1 a 6 (identificadas na Figura 2.2) por meio da análise do documento elaborado. Essa avaliação consiste na verificação de um conjunto de critérios reunidos em uma listagem. Os critérios foram obtidos em uma revisão da literatura e reunidos em oito grupos. O primeiro grupo reúne os critérios referentes à adequação do contexto, que verificam se o documento contém explicações sobre o contexto em que foi elaborado e o porquê de sua elaboração. O segundo, denominado

considerações sobre o "modelo racional", contém critérios que analisam se o documento descreve as teorias em que o planejamento se baseia, o tipo de planejamento proposto e se são identificados os problemas, metas, objetivos e alternativas. O terceiro, denominado validade do procedimento, reúne critérios que analisam como foram definidos os procedimentos adotados, os grupos envolvidos nessas definições e a forma como eles foram envolvidos. O quarto, denominado adequação do escopo, inclui critérios para uma análise do documento em relação a vários aspectos, por exemplo, se são consideradas as implicações legais, financeiras e fiscais, além das questões envolvidas, como físicas, sociais, econômicas, psicológicas e culturais. O quinto reúne critérios para avaliar se o documento apresenta orientações para implementação das propostas, definindo prioridades, custos, prazos etc. Os critérios reunidos no sexto grupo analisam os dados utilizados e o método empregado. O sétimo e o oitavo grupo se referem à qualidade da informação e o formato do documento. O autor defende a listagem de critérios como apoio aos autores do planejamento, servindo como uma lista de controle (*check list*).

Hockings (1998) e Hockings et al. (2000), visando integrar a avaliação ao processo de gestão de áreas protegidas, identificam diferentes abordagens de avaliação nos diversos momentos do processo (Figura 2.3).

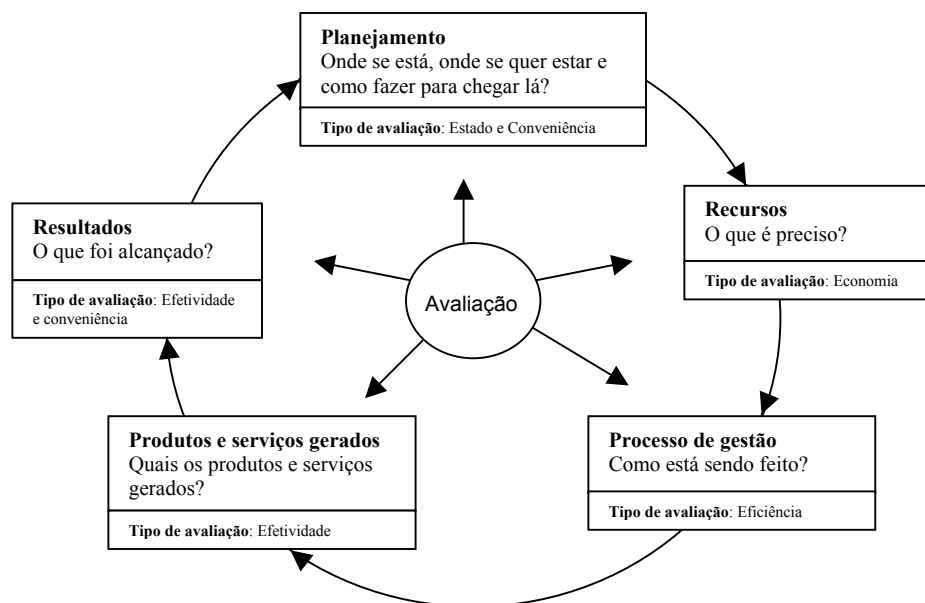


Figura 2.3. Ciclo de gestão e respectivas abordagens de avaliação.

Fonte: Modificado de Hockings (1998), pg. 338 e Hockings et al. (2000), pg. 12.

Como pode ser visto na Figura 2.3, para cada estágio da gestão se propõe uma diferente abordagem de avaliação, a partir de um enfoque específico. O estágio denominado planejamento⁴ é dividido em duas partes. Na primeira, envolvendo o contexto (onde se está), enfoca-se o estado da área analisando sua significância, ameaças e vulnerabilidade. Na segunda parte, envolvendo a elaboração de um plano (onde se quer estar e como fazer para chegar lá), enfoca-se a conveniência da legislação, políticas e planos para áreas protegidas, o traçado da área e os planos para sua gestão. Considerando os estágios de implementação do processo de gestão e seus resultados, enfocam-se: a economia, verificando a necessidade dos recursos em função dos objetivos e buscando a minimização dos custos; a eficiência (*efficiency*), verificando a adequação do processo em relação aos seus objetivos e buscando a maximização dos resultados; e a efetividade (*effectiveness*), avaliando a extensão em que os

⁴ É importante ressaltar que o termo planejamento é empregado pelos autores para designar um estágio do processo de gerenciamento. A denominação foi mantida apenas para ser fiel à citação, porém no presente trabalho, o planejamento é entendido como um processo, conforme ilustrado na Figura 2.1.

alvos, programas e planos foram implementados e seus objetivos alcançados (Hockings, 1998; Hockings et al., 2000).

As avaliações podem ainda ser apresentadas de diversas formas, por exemplo: relatório verbal, relatório escrito, análise de pontos fortes e pontos fracos, análise comparativa a partir da definição de padrões numéricos ou descritivos, ou definição de um sistema de pontuações e valoração. A escolha da forma a ser utilizada depende do uso da avaliação, ou seja, a que ela se destina. A decisão chave, segundo Hockings et al. (2000), está em estabelecer se a avaliação pode ser valorada por um sistema de pontuações - utilizando um único valor ou uma série de valores numéricos - ou deve ser apresentada na forma de um relatório escrito ou verbal. Os autores afirmam que, geralmente, a pontuação é atrativa para os políticos e organizações não governamentais pois seu resultado permite comparações de forma simplificada. Porém essa análise simplificada não é o suficiente quando se quer conhecer todos os elementos que levaram àquele julgamento, casos em que são mais apropriados relatórios detalhados contendo dados quantitativos e análises.

2.1.3. Métodos empregados nas etapas do planejamento

Cada etapa do planejamento compreende uma série de procedimentos que comumente são desenvolvidos usando vários métodos. Segundo Santos et al. (1998), os arcabouços desses métodos se originaram dos planejamentos urbanos, sistemas de avaliação de recursos hídricos e avaliações de impacto ambiental.

Neste caso, método é entendido como o meio ou o processo para atingir um determinado objetivo, ou ainda, os procedimentos técnicos, modos de pesquisa e investigação, previamente estabelecidos e empregados para alcançar um determinado fim. Erroneamente, tais métodos são denominados metodologia, sendo esta o estudo sistemático e lógico dos princípios que dirigem a pesquisa científica, ou ainda, o estudo científico dos métodos (Moreira, 1992).

Há métodos que apresentam características semelhantes pois têm sua origem no mesmo tipo de abordagem. Os principais métodos empregados em planejamentos ambientais

foram listados e descritos por diversos autores (Shopley e Fuggle, 1984; Moreira, 1992; Tommasi, 1994; Santos, 1995; Pivello, 1998) podendo ser reunidos em seis abordagens: *ad hoc*, listagens, matrizes, redes, modelos de simulação e análise espacial. Incluem-se ainda os métodos multicriteriais, utilizados em auxílio à tomada de decisão.

Na literatura há diversos exemplos de métodos empregados em planejamentos ambientais, e também, associações de diferentes métodos. Não se pretendeu, neste trabalho, fazer um relato exaustivo do maior número possível de métodos, e sim, destacar as principais características das abordagens empregadas. Para tanto, nos itens seguintes, descreve-se essas abordagens, citando como exemplo seus métodos clássicos. No entanto, deve-se ressaltar que esses foram sofrendo adaptações em virtude de sua aplicação em diferentes contextos.

2.1.3.1. Métodos *ad hoc*⁵

Os métodos *ad hoc* são identificados por diversos autores (Moreira, 1992; Tommasi, 1994; Casas, 1997) como painéis ou reunião de especialistas, sendo, provavelmente, os mais antigos usados em análises de impacto ambiental (Shopley e Fuggle, 1984).

Moreira (1992) cita que esse tipo de método foi desenvolvido para ser empregado quando o tempo é escasso e há carência de dados, não sendo possível a realização de estudos detalhados. Surgiu da opinião de que é melhor tomar uma decisão à luz das previsões de um grupo de especialistas qualificados do que o fazer levando em conta apenas razões econômicas ou quaisquer outros motivos parciais.

Muito embora o conceito de *ad hoc* esteja comumente associado à formação de grupos de especialistas para a reunião de informações em um curto período de tempo, seu uso não se restringe a isso, aplicando-se também à coleta de dados e opiniões de pessoas ou grupos diversos.

Um método *ad hoc* muito citado (Farias, 1984; Moreira, 1992; Tommasi, 1994), o *Delphi*, é empregado para a reunião de opiniões de especialistas ou representantes de diferentes grupos para tentar chegar a um consenso. Ele é identificado como um método de

⁵ *Ad hoc* é uma expressão em latim que significa "para isso", "para esse caso" (Ferreira, 1986).

questionamento seqüencial, sendo aplicado na forma de questionários a serem respondidos pelas pessoas selecionadas sem que haja interação entre elas. Os resultados são tabulados e, com base nos resultados, pode-se elaborar outro questionário a ser enviado às mesmas pessoas, continuando o processo até a obtenção de um consenso, se necessário.

As vantagens do emprego do método são o baixo custo, o anonimato que pode ser mantido entre as pessoas consultadas, a reunião de opiniões divergentes e a possibilidade de realizar análises estatísticas (Pivello, 1998). A maior crítica é devida à sua subjetividade, conferida pela dependência da qualidade da coordenação, do critério de escolha das pessoas consultadas e de suas características pessoais (Moreira, 1992).

Santos (1995) propõe os seguintes cuidados na sua aplicação:

- as questões devem ser objetivas;
- o consultado deve ser bem informado sobre perguntas e objetivos a serem discutidos;
- devem-se garantir respostas curtas, se possível na forma de árvore dicotômica;
- as questões devem ser organizadas de forma a facilitar a organização de um banco de respostas;
- a linguagem deve ser acessível;
- aconselha-se a existência de mais de um avaliador;
- devem-se criar meios para garantir a devolução dos questionários;
- deve-se garantir um percentual representativo de cada grupo envolvido (para representar as diversas opiniões ou interesses);
- deve-se garantir o anonimato dos consultados; e
- deve-se decidir previamente a proporção de consenso desejado.

2.1.3.2. Listagens

As listagens, também denominadas listagens de controle, compõem-se de uma relação de fatores que devem ser considerados sistematicamente (Tommasi, 1994) em função do tipo de planejamento e de seus objetivos. Os fatores podem ser elementos do meio a serem

analisados, por exemplo, o solo, a água ou a vegetação; ou ainda, impactos a serem considerados ou alternativas a serem comparadas.

Segundo Moreira (1992), em avaliação de impacto ambiental, as listagens foram criadas desde os primórdios de sua prática e continuam a ser muito utilizadas, notadamente nas etapas de diagnóstico e avaliação de alternativas.

Shopley e Fuggle (1984) citam quatro tipos de listagens: simples, descritiva, escalar e ponderada.

As listagens simples enumeram apenas os fatores ambientais e, algumas vezes, seus respectivos parâmetros, ou seja, suas propriedades que podem ser medidas ou observadas.

As listagens descritivas, além dos fatores, apresentam mais informações sobre eles ou orientações para sua análise.

As listagens escalares possibilitam a associação de conceitos aos fatores, seja na forma de valores numéricos ou de símbolos, permitindo ordená-los segundo critérios pré-estabelecidos.

Por último, as listagens ponderadas permitem agregar uma ponderação aos valores dos parâmetros, atribuída segundo algum critério pré-estabelecido, por exemplo, sua importância. O exemplo clássico, citado por Moreira (1992) e Casas (1997), é o método denominado *Environmental Evaluation System* (EES) desenvolvido pelo Batelle Columbus Laboratories.

Atualmente existem muitas listagens desenvolvidas para diferentes tipos de planejamentos, sendo citadas em diversos trabalhos. Exemplos de listagens são apresentados por Moreira (1992) e Casas (1997).

As listagens apresentam como vantagens a simplicidade, a rapidez e o baixo custo. Segundo Westman (1985), a principal vantagem das listagens de controle aplicadas a estudos de impacto ambiental advém da possibilidade de organizar os impactos de uma forma sistemática e permitir uma sumarização de seus efeitos. Tommasi (1994) cita ainda como vantagem a possibilidade de hierarquizar os fatores. As limitações de seu uso decorrem da subjetividade, da desconsideração das interações entre os fatores e sua dinâmica (Westman, 1985; Pivello, 1998).

2.1.3.3. Matrizes

As matrizes são formadas por duas listagens organizadas em eixos perpendiculares. A interação entre os componentes dos eixos opostos é registrada de alguma maneira na célula comum a ambos. Muito utilizadas, aplicam-se principalmente às etapas de diagnóstico e seleção de alternativas. Segundo Farias (1984), elas permitem uma visão esquemática e operacional do conjunto de possíveis relações entre os fatores listados nos dois eixos.

Seu exemplo clássico é a matriz desenvolvida por Leopold et al. (1971; citados por Shopley e Fuggle, 1984). Nessa matriz são listadas uma centena de ações em um eixo e oitenta e oito características ambientais e humanas no outro. Para sua aplicação, utiliza-se uma escala de 10 pontos para avaliar os impactos das ações sobre o ambiente. Os impactos são avaliados segundo sua magnitude e importância, sendo a primeira referente ao grau, extensão ou escala do impacto (tamanho da área e gravidade de seu efeito), e a segunda ao significado do impacto para a população (Westman, 1985). Moreira(1992) cita que a magnitude, nesse método, refere-se à medida da extensão do impacto; e a importância, à medida da relevância do impacto e do fator ambiental afetado diante de outros impactos e das características ambientais da área afetada⁶.

A matriz de Leopold apresenta os mesmos problemas que as listagens pois, de fato, ela é a representação do agrupamento de listagens de fatores ambientais para diferentes ações. Dentre esses, está a limitação em apresentar somente as interações primárias entre os elementos dos eixos.

As matrizes são utilizadas com um certo número de variações. No caso da análise de impactos ambientais, segundo Westman (1985) as variações ocorrem em função da listagem de ações e efeitos e dos critérios usados para valorar os impactos, como magnitude, importância, duração, probabilidade de ocorrência e capacidade de mitigação.

Farias (1984) divide as matrizes em função dos conteúdos de seus eixos:

- matrizes elementos-atividades, usadas para apresentar os efeitos que cada atividade causa

⁶ Há ainda outras definições para magnitude e importância. Tommasi (1994), por exemplo, relaciona a primeira à severidade do impacto, e a segunda, ao valor atribuído a uma dada área em seu estado anterior ao início do projeto.

sobre elementos do meio, sendo exemplo, a matriz de Leopold;

- matrizes elementos-elementos, usadas para relacionar efeitos primários e secundários;
- matrizes atividades-atividades, usadas, por exemplo, para analisar a possibilidade de atividades diferentes serem desenvolvidas no mesmo espaço; e
- matrizes de integração de classificação, usadas para reunir diferentes classificações, por exemplo, obter uma classificação integrada de classes de capacidade de uso da terra com classes de impacto previsto para uma determinada atividade.

Shopley e Fuggle (1984) identificam dois grupos de matrizes: as de apresentação e as matemáticas. As matrizes de apresentação são as citadas anteriormente. As matemáticas são elaboradas de forma a permitir o desenvolvimento de operações algébricas. Um exemplo do segundo tipo de matriz é descrito por Peterson et al. (1974; citados por Shopley e Fuggle, 1984) e apresentado de forma esquemática na Figura 2.4.

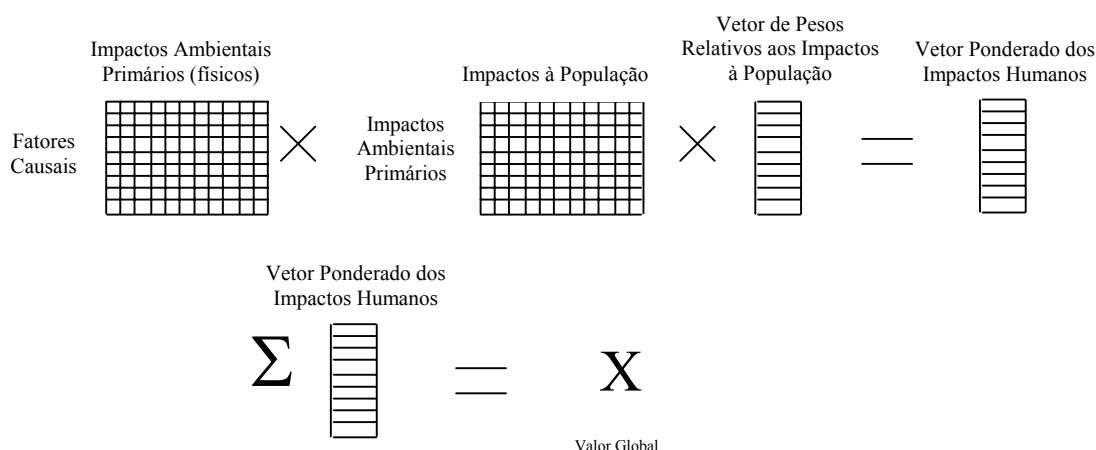


Figura 2.4. Representação esquemática da matriz descrita por Peterson et al. (1974; citados por Shopley e Fuggle, 1984).

Fonte: Modificado de Shopley e Fuggle (1984), p. 35.

Um exemplo de matriz, proposta para o planejamento de unidades de conservação, é descrita por IBAMA (2002). Essa matriz, denominada Matriz de Análise Estratégica, permite a sistematização dos fatores que impulsionam ou dificultam a consecução dos objetivos de criação da unidade de conservação. Sua representação é mostrada na Figura 2.5.

	Ambiente Interno	Ambiente Externo	Premissas
Forças Restritivas	Pontos Fracos 1- 2- 3- 4- 5- n	Ameaças 1- 2- 3- 4- 5- n	Defensivas ou de Recuperação 1- 2- 3- 4- 5- n
Forças Impulsoras	Pontos Fortes 1- 2- 3- 4- 5- n	Oportunidades 1- 2- 3- 4- 5- n	Ofensivas ou de Avanço 1- 2- 3- 4- 5- n

Figura 2.5. Matriz de Análise Estratégica.

Fonte: Modificada de IBAMA (2002), p. 87.

Os **pontos fracos** são fenômenos ou condições inerentes à unidade de conservação que comprometem ou dificultam seu manejo; as **ameaças** são fenômenos ou condições externas à unidade que comprometem ou dificultam o alcance de seus objetivos; e as **forças restritivas** resultam da interação entre os pontos fracos e ameaças, que debilitam a unidade de conservação, comprometendo o manejo e alcance das metas e objetivos de criação. Os **pontos fortes** são fenômenos ou condições inerentes à unidade que contribuem ou favorecem seu manejo; as **oportunidades** são fenômenos ou condições externos que contribuem ou favorecem o alcance de seus objetivos; e as **forças impulsoras** resultam da interação dos pontos fortes e oportunidades, que fortalecem a unidade, contribuindo para o manejo e alcance de seus objetivos de criação.

Segundo IBAMA (2002), a matriz é a sistematização dos fatores identificados em oficinas de planejamento, orientando a reflexão e o planejamento de premissas defensivas ou de recuperação e de premissas ofensivas ou de avanços, como estratégias para o manejo da unidade.

2.1.3.4. Redes

Como foi citado, as matrizes de apresentação somente mostram as interações primárias ou, no caso de matrizes elementos-elementos, as interações secundárias entre os elementos de seus eixos. É possível analisar relações de ordens mais elevadas em duas dimensões utilizando diagramas direcionais denominados redes. Um esquema comparativo entre uma matriz e uma rede é apresentado na Figura 2.6.

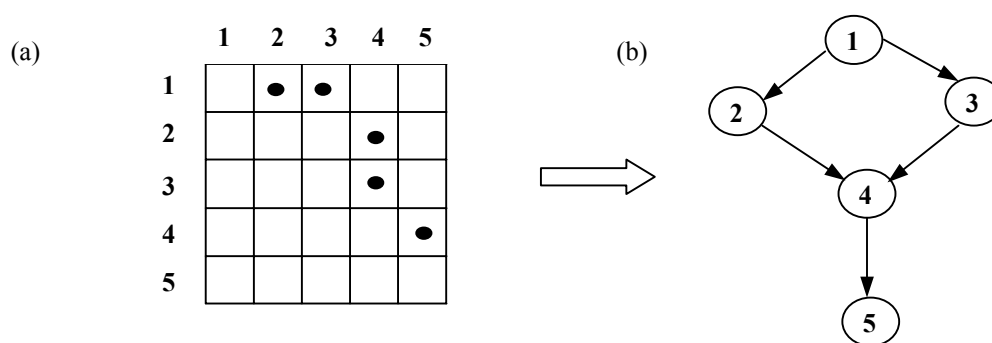


Figura 2.6. Representação das interações entre componentes por uma matriz (a) e por uma rede (b).

Fonte: Modificado de Shopley e Fuggle (1984), p. 39.

As redes são mais empregadas para o diagnóstico e prognóstico. Apresentam como vantagens uma boa visualização da interação entre os componentes e o fato de não se restringirem aos efeitos diretos. Porém essa visualização fica comprometida devido ao aumento da complexidade da rede, quando se têm muitos componentes e interações entre eles. Segundo Pivello (1998), outras limitações decorrem desse método não considerar a dinâmica, nem utilizar análises quantitativas.

Shopley e Fuggle (1984) citam dois tipos de redes. O primeiro traça seqüências de causas e efeitos de diversas ações, sendo denominado rede de interação e seu exemplo clássico é a rede desenvolvida por Sorensen (1971; citada por Shopley e Fuggle, 1984). O segundo tipo de rede traça as relações entre os componentes de um sistema ambiental, sendo denominado diagrama de sistemas. Odum (1971), verificou que os impactos podem ser analisados pelos

efeitos das ações sobre a fixação e o fluxo de energia entre os elementos do ecossistema. O autor ainda representou esse fluxo como um diagrama empregando o simbolismo de circuitos eletrônicos. Gilliland e Risser (1977; citados por Westman, 1985) partiram dessas premissas para desenvolver um diagrama de sistemas para aplicação em estudos de impacto ambiental.

Podemos ainda incluir na abordagem de redes as árvores de decisão, que diferem dos demais tipos por formarem uma estrutura hierárquica entre leis dirigindo a busca de uma solução. As leis podem ser do tipo "se - então", envolvendo uma ou mais premissas (condições) e resultando em uma ou mais conseqüências (conclusões). Um exemplo dessa estrutura é apresentado na Figura 2.7.

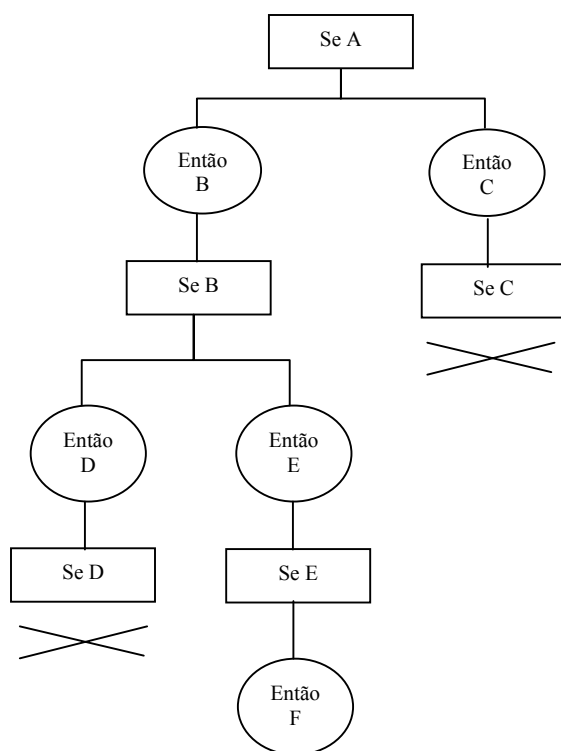


Figura 2.7. Estrutura de uma árvore de decisão.

Fonte: Pivello (1991), p. 54.

Um conjunto de métodos que se baseia nesse princípio é denominado sistema especialista. São programas criados para auxiliar na solução de problemas específicos, sendo que a principal diferença entre eles e os programas tradicionais está na sua capacidade de

trabalhar com dados qualitativos. Exemplos de sua aplicação em planejamentos ambientais são dados por Wright et al. (1993). A vantagem de seu emprego, conforme Pivello (1991), está nos casos em que o único tipo de informação disponível se apresenta na forma qualitativa, baseada na experiência de profissionais especialistas, sendo empíricos e não quantificáveis. A dificuldade, nesse caso, advém da subjetividade e do tempo requerido para a obtenção e organização dessas informações.

2.1.3.5. Modelos de simulação

Christofolletti (1999) afirma que modelos podem ser compreendidos como "qualquer representação simplificada da realidade" ou de um aspecto do mundo real que surja como de interesse ao pesquisador, que possibilite reconstruir a realidade, prever um comportamento, uma transformação ou uma evolução. Segundo o autor, a definição mais adequada para modelo é a apresentada por Haggett e Chorley (1967; 1975; citados por Christofolletti, 1999): "modelo é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais ou por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade."

A definição de modelo é bastante abrangente e engloba muitos dos métodos de planejamento ambiental, uma vez que eles se baseiam em representações simplificadas do ambiente para sua análise.

Segundo Jorgensen (1991), o surgimento de problemas ambientais muito complexos estimulou o desenvolvimento da modelagem ecológica e ambiental como uma poderosa ferramenta de síntese. Os modelos representam uma síntese dos diferentes elementos de um sistema e apresentam ainda a capacidade de fornecer novos conhecimentos sobre as reações e propriedades do sistema. A qualidade dos modelos depende da qualidade do conhecimento sobre esses elementos e dos dados disponíveis.

Dentre as funções dos modelos citadas por Christofolletti (1999), tem-se a simulação de cenários possíveis em virtude de mudanças ambientais. Os modelos de simulação podem envolver desde uma simples projeção ou tendência, a sistemas complexos. Usados para tomar decisões e fazer escolhas entre cenários simulados, são ferramentas para o planejamento.

Devido à sua capacidade preditiva, diversos modelos de simulação foram propostos com a finalidade de analisar impactos ambientais. Segundo Moreira (1992), os modelos de simulação são modelos matemáticos destinados a representar, tanto quanto possível, a estrutura e funcionamento dos sistemas ambientais, explorando, a partir de um conjunto de hipóteses e pressupostos, os processos e as relações entre seus fatores físicos, bióticos e culturais, diante das alterações introduzidas por ações do projeto que se deseja avaliar.

Um modelo matemático que vem sendo empregado em diagnósticos ambientais é a Equação Universal de Perda de Solos para estimativa das taxas de perda de solo. Exemplos de sua aplicação em planejamentos ambientais podem ser vistos em Brasil (1997), Rocha et al. (2000) e IBAMA (2001b).

2.1.3.6. Análise espacial

A análise espacial envolve a utilização de dados e informações representados espacialmente. A noção de informação espacial, segundo Câmara e Medeiros (1998), está relacionada à existência de objetos com propriedades, as quais incluem a sua localização no espaço e a sua relação com outros objetos.

Há inúmeros métodos de análise espacial, sendo utilizados principalmente na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais.

Agar et al. (1995) citam que a análise espacial permite que um território seja dividido em setores. No planejamento, esses setores podem refletir diferentes possibilidades de uso da terra, graus de fragilidade ou de vulnerabilidade às atividades humanas.

Ross (1995) cita que há dois procedimentos metodológicos operacionais para os estudos ambientais espacializados que resultam em produtos geo-referenciados. Um dos procedimentos é conhecido como *Land Systems*, tendo como característica a geração de

produtos temáticos analítico-sintéticos; e o outro procedimento é multitemático caracterizado por gerar produtos analíticos em uma primeira fase e de síntese posteriormente.

As pesquisas geradas a partir de *Land Systems* tomam como referencial padrões de fisionomias do terreno, padrões de paisagens ou unidades de paisagens que, individualizadas e cartografadas, são o referencial básico para o início das pesquisas. Em seguida, reúnem-se informações que representam cada uma das unidades. Nesse processo, gera-se um único produto cartográfico seccionado em diversas unidades de paisagem que reúnem as características físicas, bióticas e sócio-econômicas apresentadas em uma abordagem de análise integrada com informações sintetizadas.

As pesquisas ambientais multitemáticas são verticalizadas e geram produtos cartográficos temáticos disciplinares de características analíticas, que são reunidos para a obtenção de produtos de síntese. Os produtos temáticos analíticos são aqueles que tratam setorialmente temas relacionados aos aspectos físicos, bióticos e sócio-econômicos. Os produtos multitemáticos são integrados para a elaboração de produtos de síntese que podem ser cartas de unidades ambientais, de qualidade ambiental, de fragilidade etc.

O procedimento básico para sintetizar os dados espaciais multitemáticos usados no planejamento é a sobreposição de cartas, comumente denominada *overlay*. Segundo Ortolano (1984), ela envolve quatro passos:

- a identificação dos fatores a serem incluídos no planejamento,
- a preparação de uma carta do inventário para cada fator mostrando sua variabilidade sobre a área de estudo,
- a criação de cartas compostas (ou síntese) pela sobreposição de duas ou mais cartas do inventário, e
- a análise das cartas-síntese para inferir sobre o planejamento.

A integração da informação espacial pode ser feita manual ou automaticamente, utilizando, no segundo caso, sistemas de informações geográficas (SIG). Miller (1994) enfatiza a importância do uso de SIG citando que as metas do planejamento e manejo conservacionistas são proporcionais à capacidade dos sistemas computacionais em integrar múltiplos tipos de dados para a tomada de decisão. As vantagens, dificuldades e problemas do

uso de SIG em planejamentos ambientais podem ser conferidas nos trabalhos de Pablo et al. (1994) e Santos et al. (1998).

A seguir são brevemente descritos alguns métodos de análise espacial.

2.1.3.6.1. Método de Mc Harg

O método de análise espacial proposto por Mc Harg (1969; citado por Primdahl, 1991, e Ortolano, 1984) é constantemente mencionado na literatura. O autor empregou a técnica de sobreposição de cartas para análise da capacidade da terra considerando cinco diferentes tipos de uso potenciais: conservação, recreação passiva, recreação ativa, residência e comércio/indústria. A análise foi feita a partir do mapeamento, interpretação e avaliação de dados básicos de clima, geologia, hidrologia, solo, ecologia vegetal, fauna e uso da terra. Para cada uso potencial mencionado, uma série de mapas foi produzida. Cada mapa mostrava a área de interesse classificada segundo uma escala de cinco níveis, representada por tons, sendo que os mais escuros indicavam o maior potencial de uso. A sobreposição dos mapas referentes a cada uso potencial foi feita manualmente, permitindo a identificação das áreas mais importantes para cada uso, que eram as mais escuras.

2.1.3.6.2. Método ABC

Outro método de análise espacial, o método ABC, foi proposto por Dorney (1976; citado por Bastedo et al., 1984), sendo usado para classificar e delimitar as feições da paisagem correspondentes a três componentes do ambiente: abiótico, biótico e histórico-cultural; e integrá-los. O método foi empregado por Bastedo et al. (1984) para o levantamento dos recursos e o planejamento de áreas denominadas ambientalmente significativas. Partindo de dados dos três componentes do ambiente, foram elaborados dois conjuntos de cartas, um referente às áreas significativas para cada componente e outro, às áreas restritas. As áreas significativas são aquelas consideradas importantes para a manutenção de suas características abióticas, bióticas ou culturais. As restritas são as que apresentam algum tipo de risco ou

conflito de uso. Em seguida, as cartas de cada conjunto foram sobrepostas para a elaboração de duas cartas-síntese, das áreas ambientalmente significativas e das áreas ambientalmente restritas. Esses produtos subsidiaram a definição de propostas de manejo. O esquema metodológico é apresentado na Figura 2.8.

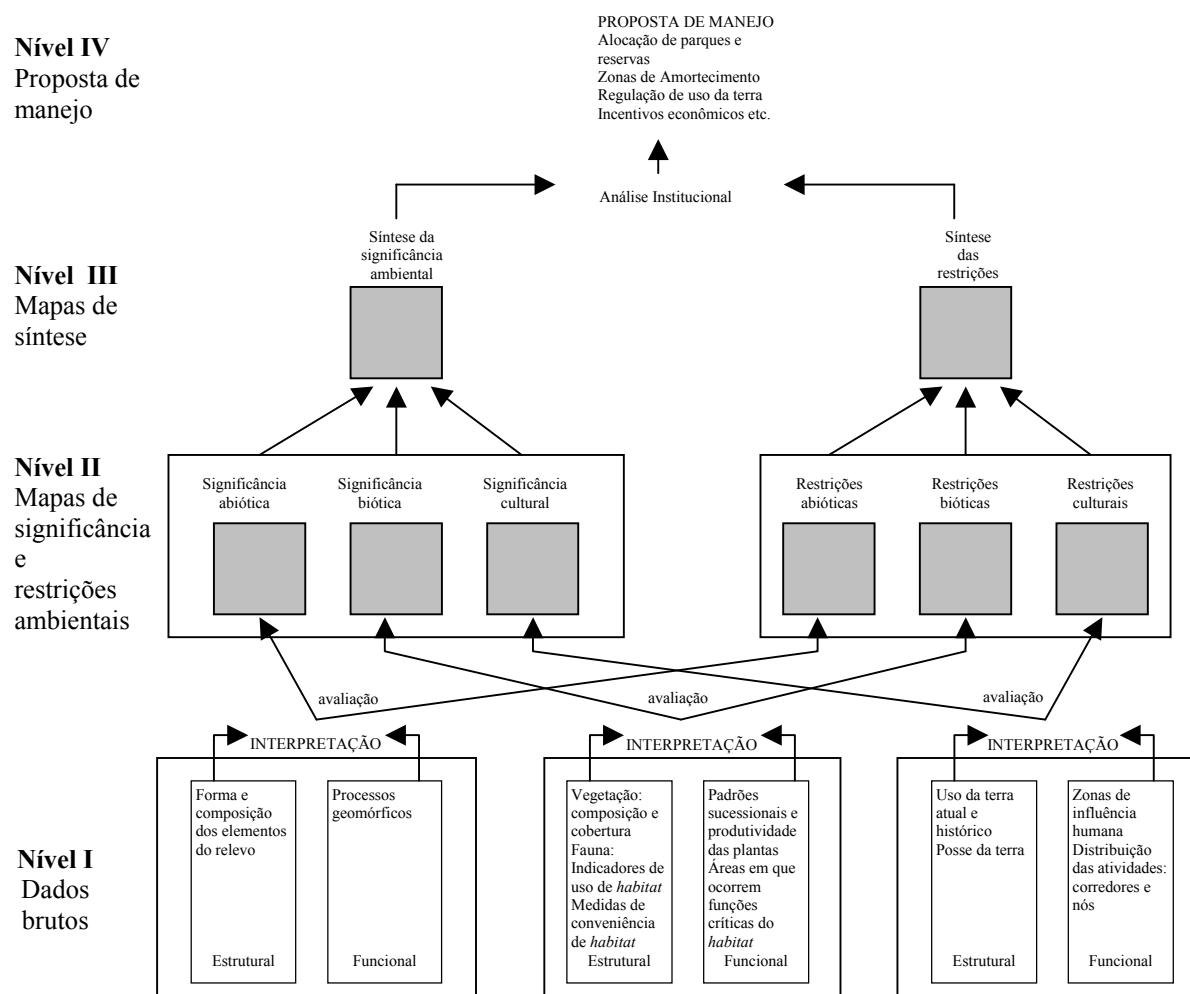


Figura 2.8. Esquema do método ABC para levantamento dos recursos e planejamento de áreas.

Fonte: Modificado de Bastedo et al. (1984), p. 128.

2.1.3.6.3. Análise GAP

Um método de análise espacial para identificar espécies ou comunidades desprotegidas foi denominado análise GAP. Scott et al. (1991) e Butterfield et al. (1994) descrevem a aplicação desse método em Idaho, Oeste dos Estados Unidos. A análise se baseou na associação entre espécies e tipos de *habitat* para predizer sobre sua distribuição. Sendo a vegetação o indicador de biodiversidade mais utilizado e a base de informação sobre a distribuição de espécies animais, o primeiro passo para a análise GAP foi a criação de uma carta de vegetação. Utilizando um sistema de informações geográficas, os dados de vegetação foram integrados a outras informações espacializadas para a geração de mapas da distribuição das espécies. Essas informações estavam correlacionadas à ocorrência das espécies, por exemplo, a temperatura, ou se referiam a locais onde determinadas espécies foram observadas. A sobreposição desses mapas aos limites das áreas protegidas permitiu a identificação de espécies desprotegidas, ou seja, que ocorriam em áreas sem restrições ao manejo.

Butterfield et al. (1994) empregaram a análise GAP para a identificação de espécies desprotegidas de vertebrados. Nesse caso, mapas da distribuição de cada espécie foram sobrepostos ao mapa de áreas com restrições ao manejo. Qualquer espécie que não tivesse à disposição uma área contínua mínima de manejo restrito era considerada inadequadamente protegida. A sobreposição dos mapas de distribuição de cada uma dessas espécies permitiu a elaboração de um mapa do conjunto das espécies inadequadamente protegidas, identificando as áreas onde elas ocorriam e ainda, classificando tais áreas em função da frequência da ocorrência dessas espécies.

2.1.3.6.4. Método para o zoneamento ecológico-econômico

O método foi descrito por Becker e Egler (1997) e proposto para o zoneamento ecológico-econômico dos estados da Amazônia Legal.

Esse método envolve a elaboração de três produtos cartográficos integrados: a carta temática de vulnerabilidade natural, a carta temática de potencialidade social e a carta de subsídios para a gestão do território.

Carta de vulnerabilidade natural

Os procedimentos para a elaboração da carta de vulnerabilidade natural iniciam com a identificação e delimitação de espaços homogêneos, denominados unidades homogêneas a partir da análise e interpretação de imagens do sensor TM-LANDSAT. Em seguida, é avaliada a vulnerabilidade natural de cada unidade considerando a relação dos processos de morfogênese e pedogênese, a partir da análise integrada do conjunto rocha, solo, relevo e vegetação, bem como do clima e uso da terra. A vulnerabilidade é expressa pela atribuição de valores a cada unidade considerando o conceito de análise ecodinâmica de Tricart (1977). As regras para atribuição dos valores são apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Valores de estabilidade de unidades de paisagem.

Fonte: modificado de Becker e Egler (1997), pg. 34.

Unidade	Relação Pedogênese/morfogênese	Valor
Estável	Prevalece a pedogênese	1
Intermediária	Equilíbrio pedogênese/morfogênese	2
Instável	Prevalece a morfogênese	3

Carta de potencialidade social.

A carta de potencialidade social é elaborada com base em dados socioeconômicos disponíveis, considerando a unidade territorial que eles representam. Ela é estabelecida mediante a análise integrada, em cada unidade territorial, de quatro dimensões do potencial de desenvolvimento humano:

- potencial natural - dado pela disponibilidade e acesso aos recursos naturais,
- potencial humano - dado pelo estado e condições dos serviços sociais,
- potencial produtivo - dado pela capacidade de produção de bens e serviços e
- potencial institucional - dado pelo estado da organização sócio-política.

Os valores de potencial das unidades territoriais variam entre 1,0 e 3,0, conforme as regras apresentadas na Tabela 2.2.

Tabela 2.2. Valores de potencial das unidades territoriais.

Fonte: modificado de Becker e Egler (1997), pg. 38.

Potencial	Condições para o desenvolvimento humano	Valor
Alto	Prevalecem os fatores dinâmicos	3
Médio	Equivalência entre fatores restritivos e dinâmicos	2
Baixo	Prevalecem os fatores restritivos	1

Carta síntese de subsídios à gestão do território.

A carta síntese é elaborada mediante a sobreposição das cartas de vulnerabilidade natural e potencialidade social para a definição dos níveis de sustentabilidade de uso do território. Como resultado tem-se a identificação de áreas produtivas - cujas condições justificam a consolidação e expansão produtiva - e críticas - cujas condições justificam a recuperação e conservação. Também são identificadas as áreas institucionais, que são as de preservação permanente, as de uso restrito e controlado, e as de interesse estratégico (como as áreas de fronteira). A classificação dessas áreas é realizada segundo o modelo apresentado na Figura 2.9.



Figura 2.9. Classificação das áreas com base na potencialidade social e vulnerabilidade natural.

Fonte: Modificado de Becker e Egler (1997), pg. 42.

2.1.3.6.5. Estudos de ecologia da paisagem

O termo ecologia da paisagem foi empregado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1939. Porém, segundo Metzger (2001), a ecologia da paisagem é considerada uma área de conhecimento emergente, em busca de arcabouços teóricos e conceituais sólidos. É uma disciplina que ainda busca se definir e superar o impasse criado pelas diferentes visões de paisagem de seus pesquisadores. As diferentes visões estão ligadas à existência de duas abordagens distintas de ecologia da paisagem: uma abordagem "geográfica" e outra "ecológica".

Para o autor, a abordagem geográfica é menos centrada nos estudos bio-ecológicos (relação entre animais, plantas e ambiente abiótico) e pode ser definida como uma disciplina holística, integradora de ciências sociais, geofísicas e biológicas visando, em particular, a compreensão global da paisagem e o ordenamento territorial. A abordagem ecológica, contrariamente à geográfica, dá maior ênfase às paisagens naturais ou a unidades naturais de paisagem, à aplicação de conceitos de ecologia e paisagens para a conservação da diversidade

biológica e ao manejo dos recursos naturais. A principal problemática dessa abordagem é o estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos.

Nesse contexto, Metzger (2001) identifica duas linhas na ecologia de paisagens. Uma "ecologia humana de paisagens", seguida pela "abordagem geográfica", que é centrada nas interações do homem com o ambiente, onde a paisagem é fruto da interação da sociedade com a natureza. E a outra, uma "ecologia espacial de paisagens", seguida pela "abordagem ecológica", que é particularmente preocupada com a compreensão das consequências do padrão espacial nos processos ecológicos.

Propondo uma conceituação abrangente de paisagem, Metzger (2001) a define como "um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação". Dentro de uma "abordagem geográfica", as unidades interativas são compostas por unidades de cobertura, uso e ocupação da terra. Em uma "abordagem ecológica", por *habitats*.

Dentro da chamada "abordagem ecológica", Metzger (1999) relata uma série de estudos sobre o efeito e a importância dos diversos parâmetros da estrutura da paisagem, associados à fragmentação, sobre os processos que determinam a dinâmica de populações e a diversidade de espécies.

Mais voltado a uma abordagem designada por Metzger (2001) como "geográfica", Zonneveld (1990), cita que o objeto de estudo da ecologia da paisagem é a paisagem, sua forma, função e gênese. A paisagem é entendida como um sistema aberto na superfície da Terra formado por todos os fatores atuantes ali, incluindo físicos, biológicos e noosféricos⁷. Esses fatores formam um complexo fenômeno tridimensional que pode ser reconhecido visualmente no padrão horizontal dos elementos mutuamente relacionados (unidades da paisagem) e no vertical dos estratos mutuamente relacionados (denominados atributos da paisagem), cuja representação pode ser vista na Figura 2.10. Os atributos da paisagem incluem a atmosfera/clima, rocha, relevo, solo, água, vegetação, fauna e aspectos noosféricos. Essas unidades tridimensionais podem mudar com o tempo, apresentando uma nova dimensão.

⁷ Vernadsky (1945, citado por Odum, 1988) sugere o termo noosfera para representar o mundo dominado pela mente humana em contraposição à biosfera, o mundo resultante da evolução natural que existe há bilhões de anos. Ab'Saber et al. (1997) definem noosfera como a esfera que abrange o produto da biosfera e da inteligência humana.

Enquanto cada ciência em separado (geologia, pedologia etc.) seleciona um estrato para estudo e considera os demais como fatores de forma para seu atributo selecionado, a ecologia da paisagem considera a heterogeneidade vertical formada por todos os atributos da paisagem como um objeto holístico de estudo. A heterogeneidade horizontal (corológica) e vertical (topológica) nas paisagens é o principal objeto de estudo e, de fato, a essência da ecologia da paisagem.

Selman e Doar (1992) relatam a importância da ecologia da paisagem para o planejamento e manejo das terras, uma vez que esta analisa as mudanças na estrutura e funções das unidades da paisagem ao longo do tempo e reconhece a grande influência exercida pelos fatores antropogênicos.

Segundo Zonneveld (1989), a unidade de paisagem, sendo a expressão da paisagem vista como um sistema, é um conceito fundamental em ecologia da paisagem. Ela provê a base para o estudo das relações topológicas e corológicas da paisagem. É definida como um trecho da paisagem que é ecologicamente homogêneo na escala considerada. Nesse caso, ecologicamente homogêneo significa que as condições de vida são homogêneas. Embora diferenças sempre ocorram, pode-se dizer que uma unidade complexa é homogênea se seus elementos constituintes ocorrem em um padrão regular na escala observada. Para o autor, a unidade de paisagem é um sistema aberto, havendo um fluxo de energia interno e entre as unidades e seu ambiente.

Uma unidade de paisagem é ilustrada na Figura 2.10 em que é representado um ecótopo, utilizado na ecologia da paisagem como a menor unidade de paisagem em uma dada escala.

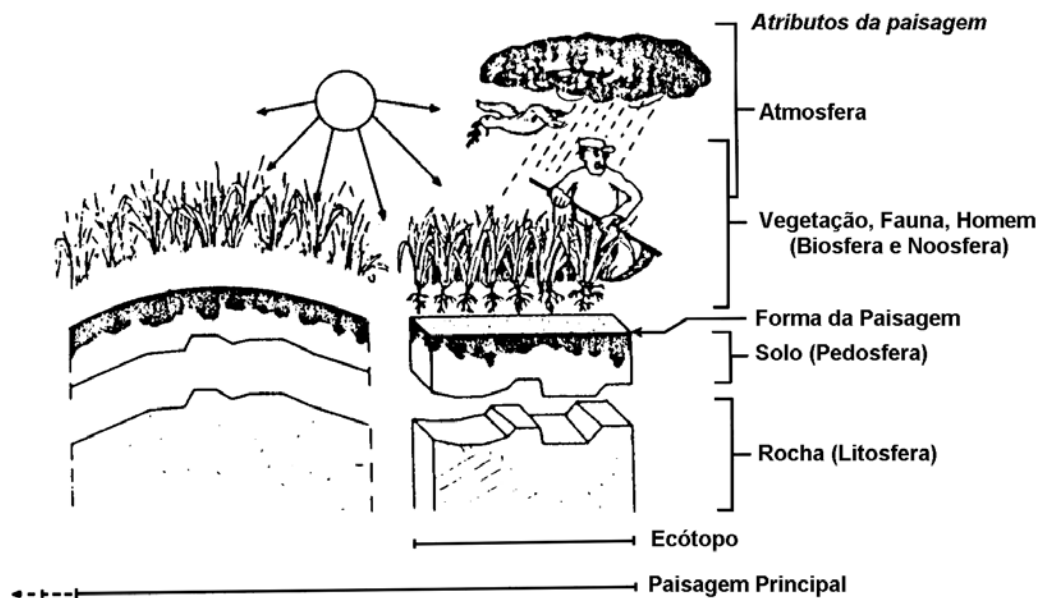


Figura 2.10. Representação da paisagem, seus atributos e ecótopo.

Fonte: Modificado de Zonneveld (1989), p. 71.

Os principais métodos de estudo das unidades de paisagem se baseiam em seu mapeamento. Zonneveld (1989; citando Troll, 1950) relata que o conceito de ecologia da paisagem nasceu com o advento das fotografias aéreas e, posteriormente, com as imagens de sensores orbitais, que possibilitaram a visualização sinóptica da paisagem, permitindo a identificação de suas unidades.

As unidades de paisagem podem ser estabelecidas, basicamente, de duas formas. A primeira parte de um estágio bastante analítico em que cada atributo da paisagem é estudado intensivamente e mapeado em separado pelos seus especialistas. Num estágio subsequente, é realizada a integração dos dados para delimitação das unidades de paisagem, sendo uma atividade especial para a qual são requeridos experiência, tempo e recursos financeiros. A segunda forma inicia com a delimitação das unidades de paisagem com base na interpretação de fotografias aéreas ou imagens de sensores orbitais. Nesse caso, a interpretação e o trabalho de campo posterior, visando a caracterização das unidades de paisagem, são realizados por um grupo de profissionais que tem, em conjunto, conhecimento dos diversos atributos da

paisagem. Esta segunda forma é menos analítica, porém mais prática e econômica (Zonneveld, 1989).

A ecologia da paisagem enfatiza a importância do padrão espacial para o desenvolvimento de muitos processos ecológicos. Problemas ambientais em larga escala que atualmente desafiam os estudiosos têm criado novas demandas para a compreensão dos efeitos da heterogeneidade espacial e para extrapolações e previsões, considerando as escalas espacial e temporal. Em face disso, a pesquisa tem buscado novos métodos para quantificar padrões espaciais, comparar paisagens, identificar diferenças significativas e determinar as relações entre processos funcionais e padrões da paisagem (Turner e Gardner, 1991).

2.1.3.6.6. Análise multivariada

Técnicas de análise multivariada vem sendo empregadas por diversos autores para o reconhecimento e análise das relações entre os vários elementos que formam a paisagem. Geralmente, a aplicação de procedimentos multivariados - basicamente métodos de classificação - auxiliam na criação de mapas ecológicos ou ambientais, nos quais as unidades de paisagem de características homogêneas podem ser identificadas contribuindo com o planejamento da paisagem e o manejo dos recursos naturais. Em outros casos, o objetivo pode ser o reconhecimento, a descrição e a cartografia de tendências da variação ecológica na área de estudo mediante o emprego de técnicas de ordenação (Calvo et al., 1992).

Agar et al. (1995) verificaram que, técnicas de classificação permitem que cada ponto do território seja designado por uma classe discreta da paisagem. Técnicas de ordenação permitem que os pontos do território sejam organizados de forma contínua, de acordo com a tendência ecológica identificada. As técnicas de ordenação são, portanto, úteis para mapear a variação espacial de variáveis contínuas.

Em ambos os casos, unidades ambientais e tendências ecológicas podem ser descritas a partir de um conjunto de parâmetros interrelacionados, sejam climáticos, geomorfológicos, biológicos e de uso pelo homem, conferindo uma característica multidimensional ao espaço ecológico-geográfico (González Bernáldez, 1981; citado por Calvo et al., 1992).

Além dos métodos baseados em ecologia da paisagem, há outros que empregam técnicas de análise multivariada, por exemplo, Bojórquez-Tapia et al. (1994) utilizam-nos para a verificação da capacidade de uso das terras.

Um exemplo da aplicação de métodos de análise multivariada para o mapeamento da estrutura ecológica de um território é representado na Figura 2.11. O procedimento foi desenvolvido por Agar et al. (1995) para a região de Madrid, na Espanha. Inicialmente foi feita uma amostragem regular das variáveis de importância ecológica, utilizando uma grade sobrepondo toda a região. Para cada célula, foi registrada a presença ou ausência de cento e quinze variáveis previamente selecionadas. Essas variáveis incluíam aspectos físicos, biológicos e referentes ao uso. Uma técnica de ordenação multivariada foi aplicada para facilitar o reconhecimento das principais dimensões do espaço ecológico a ser mapeado, indicadas pelos eixos do espaço ecológico multidimensional. Essas dimensões resultaram da análise da covariação espacial dessas variáveis. As feições ecológicas de cada observação foram indicadas pelas suas coordenadas em relação aos eixos. Uma técnica denominada análise de superfície de tendência (TSA - *trend surface analysis*) foi utilizada para obter o polinômio que melhor expressava a variação espacial da estrutura ecológica da área de acordo com as coordenadas geográficas das observações. Na Figura 2.11 são apresentados exemplos de mapas ecológicos obtidos a partir de diferentes polinômios, de grau igual a um e maior que um.

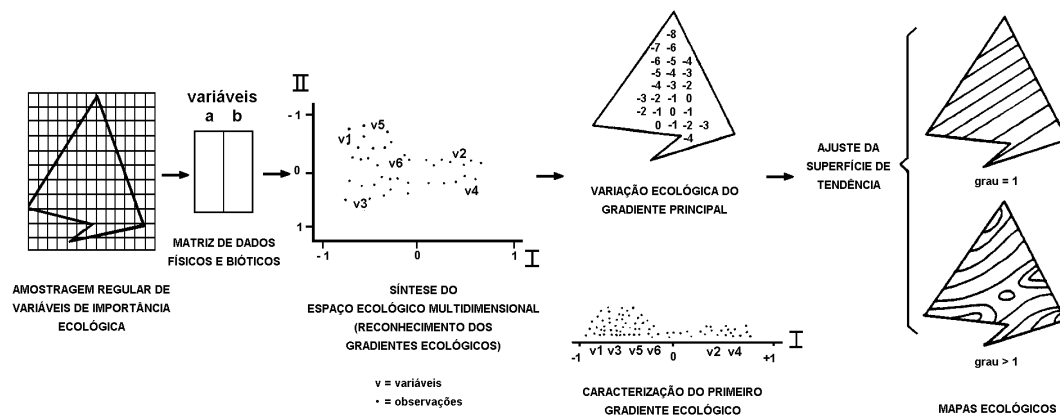


Figura 2.11. Diagrama do procedimento para mapear a estrutura ecológica de uma região.

Fonte: Modificado de Agar et al. (1995), p. 348.

2.1.3.6.7 Geossistemas

Reverendo a teoria de sistemas, Haigh (1985; citado por Christofolletti, 1999) define sistema como "uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas interrelações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas".

Para Tricart (1977), o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico que se dispõe para estudar os problemas do ambiente. Ele tem um caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação, o que não é o caso de um inventário, por natureza estático.

Segundo Christofolletti (1999), sob uma perspectiva sistêmica, estuda-se as organizações espaciais englobando a estruturação, o funcionamento e a dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos. Dois componentes básicos entram em sua estruturação e funcionamento: o sistema sócio-econômico e o sistema ambiental físico. Os sistemas ambientais físicos são também denominados geossistemas.

Segundo o autor, os geossistemas representam a organização espacial resultante da interação dos elementos componentes da natureza (clima, topografia, rochas, água, vegetação, animais, solos) possuindo expressão espacial na superfície terrestre e representando uma organização (sistema) composta por elementos, funcionando por meio dos fluxos de energia e matéria. As combinações de massa e energia podem criar heterogeneidade interna no geossistema, expressando-se em mosaico paisagístico. Ao lado dos fluxos verticais de matéria e energia, há os fluxos na dimensão horizontal conectando as diversas combinações paisagísticas internas do geossistema.

A definição de geossistema está associada à definição de paisagem. Bertrand (1971), define paisagem e apresenta o geossistema como um dos níveis taxonômicos de paisagem. A paisagem, segundo o autor, "é uma porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável⁸, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente⁹ uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução" (traduzido por O. Cruz). O autor apresenta ainda um sistema taxonômico para a hierarquização das paisagens em função da escala temporal e espacial, apresentando seis níveis: zona, domínio, região, geossistema, geofácies e geótopo.

O conceito de geossistema foi introduzido por Sotchava (Sotchava, 1962; citado por Christofolletti, 1999). Para Sotchava (1977), os geossistemas são sistemas naturais, porém todos os fatores econômicos e sociais influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais são tomados em consideração durante o estudo e suas descrições verbais ou matemáticas.

Para Christofolletti (1999), numa perspectiva holística de análise dos sistemas ambientais não se pode excluir o conhecimento provindo dos estudos sobre os sistemas sócio-econômicos, considerando os seus componentes e processos. Os sistemas sócio-econômicos são controlados pelos atributos culturais, sociais, econômicos e tecnológicos do grupamento humano, da sociedade em seu conjunto ou de suas classes sociais. As interferências das atividades humanas são fatores que influem nas características e nos fluxos de matéria e energia, modificando os geossistemas.

⁸ O termo instável, neste caso, é empregado como sinônimo de dinâmico.

⁹ Para compreender o uso do termo dialeticamente por Bertrand, é útil a definição de dialética apresentada por Ferreira (1986): "desenvolvimento de processos gerados por oposições que provisoriamente se resolvem em unidades".

O estudo dos geossistemas, envolvendo análises morfológicas, funcionais e dinâmicas, geram análises do potencial de uso, da degradação e recuperação, contribuindo com o manejo e o planejamento (Christofolletti, 1999).

Tricart (1977), utilizando o instrumental lógico dos sistemas, propôs um método para o estudo do ambiente que ele denominou de ecodinâmica. O autor salienta que a dinâmica se impõe em matéria de organização do espaço, e que estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos naturais que o meio oferece. Ele define tipos de ambientes segundo sua dinâmica. Considerando ainda que a morfogênese é o componente mais importante da superfície terrestre, o autor identifica três grandes tipos de meios morfodinâmicos em função da intensidade dos processos atuais: meios estáveis, *intergrades* e fortemente instáveis. Os meios estáveis apresentam condições que favorecem os processos pedogenéticos em detrimento aos morfogenéticos. Nos meios fortemente instáveis ocorre o contrário. E os meios *intergrades* representam uma transição entre os meios estáveis e os fortemente instáveis, onde os processos pedogenéticos e morfogenéticos ocorrem de maneira concorrente.

Ross (1997), afirma que a análise morfodinâmica proposta por Tricart passa, obrigatoriamente, pelo inventário do quadro ambiental, quer seja ele natural ou antropizado e se traduz objetivamente em um diagnóstico, à medida que as informações inventariadas são confrontadas e avaliadas integradamente.

2.1.3.7. Métodos de análise multicriterial

As abordagens apresentadas anteriormente não representam todos os métodos, há outros freqüentemente citados na literatura com aplicações em planejamentos ambientais, dentre eles os métodos de auxílio à tomada de decisão.

A decisão no processo de planejamento ambiental - por envolver, geralmente, problemas complexos, grande quantidade de informação e diversos grupos - requer um

processo estruturado, em que é de grande utilidade o emprego de métodos de auxílio à tomada de decisão.

Dentre esses, incluem-se os métodos de análise multicriterial. Eles se destinam à investigação de um número de possibilidades à luz de múltiplos critérios e prioridades conflitantes (Voogd, 1983) e têm sido bastante empregados em apoio à tomada de decisão.

Segundo Zuffo (1998), nas três últimas décadas tem havido um aumento da consciência da necessidade de identificar e considerar vários objetivos, ou critérios, simultaneamente, na análise de soluções de alguns problemas, em particular aqueles derivados do estudo de sistemas de larga escala. Ao mesmo tempo, muitas ferramentas têm sido criadas, adaptadas e/ou mescladas com outras já consagradas para possibilitar uma melhor escolha pelo tomador de decisão.

Giuliano (1985) salienta que um modelo de um único objetivo não reflete adequadamente as preferências da comunidade e do responsável pela tomada de decisão, particularmente na área de planejamento. Problemas de planejamento envolvem objetivos múltiplos e conflitantes, por exemplo, minimização de custos, minimização da poluição e maximização dos benefícios. Além disso, os indivíduos ou grupos que participam do processo, normalmente não têm as mesmas preferências em relação aos objetivos do projeto. E ainda, diante das incertezas quanto aos resultados do projeto, as preferências dificilmente são definidas. Devido a esses fatores, um conjunto de objetivos não pode ser reduzido a um único objetivo e, conseqüentemente, não há uma única solução ótima para ele.

Os métodos multiobjetivos e multicriteriais se tornam particularmente adequados a esse tipo de problema em que são consideradas várias funções objetivo ou vários critérios a serem analisados em conjunto. Inúmeros métodos multiobjetivos e multicriteriais são citados na literatura e empregados para diversos fins. Uma revisão e análise detalhada desses métodos é apresentada por Zuffo (1998).

Zuffo (1998, citando Bana e Costa, 1988 e Colson e Bruyn, 1989) esclarece que, quando o problema envolve um conjunto pequeno e discreto de objetivos, ele geralmente é tratado como problema multicritério ou multiatributo. A análise, nesses casos, parte da enumeração dos objetivos, sendo baseada em uma matriz multicritério de avaliação, ou matriz *Payoff*.

Os métodos multiobjetivos, como visto, são utilizados quando se têm problemas em que se consideram várias funções objetivos. Geralmente esses objetivos não são comensuráveis, não podendo ser agrupados em uma única expressão matemática. O problema da otimização envolve funções de maximização e minimização, que são representadas por funções de variáveis, com restrições definidas. Como em problemas multiobjetivos se têm várias funções, podem-se obter várias soluções factíveis. A região das soluções viáveis ou factíveis é o conjunto de todos os vetores de variáveis de decisão que atendem a todas as restrições do problema. A solução ótima é aquela que aponta para o melhor (maior ou menor, dependendo do objetivo) valor da função objetivo.

A formulação matemática desse problema é apresentada a seguir, com base em Yu (1973) e Zuffo (1998).

Considerando:

$x = (x_1, \dots, x_m)$ = o vetor decisão, com

x_j = j -ésimo componente da decisão, e

$\bar{X}$ = conjunto de todos os possíveis valores de x ; e

utilizando:

$f_i(x)$ = i -ésima função objetivo, e

$f(x) = (f_1(x), \dots, f_n(x))$

onde:

$i = \{1, \dots, n\}$;

o problema é encontrar $x^* \in \bar{X}$ que resulte em um valor máximo (ou mínimo) para $f(x)$.

A solução ótima é definida como sendo aquela que satisfaça a condição:

$f_i(x^*) \geq f_i(x)$ para todo i .

No entanto, dificilmente essa condição é encontrada porque os objetivos são conflitantes entre si, não existindo uma solução que maximize (ou minimize) todos.

As diferentes formas elaboradas para se obter a melhor solução desse problema resultaram nos diversos métodos multiobjetivos, dentre eles o método de programação por compromisso (*Compromise Programming* - CP). Ele se baseia na distância, buscando a

solução ótima como a mais próxima da ideal. Assim, a solução de compromisso é aquela que apresenta a menor distância da solução ideal.

A solução desse tipo de método é obtida calculando-se, individualmente, as soluções ótimas de cada função objetivo. O vetor de soluções ótimas é utilizado para saber qual seria a solução ideal para o problema proposto. Calcula-se, então, a solução mais próxima da ideal, dado que esta não se encontra dentro da região factível.

Uma representação gráfica da solução de compromisso é apresentada na Figura 2.12.

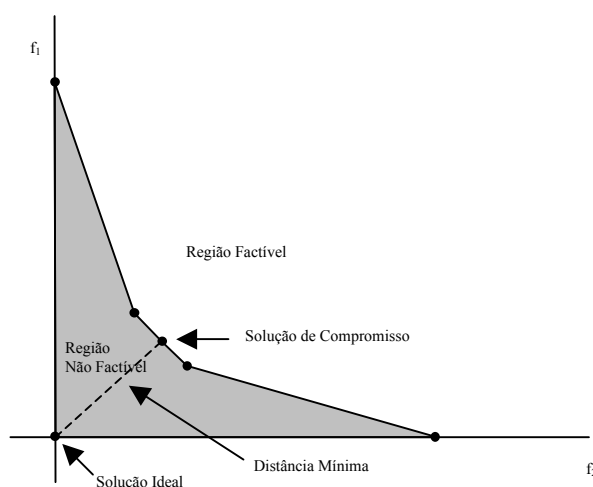


Figura 2.12. Representação gráfica da solução de compromisso segundo Ducstein e Opricovic (1980; citados por Zuffo, 1998).

Fonte: Modificado de Zuffo (1998), p.32.

Uma solução ideal é definida pela função objetivo:

$$f_i^* = \max f_i(x),$$

e o vetor:

$$f^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_n^*),$$

cujos elementos são todos máximos, é chamado de vetor ideal.

A obtenção da solução ideal não é possível pois dificilmente se obtêm os valores máximos para todas as funções objetivo. Calcula-se, então a distância:

$$l_s(x) = \left(\sum_{i=1}^n w_i^S \left| \frac{f_i^* - f_i(x)}{f_i^* - f_i'} \right|^S \right)^{1/S}, \quad (2.1)$$

em que:

w_i = peso atribuído dada alguma estrutura de preferência,

f_i' = é o pior valor obtido para $f_i(x)$ e

$1 \leq S \leq \infty$,

sendo que, para $S = 1$, todos os desvios de f_i^* são considerados proporcionalmente às suas magnitudes e, para $2 \leq S \leq \infty$, o maior desvio exerce maior influência. Para $S = \infty$, o maior desvio é o único considerado.

Assim, o menor valor obtido para l_s corresponde à melhor solução para aquele conjunto de funções objetivo ou critérios, por representar a menor distância da solução ideal.

2.2. INDICADORES AMBIENTAIS

O interesse pelo uso de indicadores ambientais como subsídio à tomada de decisão tem crescido mundialmente. A Agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992), em seu Capítulo 40, que trata da informação para a tomada de decisões, salienta a necessidade de "desenvolver indicadores do desenvolvimento sustentável que sirvam de base sólida para a tomada de decisão em todos os níveis e que contribuam para uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados de meio ambiente e desenvolvimento". Também no Capítulo 10, referente à abordagem integrada do planejamento e do gerenciamento dos recursos terrestres, cita que deve receber tratamento prioritário, entre outros, "o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para os recursos terrestres, levando em conta fatores ambientais, econômicos, sociais, demográficos, culturais e políticos".

Trabalhos têm sido realizados nesse sentido pela OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 1994, 1998); Banco Mundial (World Bank, 1997); UNEP - United Nations Environmental Programme (Bakkes et al., 1994); CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, da Colômbia - em conjunto com UNEP (Winograd, 1995); SCOPE - Scientific Committee on Problems of the Environment; WRI - World Resources Institute (Hammond et al., 1995); EEA - European Environment Agency (Smeets e Weterings, 1999); Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (United Nations, 2001); e diversos países¹⁰. No Brasil, o IBGE publicou os indicadores de desenvolvimento sustentável para 2002 (IBGE, 2002).

Os indicadores propostos por esses trabalhos, em geral refletem as prioridades globais, não visam a representação das especificidades locais. O estudo de indicadores utilizados no planejamento de municípios, conjunto de municípios e regiões deve-se somar a esses, bem como o levantamento de sua aplicação para diversos fins, nas diversas etapas do planejamento.

2.2.1. Definição

O termo indicador é definido pela OECD (1994, 1998) como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que aponta, fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área, e cujo significado excede aquele diretamente associado ao valor do parâmetro. Os indicadores têm a função de síntese e são desenvolvidos para propostas específicas. Parâmetro, por sua vez, é definido como uma propriedade que pode ser medida ou observada.

Um indicador ambiental pode ser definido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que fornece informações relevantes sobre variáveis definidas referentes a padrões ou tendências do estado do ambiente, a atividades humanas que afetam ou são afetadas pelo ambiente ou sobre relações entre variáveis (United States Environmental Protection Agency, 1995).

¹⁰ O histórico sobre o desenvolvimento de indicadores por essas organizações e países é apresentado por Hammond et al (1995) e uma pequena descrição de algumas dessas organizações internacionais pode ser encontrada em Gilpin (1995).

Segundo Hammond et al. (1995), os indicadores devem fornecer informação quantitativa, de forma simples e rapidamente compreensível, sendo resultado da aplicação de um modelo ou conjunto de considerações que relacionam o indicador a fenômenos mais complexos. Os autores apontam como principais características dos indicadores a capacidade de quantificar e simplificar a informação.

Gallopin (1994; citado por Winograd, 1995) inclui, no conceito de indicadores as informações que não são quantitativas, definindo indicador como variável nominal, ordinal ou cardinal (qualitativa ou quantitativa), selecionada para transmitir informação sobre as condições ou tendências de um atributo de um sistema.

Segundo a OECD (1994, 1998), as maiores funções de indicadores são reduzir o número de medidas e parâmetros utilizados para representar uma situação e simplificar o processo de comunicação pelo qual os resultados são fornecidos ao usuário.

Para a elaboração de indicadores, um conjunto de observações, dados e conhecimentos deve ser sistematicamente ordenado e condensado em informação chave. Os indicadores são agrupados para formar um sistema que serve como base para a avaliação do estado vigente e do desenvolvimento do sistema analisado. Em comparação com um sistema de relatório ambiental, os indicadores ambientais são caracterizados por um maior nível de agregação (Walz, 2000).

Em geral, a produção de informação para a tomada de decisão implica num processo de síntese e agregação, o qual é representado por Winograd (1995) como uma pirâmide (apresentada na Figura 2.13). Os índices ou indicadores são resultantes dessa síntese e se baseiam em dados primários ou estatísticas derivadas de sua análise.

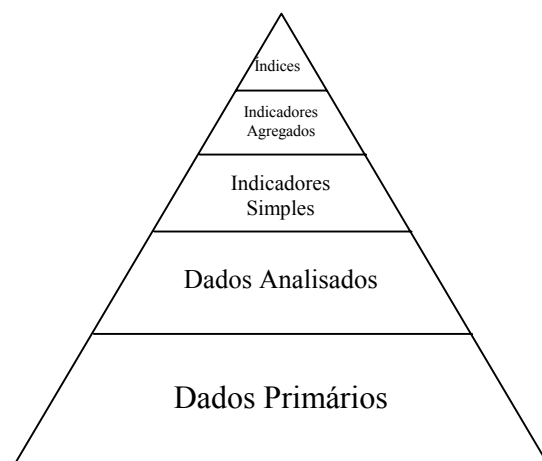


Figura 2.13. Pirâmide da informação.

Fonte: Modificado de Winograd (1995),

<http://www.ciat.cgiar.org/indicators/uneptciat/images/fig3pap.jpeg>.

É importante ressaltar que os indicadores simples são dados primários ou analisados que apresentam as funções de indicadores, ou seja, têm a capacidade de sintetizar a informação e simplificar o processo de comunicação.

Existem diferentes interpretações do termo índice, entre elas:

- conjunto de parâmetros ou indicadores agregados ou ponderados (OECD, 1994, 1998);
- resultado da combinação de várias variáveis ou parâmetros em um único valor, atribuindo um peso relativo a cada componente (Bakkes et al., 1994); e
- agregação de estatísticas e/ou indicadores que resume grande quantidade de informação relacionada e que utiliza algum processo sistemático para atribuir pesos relativos, escalas e agregação de variáveis em um resultado único (United States Environmental Protection Agency, 1995).

A segunda e a terceira definições permitem diferenciar índice e indicador agregado, sendo o segundo um conjunto de parâmetros ou indicadores simples, não envolvendo ponderações ou outras técnicas analíticas, como ocorre com os índices.

No processo de tomada de decisão, os indicadores e índices podem auxiliar a sintetizar um grande volume de informação técnica, a definir temas prioritários e medidas necessárias, a identificar problemas e áreas de ação, a fixar objetivos e metas de qualidade ambiental, e a medir e divulgar informações sobre tendências, evolução e condições do ambiente e dos recursos naturais (Winograd, 1995).

Para melhor compreender a abrangência dos indicadores ambientais, é ilustrativo o modelo para o ambiente fornecido por Bakkes et al (1994) e apresentado na Figura 2.14. Esse modelo retrata as interações entre o ambiente, a população e o sistema sócio-econômico. O ambiente é o espaço físico onde vive a população, no qual as pessoas estão expostas a fatores físicos, químicos e biofísicos. A população causa distúrbios no ambiente diretamente ou por intermédio do sistema sócio-econômico. O ambiente fornece espaço, materiais e energia ao sistema sócio-econômico e recebe alterações físicas e poluição em retorno. A sociedade pode responder com a reciclagem e a reparação de danos. A população recebe bens e serviços do subsistema sócio-econômico em troca dos recursos humanos e organização. Em razão dessas interações, os indicadores ambientais abrangem também aspectos populacionais e sócio-econômicos.

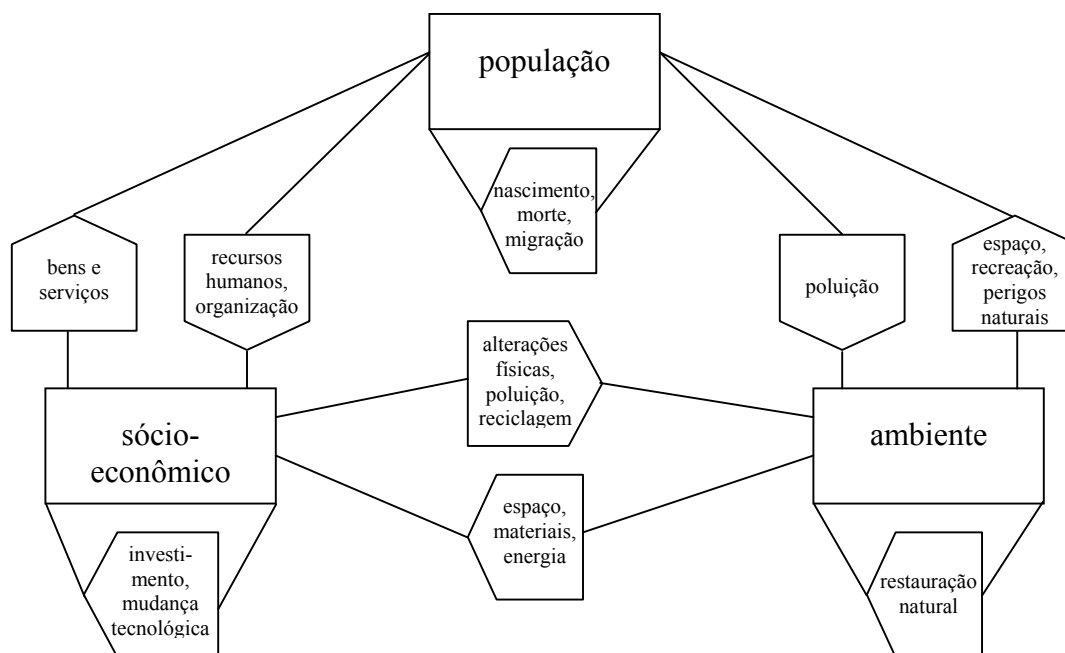


Figura 2.14. Modelo das interações entre ambiente, população e sistema sócio-econômico.

Fonte: Modificado de Bakkes et al. (1994), pg. 2.

Por serem abrangentes, os indicadores ambientais são utilizados como indicadores de desenvolvimento sustentável. Porém, como analisa Walz (2000), nem todos os problemas ambientais são considerados importantes para o desenvolvimento sustentável. Além disso, em geral, os indicadores ambientais priorizam os aspectos ambientais e consideram os aspectos sociais e econômicos na medida em que esses se apresentam diretamente relacionados a eles. Bakkes et al. (1994), por exemplo, utilizam o termo *indicadores sócio-econômicos ambientais* para explicitar que a seleção dos dados populacionais e sócio-econômicos é ambientalmente orientada, não tendo como objetivo uma revisão completa sobre esses subsistemas. Portanto, o uso de indicadores ambientais como indicadores de desenvolvimento sustentável requer uma adaptação ou reavaliação pois pode apresentar lacunas em relação a aspectos econômicos e sociais necessários à análise do desenvolvimento sustentável, ou ainda, pode realçar aspectos de menor importância¹¹.

¹¹ Cabe ainda ressaltar que a falta de consenso na definição de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável tem-se mostrado problemática em termos operacionais (Cabtree e Bayfield, 1998), o que dificulta a seleção de um conjunto de indicadores abrangentes.

2.2.2. Modelos para a classificação de indicadores

Bakkes et al. (1994), enfatizam a importância da classificação dos indicadores segundo algum modelo, citando que ela não representa apenas uma atividade intelectual mas permite uma maior compreensão de quais indicadores devem ser utilizados para a obtenção de uma melhor descrição do sistema e quais indicadores podem ser agrupados para a obtenção de um possível índice.

Esses modelos, além de orientarem na seleção e elaboração de indicadores, também podem auxiliar na sistematização do conjunto de indicadores propostos e descritos na literatura. Eles são baseados em abordagens que podem ser, segundo Maclaren (1996):

- causais, que se orientam pela noção de causa e efeito;
- baseadas em domínio, que se estruturam a partir das dimensões chave de sustentabilidade, ou seja, ambiente, economia e sociedade;
- baseadas em metas, que partem da identificação das metas, por exemplo, capacidade suporte, necessidades humanas básicas, bem-estar social, prosperidade econômica, participação no governo etc.;
- setoriais, que definem indicadores para cada setor sob a responsabilidade do governo, como moradia, saúde, recreação, transporte, ambiente, desenvolvimento econômico; e
- baseadas em assuntos de interesse da comunidade como manejo do lixo, poluição do ar, educação, emprego etc.

A seguir, são apresentados alguns modelos para a classificação de indicadores ambientais e os tipos de indicadores resultantes de sua aplicação.

O primeiro é o modelo Pressão-Estado-Resposta desenvolvido pela OECD (1994, 1998) para o estudo de indicadores ambientais globais (Figura 2.15). Esse modelo vem sendo aceito e adotado internacionalmente. Ele é baseado no conceito de causalidade: as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando sua qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado. A sociedade responde a essas mudanças mediante políticas ambientais, econômicas ou setoriais (a resposta da sociedade). Embora esse modelo

possa sugerir uma interação linear entre atividades e ambiente, deve-se considerar que tais relações são complexas. A partir dele são especificados três tipos de indicadores ambientais:

- indicadores da pressão ambiental - descrevem as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, incluindo a quantidade e qualidade dos recursos naturais;
- indicadores das condições ambientais ou de estado - referentes à qualidade do ambiente e à qualidade e quantidade dos recursos naturais. Eles devem fornecer uma visão da situação do ambiente e sua evolução no tempo, não das pressões sobre ele; e
- indicadores das respostas sociais - são medidas que mostram a resposta da sociedade às mudanças ambientais, podendo estar relacionadas à mitigação ou prevenção dos efeitos negativos da ação do homem sobre o ambiente, à paralisação ou reversão de danos causados ao meio, e à preservação e conservação da natureza e dos recursos naturais.

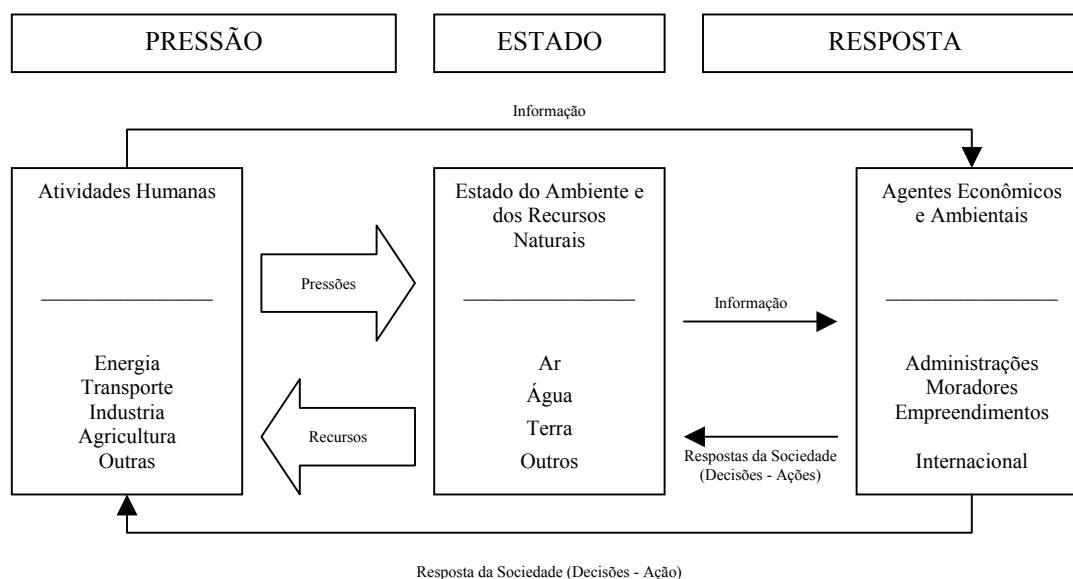


Figura 2.15. Modelo Pressão-Estado-Resposta.

Fonte: Adaptado de OECD (1994), p. 11.

As pressões sobre o ambiente, nesse modelo, são reduzidas àquelas devidas às atividades humanas, desconsiderando as causadas por ação da natureza. No entanto, sabe-se que os eventos naturais também podem causar impacto ambiental, sendo fontes de pressão¹².

Os indicadores ambientais de pressão, estado e resposta são ainda agrupados pela OECD (1994) por temas: mudança climática, diminuição da camada de ozônio, eutrofização, acidificação, contaminação tóxica, qualidade ambiental urbana, biodiversidade, paisagens culturais, resíduos, recursos hídricos, recursos florestais, recursos pesqueiros, degradação do solo (desertificação e erosão) e indicadores gerais.

A OECD (1998) propõe ainda a divisão dos indicadores por setores, como transportes, energia e agricultura. O objetivo é melhor integrar os aspectos ambientais às políticas setoriais.

Bakkes et al. (1994) propõem um modelo tridimensional para classificação dos indicadores, ou seja, o estabelecimento de três classificações simultâneas. Uma primeira se baseia nos propósitos de uso dos indicadores.

Tunstall (1992; citado por Bakkes et al., 1994) identifica cinco propósitos de uso: avaliar as condições ambientais e as tendências em escala nacional, regional ou global; comparar países e regiões; elaborar prognósticos; fornecer informações preventivas; e avaliar as condições existentes em relação às metas estabelecidas.

Bakkes et al. (1994) associam os propósitos de uso de indicadores a três diferentes fases da política ambiental: identificação dos problemas, formulação de políticas e monitoramento do desempenho das políticas ambientais.

No caso de planejamentos ambientais, os propósitos de uso dos indicadores podem ser relacionados aos objetivos do planejamento e às etapas envolvidas. Por exemplo, indicadores utilizados na etapa de diagnóstico podem diferir daqueles desenvolvidos para o monitoramento e avaliação das ações implementadas.

A segunda classificação se baseia no assunto, que pode ser expresso por um compartimento do ambiente - exemplo: ar ou água - ou um tema - exemplo: fertilização ou

¹² Nesse caso, considera-se impacto ambiental como toda ação ou atividade, natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo o ambiente ou apenas em alguns de seus componentes (Ab'Saber et al., 1997), complementando a definição apresentada na Resolução CONAMA 01/86.

acidificação. A terceira se baseia nas relações de causa e efeito, como as estabelecidas no modelo Pressão-Estado-Resposta sugerido pela OECD. A segunda e terceira classificações se assemelham às empregadas no modelo proposto pela OECD (1994, 1998).

Em uma proposta de desenvolvimento de indicadores para o monitoramento do desenvolvimento sustentável de países mediante a implementação da Agenda 21, o Departamento de Coordenação Política e Desenvolvimento Sustentável (Department for Policy Coordination and Sustainable Development - DPCSD) da Divisão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável propõe a classificação dos indicadores segundo o modelo Força Motriz-Estado-Resposta, adaptado do modelo Pressão-Estado-Resposta. Segundo os autores, o termo força motriz seria mais apropriado para reunir indicadores econômicos, sociais e institucionais. Nesse caso, os indicadores das forças motrizes descreveriam as atividades humanas, processos e padrões de impacto sobre o desenvolvimento sustentável (Development Watch, 1999).

Com base nesse modelo, a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas organizou um programa de trabalho para o desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável, com abrangência nacional, que fossem acessíveis aos tomadores de decisão. Como resultado desse trabalho, são propostos 58 indicadores de desenvolvimento sustentável, cuja descrição e métodos são fornecidos em um relatório da Divisão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (United Nations, 2001). Com base nos trabalhos da CSD e realizando adaptações para as particularidades brasileiras, o IBGE desenvolveu 50 indicadores de desenvolvimento sustentável e apresenta seus resultados em termos de sua evolução recente e diferenciações no Território Nacional (IBGE, 2002).

Gouzee et al. (1995) e Hammond et al. (1995), partindo do modelo Pressão-Estado-Resposta sugerem o agrupamento dos indicadores ambientais em quatro categorias e propõem o uso de índices para cada uma delas:

- a) medidas do uso dos recursos renováveis e não renováveis, que potencialmente causam a redução dos recursos e a degradação dos sistemas biológicos; refletem o que retiramos do ambiente (*source indicators*);
- b) medidas de poluição e resíduos liberados no ambiente; refletem o que introduzimos no ambiente (*sink-indicators*);

- c) medidas da situação e risco do ambiente, o qual mantém a biodiversidade e fornece outros benefícios que vão da retenção de água à reciclagem de nutrientes; refletem a redução da habilidade do ambiente em fornecer tais benefícios à medida que ele é degradado pela expansão das atividades humanas (*life support indicators*); e
- d) medidas do impacto das condições do ambiente sobre a saúde e o bem-estar humano; refletem as ameaças ao bem-estar da população por fatores como a poluição do ar e da água, entre outros (*human impact/exposure indicators*).

Segundo os autores, essas categorias descrevem quatro tipos de interações entre as atividades humanas e o ambiente. O primeiro reflete o uso dos recursos naturais pelas atividades humanas e a retirada de materiais e energia do ambiente, o qual é considerado como fonte (*source*), em um processo que potencialmente exaure os recursos ou degrada a habilidade do ambiente em provê-los. O segundo se refere aos fluxos de resíduos e poluentes que retornam ao ambiente, o qual é considerado como depósito (*sink*), em um processo que também o degrada. Esses dois primeiros tipos de interações estão relacionados ao desenvolvimento de atividades econômicas, as quais podem ser reunidas em setores como o energético, a agropecuária etc. Indicadores ambientais dessas duas categorias potencialmente contêm importantes informações sobre a sustentabilidade de certos setores econômicos, sendo ainda que os indicadores de fonte podem ser descritos em termos econômicos ou físicos. O terceiro tipo de interação representa a ação das atividades humanas que direta ou indiretamente altera o ambiente e prejudica os ecossistemas em um processo que potencialmente reduz sua capacidade de dar suporte à vida (*life support*), ou seja, a capacidade de fornecer os meios necessários à sobrevivência e à reprodução das espécies. O quarto e último tipo se refere ao bem estar humano que é diretamente afetado pelas condições ambientais locais e que varia grandemente entre diferentes grupos sociais e econômicos. Os indicadores ambientais, nesse caso, devem estar relacionados principalmente a indicadores e índices sociais.

Embora o modelo proposto possa ser aplicado para descrever as pressões das atividades humanas sobre o ambiente, o estado do ambiente e as respostas da sociedade, Gouzee et al. (1995) e Hammond et al. (1995) se restringiram aos indicadores de pressão justificando que melhor satisfazem os critérios estabelecidos no trabalho, possibilitando o uso por diversos países e fornecendo as bases para avaliar o desempenho de políticas ambientais.

Hammond et al. (1995) salientam como vantagem do uso de índices a simplificação ao selecionar uma única medida para cada tema ambiental de interesse a partir da agregação de dados relacionados a esses temas. A agregação de dados, nesse caso, é realizada por meio de métodos de ponderação baseados em princípios científicos relacionados aos temas em estudo, mas também pode ser baseada em princípios econômicos, por exemplo, os métodos que utilizam técnicas de valoração econômica.

O uso de índices não é consensual entre os países e organismos internacionais. Bakkes et al. (1994) descreve o que Ott (1978; citado por Bakkes et al., 1994) denominou a "clássica dicotomia das visões em torno dos índices ambientais". Uma visão defende que os dados devem ser disponibilizados na forma mais completa apesar da complexidade resultante. A visão oposta prefere dados da forma mais simples possível, idealmente um único índice, apesar da distorção resultante do processo de simplificação.

O governo do Reino Unido, identificando restrições ao emprego de índices, adotou como estratégia o uso de 150 indicadores para o monitoramento e elaboração de relatório sobre o desenvolvimento sustentável (United Kingdom, 2001). Nesse trabalho, os índices não são considerados cientificamente válidos ou tecnicamente robustos, sendo criticados devido à subjetividade da escolha de seus componentes e dos critérios para a sua ponderação. Argumenta-se ainda que variações na escolha desses componentes ou de sua ponderação podem apresentar diferentes resultados, o que pode levar a enganos em sua interpretação. Também é apontada como desvantagem a dificuldade do público em compreendê-los e perceber como suas ações podem influir na alteração de seus resultados. No modelo desenvolvido pelo Reino Unido, é proposto o uso de um conjunto de indicadores para cada tema ou objetivo relacionado à estratégia estabelecida para o desenvolvimento sustentável e um conjunto de quinze indicadores chave (*key headline indicators*) relacionados a esses temas e objetivos.

Winograd (1995) e Bakkes et al. (1994) salientam que, quanto menos definidas forem as metas e objetivos, menos apropriado é o uso de indicadores agregados ou índices. Nesses casos, preferem-se dados e indicadores simples para identificar os problemas e áreas prioritárias. Winograd (1995) estabelece uma relação entre escala, nível de informação e uso,

identificando os casos em que o uso de indicadores simples ou índices são mais apropriados (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Relação entre escala, nível de informação e uso.

Fonte: Modificado de Winograd (1995),

<http://www.ciat.cgiar.org/indicators/uneptciat/images/fig9pap.jpeg>.

ESCALA	NÍVEL DE INFORMAÇÃO	USO
GLOBAL	Índices e Indicadores Agregados	Acompanhamento de temas prioritários e áreas com problemas. Negociação e definição de políticas e ações.
REGIONAL/ CONTINENTAL	Índices, Indicadores Agregados e Indicadores Simples	Identificação e acompanhamento de temas prioritários e áreas com problemas. Definição de estratégias e ações.
NACIONAL	Índices, Indicadores Agregados e Indicadores Simples	Identificação e acompanhamento de áreas com problemas. Definição de estratégias e ações. Análise de causas, efeitos e respostas potenciais
LOCAL	Indicadores Simples Dados Analisados	Identificação de temas prioritários. Análise, acompanhamento e verificação de ações e respostas.

Para Winograd (1995), o uso de indicadores ou índices pode ser visto num contexto dinâmico, sendo alterados conforme evoluem o conhecimento e a percepção dos problemas ambientais. Uma visão idealizada corresponderia ao processo de síntese dos dados ilustrado pela pirâmide apresentada na Figura 2.13, o qual levaria à obtenção de um único índice por tema. Também a escolha de índices ou indicadores, segundo Winograd (1995) pode ser feita em função do público. Enquanto os técnicos e especialistas podem necessitar de informações detalhadas, os tomadores de decisão e o público em geral podem não se interessar por detalhes e preferir quadros resumidos ou índices e indicadores agregados.

Heinemann et al. (1999) propõem o uso de uma pirâmide de indicadores ambientais diagnósticos, porém sem o uso de índices. No topo dessa pirâmide, deve-se ter um indicador global do sistema, idealmente um indicador simples que pode ser monitorado a baixo custo. Enquanto ele estiver dentro dos padrões aceitáveis não são necessários outros indicadores.

Quando ele indicar alterações no sistema, torna-se necessário passar ao próximo nível da pirâmide, onde se tem um conjunto de indicadores com informações mais detalhadas sobre o sistema, cujos custos para obtenção são mais elevados.

Outro modelo, para o estudo de indicadores ambientais e de sustentabilidade para a América Latina e o Caribe, é apresentado por Winograd (1995). Ele é denominado Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta e os tipos de indicadores são ampliados para cinco:

- indicadores da pressão sobre o ambiente - observam as causas dos problemas ambientais, conseqüentes das interações sociedade-natureza;
- indicadores do estado do ambiente - referem-se à qualidade do ambiente em função dos efeitos das ações antrópicas, sendo relacionados ao estado do ambiente físico, químico, biológico, às condições dos ecossistemas e das funções ecológicas, incluindo ainda o estado da sociedade e da população;
- indicadores do impacto sobre o ambiente e a sociedade - referem-se aos efeitos ou impactos das interações sociedade-natureza, principalmente sobre as funções ecológicas, os ecossistemas, os recursos, a sociedade e a população;
- indicadores das respostas sobre o ambiente - referem-se às medidas tomadas pela sociedade como resposta às pressões e seus efeitos sobre o ambiente, sendo dirigidas a melhorar ou melhor utilizar os recursos naturais e mitigar os efeitos sobre o ambiente e seus serviços; e
- indicadores dos progressos para a sustentabilidade - são indicadores prospectivos que ajudam a identificar as possíveis pressões, efeitos e respostas considerando cenários alternativos; baseiam-se em simulações e projeções futuras.

Uma versão modificada desse modelo é apresentada por Winograd e Uribe (1996), em que os indicadores dos progressos para a sustentabilidade são substituídos por indicadores de gestão, os quais permitem observar o uso dos instrumentos e mecanismos de gestão, a capacidade institucional, e a execução de normas, planos e projetos. São usados para observar os progressos das ações e as políticas a serem criadas, reforçadas ou eliminadas para reduzir a degradação ambiental.

Os indicadores ambientais levantados por Winograd (1995) são apresentados por temas regionais, ou seja, temas selecionados em função dos problemas e áreas considerados

prioritários para a América Latina e o Caribe. Os temas propostos são: população, desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e humano, agricultura e alimentação, florestas e savanas, ecossistemas e uso das terras, biodiversidade, recursos costeiros, águas doces, energia e transporte, atmosfera e clima, eventos naturais, indústria e materiais, e resíduos.

A dificuldade na aplicação desse modelo, como no caso dos demais modelos causais, está em diferenciar causas e efeitos das interações sociedade-natureza, o que nem sempre é possível dado que os efeitos de determinadas ações são causas de outros. Na prática, segundo OECD (1994), a distinção entre as condições ambientais e as pressões podem ser ambíguas, e é comum a substituição de indicadores de estado por indicadores de pressão pois pode ser difícil e de custo elevado a obtenção de medidas das condições ambientais.

Smeets e Weterings (1999) descrevem um modelo para o desenvolvimento de indicadores ambientais proposto pela Agência Ambiental Européia (European Environment Agency - EEA). O modelo, identificado como Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (*Driving Force-Pressure-State-Impact-Response*) é apresentado na Figura 2.16. Segundo eles, o desenvolvimento social e econômico exerce pressão sobre o ambiente e, em consequência, o estado do ambiente muda, como as condições de saúde, disponibilidade de recursos e biodiversidade. Isso causa impactos na saúde humana, nos ecossistemas e recursos, e pode conduzir a respostas da sociedade sobre as forças motrizes ou diretamente sobre as pressões ou o estado. Nesse caso, as forças motrizes descrevem o desenvolvimento social, demográfico e econômico da sociedade e as correspondentes mudanças no estilo de vida, níveis de consumo e padrões de produção, as quais causam pressões ao ambiente.

A aplicação desse modelo segue ainda uma tipologia criada para os indicadores, os quais são classificados em:

- indicadores descritivos - usados para descrever o que está acontecendo com o ambiente e a população, sendo subdivididos em Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta;
- indicadores de desempenho - usados para comparar as condições reais com um conjunto de condições de referência, medindo a "distância" entre a situação ambiental existente e a desejada (alvo);

- indicadores de eficiência - são usados para indicar a eficiência dos produtos e processos em termos dos recursos usados e das emissões e resíduos gerados por unidade de produto desejado; e
- indicadores de bem estar total - seu objetivo é integrar as dimensões econômica, social e ambiental como medida total de bem estar.

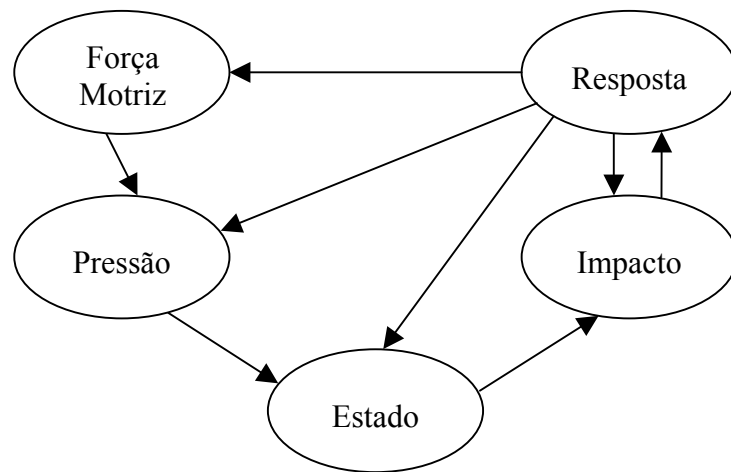


Figura 2.16. Modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta.

Fonte: Adaptado de Smeets e Weterings (1999), pg. 6.

Cairns et al. (1993) apresentam um modelo para a seleção e o desenvolvimento de indicadores de saúde ambiental de um programa de monitoramento de longo prazo. O modelo se baseia em três questões críticas referentes ao manejo de ecossistemas:

- a) Os objetivos estão sendo atingidos?
- b) Se os objetivos não estão sendo atingidos, qual a causa dessa desconformidade?
- c) Como se pode prever a desconformidade, antes de detectar sua ocorrência?

Com base nessas questões, definem três tipos de indicadores: de conformidade, diagnóstico e preventivo. O modelo é apresentado esquematicamente na Figura 2.17.

Os indicadores de conformidade são selecionados para julgar se os objetivos referentes à restauração ou manutenção da qualidade ambiental estão sendo cumpridos. Eles

são empregados para verificar se certos impactos ocorreram ou continuam a ocorrer, afetando as condições ambientais. Esses indicadores devem ser os mais fáceis de identificar no monitoramento e de comunicar ao público e aos administradores. Atributos referentes a populações de valor econômico ou estético são exemplos desse tipo de indicador.

Os indicadores diagnósticos auxiliam na identificação das causas de desconformidade. Seu uso se justifica porque as causas da deterioração dos ecossistemas nem sempre são óbvias ou simples, sendo necessárias informações específicas sobre elas. Informações sobre mudanças da qualidade ou quantidade de recursos ou *habitats*, ou ainda, da quantidade de elementos tóxicos na água, por exemplo, podem estar correlacionadas a mudanças no nível de indicadores biológicos.

Os indicadores preventivos são empregados com a função de identificar problemas antes que eles possam causar impactos ao ecossistema. Os indicadores de conformidade não exercem tal função porque eles são escolhidos para indicar a manutenção de condições evidentes, as quais, geralmente, requerem substancial esforço para sua restauração (por exemplo, a redução da população de uma determinada espécie). O uso de indicadores preventivos em conjunto com indicadores diagnósticos permite a implementação de estratégias de manejo preventivo.

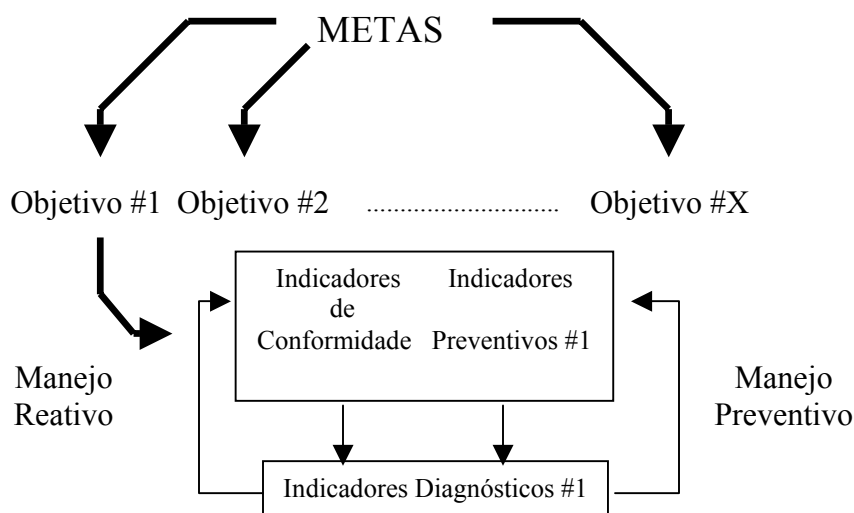


Figura 2.17. Modelo para a seleção e o desenvolvimento de indicadores.

Fonte: Adaptado de Cairns et al. (1993), p. 8.

Os autores citam ainda que os dados são geralmente coletados considerando um dos cinco propósitos:

- avaliação das condições do ambiente, relacionada aos indicadores de conformidade;
- documentação de tendências das condições através do tempo, seja de degradação ou reabilitação, relacionada aos indicadores de conformidade e, algumas vezes, aos indicadores preventivos;
- antecipação de condições de risco prevenindo a ocorrência de impactos, relacionada aos indicadores preventivos;
- identificação dos agentes causadores propiciando ações de manejo adequadas, relacionada aos indicadores diagnósticos; e
- demonstração da interdependência entre indicadores das áreas biogeoquímica e sócio-econômica.

Esse último propósito, segundo os autores, permite a incorporação das relações interdependentes entre indicadores dessas duas áreas em um plano de monitoramento. Os efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas têm sido documentados há anos, porém

os efeitos adversos da degradação do ecossistema sobre as atividades humanas têm sido menos documentados e subestimados.

2.2.3. Critérios para a seleção de indicadores

Os indicadores são utilizados para várias propostas, sendo necessário definir critérios para sua seleção.

A OECD (1994, 1998) apresenta alguns critérios para a seleção de indicadores, reunidos em três grupos denominados "básicos": relevância política, capacidade de análise e mensurabilidade.

Em relação à relevância política e utilidade para os usuários, um indicador deve:

- apresentar um quadro representativo das condições ambientais, das pressões sobre o ambiente ou das respostas da sociedade;
- ser simples, fácil de interpretar e capaz de mostrar tendências através do tempo;
- ser sensível a mudanças no ambiente e considerar as atividades humanas;
- proporcionar uma base para comparações internacionais;
- ter abrangência nacional ou ser aplicado regionalmente, porém com importância nacional;
- e
- apresentar limiares ou valores de referência associados, para que o usuário possa saber a significância do seu valor.

Em relação à capacidade de análise, um indicador deve:

- ser teoricamente bem fundamentado em termos técnicos e científicos;
- ser baseado em padrões internacionais e consensos internacionais sobre sua validade; e
- permitir seu uso em modelos econômicos, prognósticos e sistemas de informação.

Em relação à mensurabilidade, um indicador deve ser alimentado por dados que são:

- prontamente disponíveis ou disponíveis a uma relação custo/benefício razoável;
- adequadamente documentados e de boa qualidade; e
- atualizados em intervalos regulares.

A OECD (1994, 1998) ressalva que esses critérios, por descreverem um indicador ideal, dificilmente são encontrados na prática. Portanto, embora sejam indicativos de qualidade, não devem ser considerados de forma absoluta, sem uma análise mais detalhada do contexto em que os indicadores são utilizados.

Na elaboração da informação ambiental e seleção dos indicadores, deve-se sempre considerar que:

- o melhor conjunto de indicadores depende dos objetivos do trabalho, que são definidos em função das necessidades dos usuários (OECD, 1994; Gouzee et al., 1995; Hammond et al., 1995; Winograd, 1995; Maclaren, 1996). Metas e objetivos incertos ou ambíguos podem levar ao uso de variáveis inadequadas, medidas no local errado, no período errado e com pequena precisão e confiabilidade (Noss e Cooperrider, 1994; citados por Dale e Beyeler, 2001);
- os critérios para a seleção de indicadores podem assumir diferentes pesos em função dos diferentes propósitos de uso (Bakkes et al., 1994);
- os indicadores devem ser parte de um processo e não um fim em si (Stirling, 1999); devem priorizar o uso da informação e não sua obtenção (Heinemann et al., 1999);
- uma das principais funções dos indicadores é a comunicação (Smeets e Weterings, 1999). A informação deve ser elaborada para atender o usuário e, portanto, deve ser compreendida por ele (Gouzee et al., 1995; Hammond et al., 1995; Maclaren, 1996; United Kingdom, 2001). Os indicadores são apenas ferramentas de análise e, muitas vezes, precisam ser complementados por informações adicionais para evitar interpretações errôneas. Em alguns casos, para compreendê-los é necessária a complementação com textos e análises. Ou ainda, com ferramentas que permitam sua visualização (OECD, 1994; Winograd, 1995);
- é importante a apresentação de valores de referência que permitam estabelecer comparações entre valores desejáveis e obtidos (Bakkes et al., 1994; OECD, 1994; United Kingdom, 2001);
- as informações devem ser compatíveis com a escala de trabalho e a abrangência da área de estudo (Winograd, 1995);

- os indicadores devem ser relatados e interpretados dentro de seu contexto, considerando as condições ecológicas, geográficas, sociais, econômicas e estruturais nas quais eles se inserem (OECD, 1994);
- quando for importante a análise da evolução, os indicadores devem ter a capacidade de expressar as mudanças em uma escala de tempo compatível com os problemas (Gouzee et al., 1995; Maclaren, 1996);
- devem ser cientificamente válidos (OECD, 1994; United Kingdom, 2001). Por serem modelos de uma realidade mais complexa, esse modelo e sua métrica devem ser elaborados cientificamente e explicitados (Gouzee et al., 1995; Heinemann et al., 1999; Walz, 2000);
- devem ser alimentados por dados prontamente disponíveis ou disponíveis a uma relação custo/benefício razoável, adequadamente documentados e de boa qualidade, atualizados em intervalos regulares (OECD, 1994; United Kingdom, 2001); e
- devem ser revistos e refinados quando necessário (Heinemann et al., 1999).

Winograd (1995), baseando-se em outros trabalhos propõe um conjunto de critérios para a seleção de indicadores. Esse conjunto é dividido em três grupos básicos considerando a confiabilidade dos dados, a relação com os problemas e prioridades e a utilidade para o usuário.

Na Tabela 2.4 são apresentados os critérios para a seleção reunidos nos três grupos citados. A maior dificuldade para o emprego desses critérios é a ausência de uma descrição detalhada de cada um deles e dos modos de avaliá-los.

Tabela 2.4. Principais critérios para a seleção de indicadores.

Fonte: Modificado de Winograd (1995), p. 18.

CONFIABILIDADE DOS DADOS	RELAÇÃO COM OS PROBLEMAS	UTILIDADE PARA O USUÁRIO
Validade científica	Representatividade	Aplicabilidade
Mensurabilidade	Conveniência de escalas	Não redundância
Disponibilidade	Cobertura geográfica	Compreensividade e interpretabilidade
Qualidade	Sensibilidade às mudanças	Valor de referência
Custo-eficiência de obtenção	Especificidade	Retrospectivo-preditivo
Séries temporais	Conectividade	Comparabilidade
Acessibilidade		Oportunidade

Um critério que é ressaltado como importante para os indicadores é a capacidade dele ser medido, porém nem todos os indicadores são numéricos. Gallopin (1994; citado por Gallopin, 1997) propõe o uso de indicadores de sustentabilidade que ele denomina indicadores de situação, representando uma função não numérica entre variáveis não numéricas de pressão (ou força motriz) e estado. As variáveis de estado são as características dos diferentes tipos de paisagem, que expressam seu potencial de uso ou fragilidade; e as variáveis de pressão se referem ao tipo de uso. A integração dessas variáveis, permite identificar as condições de sustentabilidade, cujo resultado é ordinal e não numérico - seus resultados apontam as condições não adequadas, condições em que não se observam problemas *a priori* e aquelas em que se identificam oportunidades potenciais não utilizadas. O autor propõe o uso desse indicador de pressão como alternativa aos indicadores de qualidade da terra baseados somente em mudanças de uso da terra (em área ou porcentagem). Um exemplo do uso de indicadores de situação para o planejamento de uso da terra pode ser visto em Smith e McDonald (1998).

Outro critério muitas vezes colocado como importante para os indicadores é sua padronização e uso por diversos países. A OECD (1994) salienta que a padronização das informações é necessária para facilitar estudos comparativos e elaboração de políticas integradas, seja entre locais, regiões ou países. Nesses casos, os indicadores que podem ser padronizados apresentam maior utilidade. Porém não há um método simples para a padronização ou a comparação entre parâmetros ambientais, principalmente devido à diversidade de definições e métodos de medida.

Bakkes et al. (1994) esclarecem que os indicadores, por serem específicos do processo ao qual fazem parte, são adequados em alguns casos e não o são em outros. Dessa forma, não há um único conjunto de indicadores ambientais universais. Alguns temas de abrangência global, por exemplo, a proteção da camada de ozônio, requerem o uso de indicadores internacionalmente comparáveis. Mas, a decisão que envolve questões de abrangência nacional, regional ou local pode requerer um conjunto específico de indicadores.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos descritos neste capítulo foram elaborados com base nos objetivos deste trabalho, compondo-se de três etapas. Na primeira etapa foi realizada uma revisão bibliográfica e a análise de um conjunto de diagnósticos ambientais visando o levantamento dos dados, métodos e indicadores utilizados, bem como de critérios empregados para sua seleção. Com base nas informações reunidas, na segunda etapa se desenvolveu uma proposta de método para a análise de diagnósticos de planejamentos ambientais. Essa proposta se baseou na definição de um conjunto de critérios e de regras para sua aplicação na avaliação os dados utilizados, métodos empregados e indicadores elaborados nos diagnósticos. A proposta envolveu ainda a definição de um procedimento para a ponderação dos critérios e a seleção de um método multicriterial para análise conjunta dos critérios estabelecidos. Na última etapa da seqüência metodológica o método proposto foi aplicado em um estudo de caso.

Um esquema da seqüência metodológica empregada é apresentado na Figura 3.1.

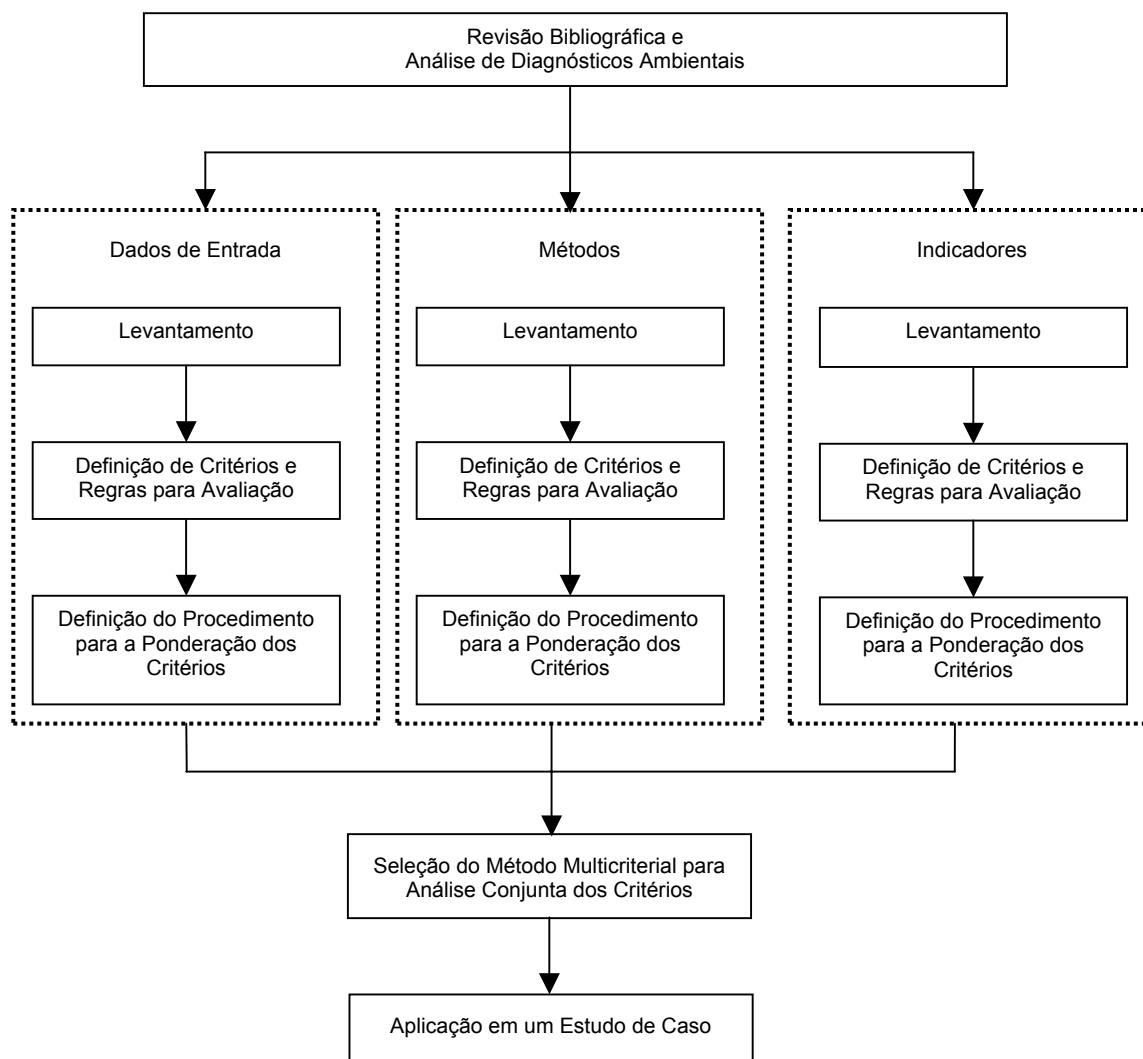


Figura 3.1. Esquema da sequência metodológica empregada.

Neste estudo, o diagnóstico é compreendido como uma etapa do processo de planejamento que envolve uma série de procedimentos metodológicos, visando a obtenção de um conjunto de dados e sua análise de forma integrada para a elaboração de informações sobre o ambiente. Uma representação esquemática da sequência de procedimentos metodológicos usualmente adotados na etapa de diagnóstico é apresentada na Figura 3.2.

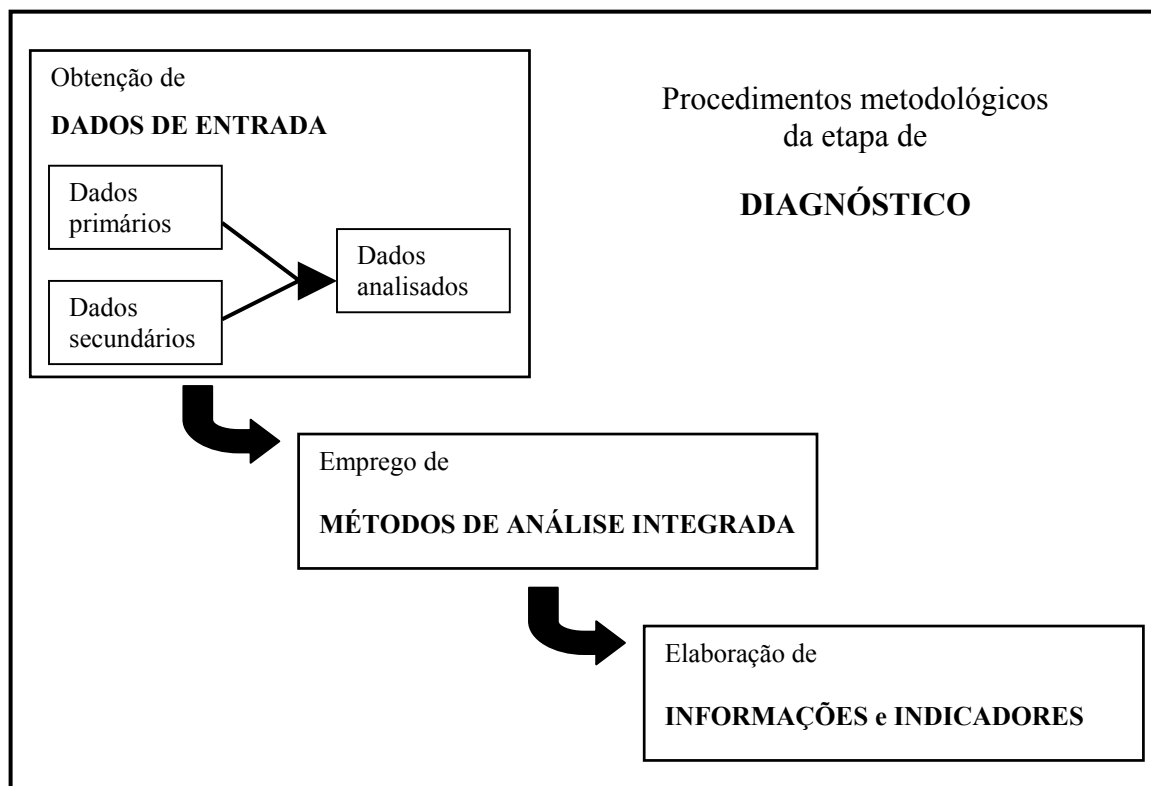


Figura 3.2. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos usualmente adotados na etapa de diagnóstico da planejamntos ambientais.

Os dados de entrada abrangem diversos temas e são provenientes de diversas fontes podendo ser dados secundários (estatísticas, séries de medições, mapas cartográficos ou temáticos, relatos históricos, entre outros); dados primários obtidos como resultado de medições, observações e coletas em campo, incluindo resultados de entrevistas, aplicação de questionários etc.; ou ainda, o resultado de análises visando a elaboração de novos dados (dados analisados), que muitas vezes são apresentados na forma de produtos temáticos.

Os dados de entrada precisam ser analisados em conjunto para a compreensão do ambiente objeto do diagnóstico, o que é feito mediante o emprego de métodos que pressupõem uma análise integrada dos dados, realizada de forma interdisciplinar.

Como resultado da análise integrada, têm-se informações que sintetizam o conjunto de dados de entrada e representam as condições do ambiente.

Embora a apresentação de indicadores ambientais na etapa de diagnóstico não seja comum, nessa etapa são elaboradas informações sobre o ambiente com características de indicadores. Observando as definições e funções atribuídas aos indicadores ambientais, podem-se identificar os indicadores da etapa de diagnóstico como sendo as informações elaboradas e selecionadas para representar as condições do ambiente, seu estado e as atividades humanas que afetam ou são afetadas por ele.

Entende-se que o diagnóstico também pode gerar indicações ou recomendações em subsídio às etapas subsequentes do planejamento, de formulação de alternativas de ação e sua escolha.

O diagnóstico envolve um processo de síntese para a produção de informação que se assemelha ao processo de síntese da produção de informação para a tomada de decisão representado por Winograd (1995) por uma pirâmide (Figura 2.13). No presente trabalho, enfoca-se a informação elaborada como resultado do diagnóstico, independente do nível de síntese obtido (indicador simples, agregado ou índice), sendo utilizado de forma genérica o termo indicador.

3.1. LEVANTAMENTO E DESCRIÇÃO DOS DADOS, MÉTODOS E INDICADORES

Uma revisão bibliográfica foi realizada para reunir e descrever os procedimentos metodológicos empregados na etapa de diagnóstico de planejamento ambiental, bem como os critérios utilizados para a definição dos procedimentos adotados. A revisão abrangeu os periódicos que reúnem trabalhos referentes a planejamentos ambientais e publicações de instituições que atuam nessa área.

De uma forma geral, os trabalhos levantados na revisão bibliográfica podem ser divididos em dois tipos: os relatórios de planejamento, contendo informações sobre os métodos utilizados, o conjunto de dados levantados e analisados e seus resultados; e outros tipos de trabalhos (resumos, artigos, capítulos de livros, entre outros), os quais, geralmente, não descrevem todo o procedimento metodológico empregado, apresentando uma descrição parcial do planejamento ou de métodos empregados. Ambos foram usados para a

fundamentação teórica e definição dos critérios de análise dos diagnósticos. Os relatórios de planejamento, por trazerem informações mais completas, foram ainda usados para caracterizar os dados utilizados, métodos empregados e indicadores elaborados nessa etapa.

Cabe ainda ressaltar a dificuldade para a obtenção de relatórios de planejamentos ambientais. Muitos não são publicados, sendo pertencentes à instituição que contratou os serviços ou que os executou, não sendo disponibilizados. E, dentre esses, muitos relatórios são encontrados apenas na versão preliminar. Diante disso, a seleção dos trabalhos utilizados se baseou principalmente na disponibilidade de relatórios que descrevessem os procedimentos metodológicos empregados no diagnóstico.

Na seleção dos relatórios, buscou-se obter exemplos de diagnósticos de planejamentos ambientais que objetivassem a elaboração de zoneamentos ambientais, de planos de bacias hidrográficas e de planos de manejo de unidades de conservação, realizados por diferentes órgãos. Não foram incluídos os estudos de impacto ambiental e planejamentos urbanos por apresentarem características próprias e diversas dos trabalhos analisados. Devido à sua abrangência, a análise desses dois tipos de planejamento mereceria um estudo à parte, o que não constitui o objetivo do presente trabalho.

Foram reunidos onze relatórios de planejamento ambiental para análise:

- Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (São Paulo, 1990),
- Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso (Sánchez, 1992),
- Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-Bacias Oeste Baiano e Sobradinho (Nou e Costa, 1994),
- Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás (Moreira, 1995),
- Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Brasil, 1997),
- Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual Intervales (São Paulo, 1998),
- Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá (Amapá, 2002),
- Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal (Silva, 2000),

- Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu (IBAMA/FUPEF, 2000),
- Plano da Bacia do Alto Tietê (FUSP, 2000) e
- Plano de Manejo da Reserva Biológica de Barra do Una (IBAMA, 2001a).

Para cada relatório analisado foi preenchida uma ficha visando o levantamento de informações, as quais foram inseridas em um banco de dados digital. O modelo da ficha utilizada é apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Modelo de ficha utilizado para o levantamento das informações dos onze relatórios de planejamento ambiental analisados.

Referência Bibliográfica:					
Objetivos ou Metas:					
Motivação (o que motivou sua realização, por exemplo, inserção em projetos ou estudos mais abrangentes)					
Local:		Extensão da Área de Estudo:			
Temas Abordados:		Dados Utilizados:			
...		...			
Descrição dos Métodos Empregados:					
Produtos Elaborados e sua Escala (quando representados espacialmente):	Indicadores:	Descrição:	Propósito de Uso (Descritivo ou Prescritivo):	Tipo de Informação Expressa:	Tipo de Indicador (Pressão, Estado, Resposta):
....					

Os dados de entrada foram levantados para análise de sua diversidade associada aos temas tratados e ainda, foi verificada a frequência com que os temas foram abordados nos relatórios.

O levantamento dos métodos visou a identificação do uso de métodos de análise integrada dos dados de entrada. Os procedimentos descritos foram analisados, sendo ainda verificada a frequência do emprego das diferentes abordagens citadas na fundamentação teórica. É importante ressaltar que não se teve como objetivo levantar os métodos próprios de cada disciplina para a elaboração e análise de dados temáticos, mas sim os métodos de análise

integrada para a elaboração de informações e indicadores, conforme representado na Figura 3.2.

Embora os relatórios analisados não tivessem como objetivo a apresentação de indicadores, foi possível identificar as informações elaboradas e selecionadas nesses relatórios para representar as condições do ambiente, seu estado e as atividades humanas que afetam ou são afetadas por ele; as quais se constituem em indicadores. Os indicadores identificados foram reunidos e descritos. A descrição incluiu sua caracterização segundo um modelo de classificação de indicadores proposto na literatura. Adotou-se o modelo de classificação tridimensional apresentado por Bakkes et al. (1994) em virtude de sua abrangência, uma vez que ele permite analisar três diferentes aspectos relativos aos indicadores: o propósito de uso; o assunto ou tema; e as relações de causa e efeito.

O propósito de uso dos indicadores, neste trabalho, foi associado aos objetivos do planejamento e do diagnóstico em que eles se inserem. O propósito de uso foi ainda analisado observando o caráter descritivo ou prescritivo dos indicadores. No caso, buscou-se identificar os indicadores voltados à descrição das condições do ambiente, diferenciando-os daqueles que apresentam indicações ou restrições para a ocupação da área, o uso dos recursos ou o desenvolvimento de determinadas atividades.

Em relação ao assunto ou tema, não se mostrou útil classificar os indicadores pelo tema tratado - por exemplo, clima, geologia etc. - uma vez que os indicadores resultam de análises integradas de um conjunto de temas. Por outro lado, observou-se que uma importante característica dos indicadores elaborados no diagnóstico se refere ao tipo de informação que eles expressam, por exemplo, o potencial ou restrição de uso, as características físicas, biológicas, sociais e econômicas. A caracterização dos indicadores, neste caso, envolveu sua classificação segundo categorias que representam os tipos de informação expressa, observados nos relatórios analisados.

As relações de causa e efeito seguiram a proposta do modelo Pressão-Estado-Resposta descrito pela OECD (1994, 1998), o qual tem sido aceito e vem sendo adotado mundialmente. A característica de interesse, nesse caso, é o efeito de causalidade. Embora ela não permita explicitar toda a complexidade das interações entre as atividades humanas e o ambiente, permite ressaltar importantes aspectos dessa interação. Seguindo esse modelo, todos

os indicadores levantados nos relatórios analisados foram identificados como de pressão, estado ou resposta. Não se optou pelo emprego de alguns métodos que expandem as relações de causalidade, como os modelos Pressão-Estado-Impacto/Efeito-Resposta e Força Condutora-Pressão-Estado-Impacto-Resposta, porque neles se têm ampliadas as dificuldades em estabelecer as relações de causa e efeito, que podem ser ambíguas. Essa dificuldade é ainda maior nos casos em que o diagnóstico é realizado onde se tem pouco conhecimento sobre os problemas ambientais.

3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO PARA A ANÁLISE DE DIAGNÓSTICOS

A proposta de método para a análise de diagnósticos de planejamentos ambientais foi elaborada seguindo três passos: a definição dos critérios e das regras para sua aplicação na avaliação dos dados de entrada, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados; a definição do procedimento para a ponderação dos critérios; e, por fim, a seleção de um método multicriterial para a análise conjunta dos critérios.

3.2.1. Definição dos critérios e das regras para avaliação

A partir da revisão bibliográfica realizada, foram estabelecidos critérios e regras para avaliação dos dados utilizados, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados.

A definição dos critérios e de todo o procedimento de análise partiu da premissa de que a avaliação do diagnóstico sempre é baseada em um julgamento, seja do usuário ou do tomador de decisão, representados por um indivíduo ou um grupo. Embora a experiência do(s) avaliador(es) seja importante em qualquer processo de análise, para a avaliação se tornar uma prática sistemática é necessário que os critérios de julgamento sejam descritos de forma clara e objetiva.

Porém a diversidade de objetivos e de condições em que são desenvolvidos planejamentos ambientais dificulta a definição de como deve ser realizada a etapa de

diagnóstico e ainda, de como deve ser avaliada. Embora inexistas regras que permitam medidas precisas, a avaliação pode se tornar mais objetiva se baseada na forma como os critérios têm sido abordados em planejamentos realizados e na literatura correlata.

Neste trabalho, a descrição das regras para avaliação se baseou, portanto, na forma como os critérios têm sido abordados em planejamentos ambientais, tendo-se como objetivo permitir o estabelecimento e a aplicação de uma estratégia formal de análise da etapa de diagnóstico, buscando reduzir a subjetividade na seleção dos dados, métodos e indicadores empregados nessa etapa.

Destaca-se que o método proposto para avaliação é dirigido a planejadores, usuários e tomadores de decisão, sendo que a descrição das regras foi realizada pressupondo o conhecimento do avaliador sobre o processo de planejamento e as atividades desenvolvidas na etapa de diagnóstico.

Para a avaliação proposta a cada critério, utilizou-se uma escala ordinal, baseada na intensidade com que são apresentadas determinadas condições, por exemplo, muito ruim, ruim, razoável, bom e muito bom. Com base em experiências relatadas em processos de avaliação com características semelhantes ao proposto neste trabalho (Winograd e Uribe, 1996; Andreoli et al., 1999; Hockings et al., 2000), optou-se por atribuir aos critérios pontuações que seguem uma escala de cinco valores (Tabela 3.2), o que permite identificar situações intermediárias entre as melhores e piores condições, sem apresentar um número excessivo de valores que não expressam maior precisão na avaliação.

Tabela 3.2. Regras para a pontuação dos critérios.

Pontuação	Regra
1	observam-se as piores condições, ou as condições adequadas atingem uma pequena parte dos dados ou indicadores
2	observam-se condições ruins, insatisfatórias, ou as condições adequadas atingem a minoria dos dados ou indicadores
3	observam-se condições aceitáveis, embora não sejam totalmente adequadas; ou as condições adequadas chegam a atingir mais da metade dos dados ou indicadores (a maioria), mas ainda não atingem grande parte deles
4	observam-se condições adequadas, ou as condições adequadas atingem grande parte dos dados ou indicadores
5	observam-se condições excelentes, ou as condições adequadas atingem quase todos os dados ou indicadores, sendo um ponto forte do diagnóstico

3.2.2. Ponderação dos critérios

Aos critérios definidos (i) podem ser atribuídos diferentes pesos (w_i) com base nas prioridades definidas pelos seus usuários ou tomadores de decisão ou nos objetivos estabelecidos para o planejamento. No presente trabalho, a atribuição dos pesos se baseou no resultado de uma consulta a especialistas em planejamento ambiental. A consulta foi realizada mediante o envio, por correio eletrônico, de um formulário contendo a proposta de avaliação para cada critério e campos para preenchimento dos pesos referentes à sua importância e objetividade de avaliação. O formulário, cujo modelo é fornecido no Apêndice 1, foi enviado a 68 profissionais de diversas áreas com experiência em planejamento ambiental e teve como objetivo ponderar cada critério considerando dois aspectos:

- a relevância ou importância do critério na etapa de diagnóstico de planejamento ambiental, à qual foi atribuído um peso w' e
- a capacidade do critério ser objetivamente avaliado, considerando o conjunto de regras definido, à qual foi atribuído um peso w'' .

A importância do critério e a objetividade da avaliação são dois aspectos independentes, sendo analisados de forma independente. Os pesos w'_{ik} e w''_{ik} foram atribuídos por cada especialista (k) a cada critério (i) conforme as regras apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Regras para atribuição dos pesos w'_{ik} e w''_{ik} .

Peso w'_{ik}	Importância	Peso w''_{ik}	Objetividade da avaliação
0	o critério não é importante e não deve ser considerado	0	a avaliação é completamente subjetiva, impedindo que o critério seja considerado
1	o critério é pouco importante	1	a avaliação é pouco objetiva
2	o critério é razoavelmente importante	2	a avaliação é razoavelmente objetiva
3	o critério é muito importante	3	a avaliação é bastante objetiva

O peso final (w_{ik}) atribuído a cada critério i por cada especialista k , foi obtido conforme as regras expressas na matriz apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Matriz de regras para atribuição do peso final (w_{ik}) a partir dos pesos atribuídos à importância do critério (w'_{ik}) e à objetividade da avaliação (w''_{ik}).

		importância do critério (w'_{ik})			
		0	1	2	3
objetividade da avaliação (w''_{ik})	0	0	0	0	0
	1	0	1	2	3
	2	0	2	3	4
	3	0	3	4	5

Segundo as regras estabelecidas, são eliminados da análise os critérios julgados sem importância e aqueles cujas regras propostas não permitem uma avaliação por causa de sua subjetividade.

Com base na análise da distribuição dos valores de w_{ik} , foi estabelecido o peso final para cada critério (w_i).

A frequência dos pesos atribuídos à importância e à objetividade foi ainda analisada para verificar o quanto o conjunto de critérios foi considerado importante e a avaliação objetiva pelos especialistas.

3.2.3. Escolha do método multicriterial

A análise conjunta dos critérios descritos envolve objetivos múltiplos e, como visto, muitas vezes conflitantes, caracterizando um tipo de problema para o qual são bastante utilizados os métodos multiobjetivos ou multicriteriais.

Neste trabalho, propôs-se a aplicação da programação por compromisso (*Compromise Programming* - CP), a qual foi escolhida dentre os métodos de análise multicriterial com base no trabalho de Zuffo (1998). O autor concluiu que a programação por compromisso atendeu às expectativas apresentando resposta semelhante às de outros três métodos de análise multicriterial, de um total de cinco métodos testados. Uma vantagem em sua aplicação é a facilidade para o cálculo, envolvendo um processamento simples e tempo reduzido.

Segundo a programação por compromisso, a melhor solução ou a que melhor se aplica ao conjunto de critérios estabelecidos - neste caso, o melhor diagnóstico ou procedimento metodológico para a realização de um diagnóstico - é aquela que apresenta a menor distância da *solução ideal*. A distância é calculada pela equação (2.1):

$$l_s(x_j) = \left(\sum_{i=1}^n w_i^s \left| \frac{f_i^* - f_i(x_j)}{f_i^* - f_i'} \right|^s \right)^{1/s}$$

onde

i representa cada critério analisado,

x_j representa os diagnósticos analisados ou os procedimentos metodológicos para a realização de um diagnóstico,

$f_i(x_j)$ é a pontuação atribuída a x_j considerando o critério i ,

f_i^* é a melhor pontuação obtida ou arbitrada para o critério i ,

f_i' é a pior pontuação obtida ou arbitrada para o critério i ,

w_i é o peso atribuído a cada critério i ,

$l_s(x_j)$ = distância entre a solução obtida com o procedimento metodológico x_j e a solução *ideal*, e

S é um peso aplicado aos desvios, sendo $1 \leq S \leq \infty$. Neste trabalho foi selecionado o valor $S = 1$ de forma a manter todos os desvios de f_i^* proporcionais às suas magnitudes.

No método proposto neste trabalho para a análise da etapa de diagnóstico, os critérios (i) correspondem àqueles definidos para a avaliação dos dados de entrada, métodos e indicadores. Os procedimentos metodológicos (x_j) a serem comparados correspondem ao diagnóstico analisado no estudo de caso e de cenários simulados (item 3.3).

No caso da análise de um diagnóstico específico, x_j pode representar diferentes propostas para a realização do diagnóstico, ou ainda, variações de uma mesma proposta em que são realizados ensaios de alterações e adaptações visando melhorar seu desempenho.

Os valores de f_i' e f_i^* são os valores mínimo e máximo atribuídos pelo(s) avaliador(es) a cada critério, considerando o conjunto de diagnósticos ou procedimentos metodológicos (x_j) comparados. No presente trabalho, os valores de f_i' e f_i^* são os valores mínimo e máximo atribuídos aos critérios considerando o diagnóstico analisado no estudo de caso e os cenários simulados.

Nos casos em que se tem apenas um procedimento a ser analisado e, portanto, um único valor para $f_i(x_j)$, a distância $l_s(x_j)$ pode ser calculada associando-se a f_i' e f_i^* os valores das pontuações mínima e máxima estabelecidas, ou seja, 1 e 5, respectivamente. Essa análise foi realizada para o diagnóstico selecionado no estudo de caso e para cada cenário, de

forma a se obter uma medida do seu desempenho individual, considerando o conjunto de critérios.

Os valores possíveis para $l_s(x_j)$ podem variar entre o valor mínimo igual a 0, que corresponde a uma solução igual à ideal, em que $f_i(x_j) = f_i^*$ para todos os critérios; e o valor máximo igual a $\sum w_i$, que corresponde ao pior desempenho, em que $f_i(x_j) = f_i'$ para todos os critérios.

Para facilitar a compreensão e permitir comparações rápidas entre resultados, essa distância foi padronizada, assumindo os valores mínimo e máximo iguais a 0 e 1, respectivamente. Para tanto, calculou-se a distância padronizada $lp_s(x_j)$ pela equação:

$$lp_s(x_j) = \frac{l_s(x_j)}{\sum_{i=1}^n w_i}. \quad (3.1)$$

Para a aplicação do método foram elaboradas matrizes multicritérios de avaliação cuja configuração é exemplificada na Tabela 3.5.

Tabela 3.5. Configuração da matriz multicritério de avaliação.

CRITÉRIO		1	2	...	i	...	n
PESO		w_1	w_2	...	w_i	...	w_n
DIAGNÓSTICO OU PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	x_1	$f_1(x_1)$	$f_2(x_1)$	...	$f_i(x_1)$	...	$f_n(x_1)$
	x_2	$f_1(x_2)$	$f_2(x_2)$	...	$f_i(x_2)$	...	$f_n(x_2)$
	...	...	...	...	...	...	...
	x_j	$f_1(x_j)$	$f_2(x_j)$	...	$f_i(x_j)$	...	$f_n(x_j)$
	...	...	...	...	...	...	...
	x_m	$f_1(x_m)$	$f_2(x_m)$	...	$f_i(x_m)$	...	$f_n(x_m)$

3.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO EM UM ESTUDO DE CASO

O método proposto para análise foi aplicado ao diagnóstico contido no Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina (IBAMA, 2001b). Esse diagnóstico foi escolhido, principalmente, devido à disponibilidade das informações necessárias à análise dos critérios propostos, que inclui, além de um extenso relatório em que se encontram descritos os procedimentos adotados e os resultados obtidos, informações complementares fornecidas pela equipe de coordenação do trabalho. Outro critério que levou à escolha desse diagnóstico foi o fato dele não ter sido utilizado como referência para a elaboração do método proposto, garantindo a condição de independência.

A aplicação do método envolveu primeiramente a avaliação, segundo os critérios propostos, dos dados utilizados, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Para tanto, inicialmente, os dados, métodos e indicadores foram descritos. A descrição dos dados incluiu a identificação dos seus formatos, fontes e temas abordados. A descrição dos indicadores incluiu sua classificação segundo o modelo proposto, citado no item 3.1. Em seguida, aplicou-se o método multicriterial proposto, citado no item 3.2.3, para análise do diagnóstico considerando o resultado da avaliação para cada critério e os pesos atribuídos pelos especialistas.

Em complementação, foram simulados cinco cenários para verificação da resposta do método. Os cenários foram criados a partir de simulações de alterações nos procedimentos metodológicos do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina, resultando em alterações na avaliação para alguns critérios. Nesse caso, aplicou-se o método multicriterial para análise comparativa dos cenários com os resultados obtidos para o diagnóstico do Plano de Manejo.

Um esquema da aplicação do método proposto para o estudo de caso é apresentado na Figura 3.3.

A aplicação do método no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e nos cenários simulados foi realizada com o objetivo de testar sua aplicabilidade e a coerência de suas respostas, além de permitir um primeiro refinamento do procedimento. A aplicabilidade se refere à possibilidade do procedimento proposto ser efetiva

e inteiramente aplicado, o que compreende a avaliação dos dados, métodos e indicadores com base nos critérios propostos, a ponderação desses critérios e a aplicação do método multicriterial. A coerência das respostas foi verificada mediante a análise dos resultados obtidos.

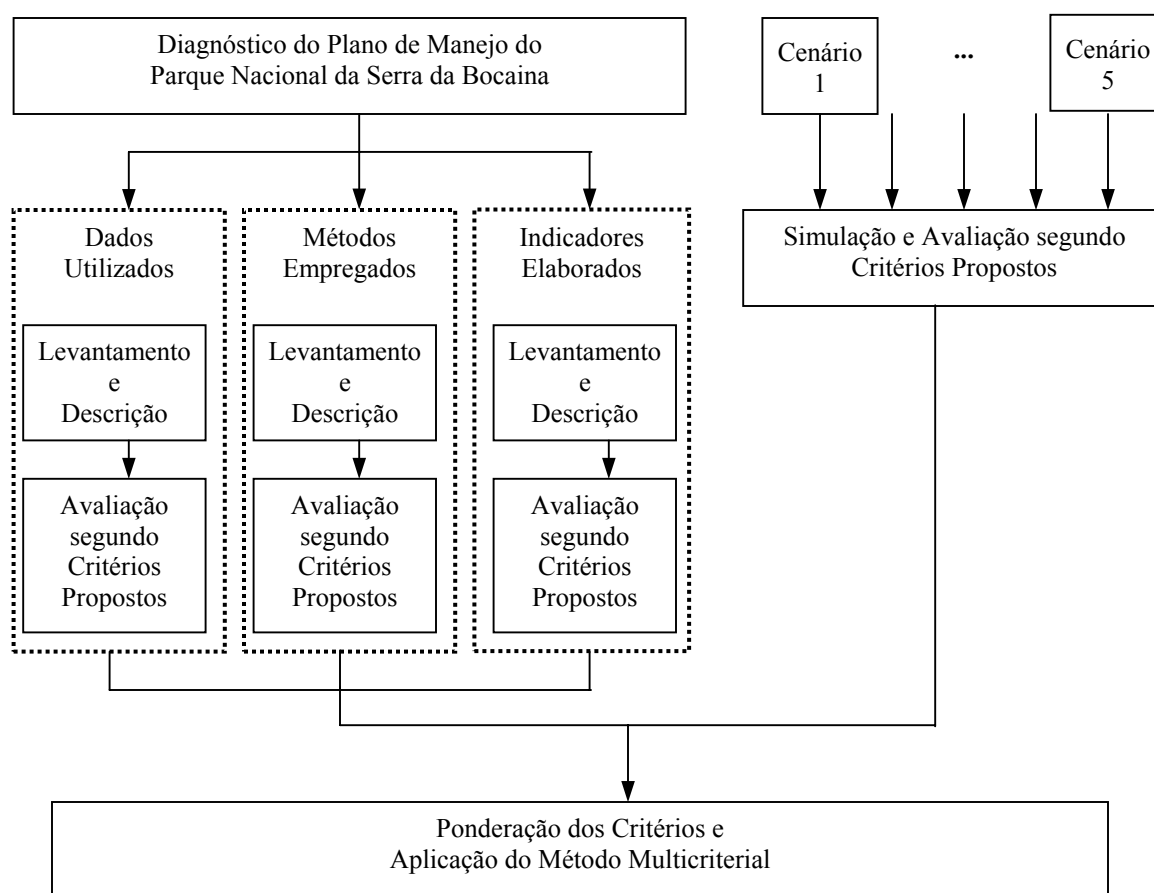


Figura 3.3. Esquema da aplicação do método proposto no estudo de caso.

CAPÍTULO 4

MÉTODO PARA ANÁLISE DE DIAGNÓSTICOS DE

PLANEJAMENTOS AMBIENTAIS

Os resultados da aplicação da seqüência metodológica descrita no Capítulo 3 são apresentados nos Capítulos 4 e 5. O primeiro resultado obtido, descrito no presente capítulo, é a proposta de um método para análise de diagnósticos de planejamentos ambientais, a qual se fundamentou na revisão bibliográfica realizada e nos resultados do levantamento dos dados, métodos e indicadores utilizados na etapa de diagnóstico dos onze relatórios de planejamento ambiental analisados (descritos no item 4.1). A proposta envolveu a definição de critérios e regras para a avaliação dos dados, métodos e indicadores (apresentados no item 4.2); e ainda, a ponderação desses critérios para aplicação do método multicriterial, definida com base na consulta a especialistas, cujos resultados são apresentados no item 4.3. No capítulo seguinte, Capítulo 5, são apresentados os resultados da aplicação do método proposto para análise de um diagnóstico escolhido para o estudo de caso.

No presente capítulo, é descrita a proposta de método para análise de diagnósticos de planejamentos ambientais, a qual se fundamentou na revisão bibliográfica realizada e nos resultados do levantamento dos dados, métodos e indicadores utilizados na etapa de diagnóstico dos onze relatórios de planejamento ambiental analisados (descritos no item 4.1). A proposta envolveu a definição de critérios e regras para a avaliação dos dados, métodos e indicadores (apresentados no item 4.2); e ainda, a ponderação desses critérios para aplicação do método multicriterial, definida com base na consulta a especialistas, cujos resultados são apresentados no item 4.3. No capítulo seguinte, Capítulo 5, são apresentados os resultados da aplicação do método proposto para análise de diagnóstico escolhido para o estudo de caso.

4.1. DADOS, MÉTODOS E INDICADORES UTILIZADOS NA ETAPA DE DIAGNÓSTICO

Na seleção dos relatórios de planejamento ambiental utilizados para a descrição dos dados, métodos e indicadores utilizados, buscou-se abranger diferentes exemplos de diagnósticos. A caracterização geral desses diagnósticos em relação ao órgão responsável, região, extensão da área de estudo e forma de planejamento é apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Caracterização geral dos diagnósticos analisados.

Diagnóstico	Órgão Responsável	Região/Extensão da Área de Estudo	Forma de Planejamento
1. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia	Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente	Sudeste 2.500 km ²	Zoneamento visando a elaboração do plano de gerenciamento costeiro
2. Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso	Fundação de Pesquisas Cândido Rondon	Centro Oeste 906.807 km ²	Zoneamento visando o ordenamento territorial
3. Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-bacias Oeste Baiano e Sobradinho	IBGE	Nordeste 222.789 km ²	Zoneamento de bacia hidrográfica
4. Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás	IBGE	Centro Oeste 38.798 km ²	Zoneamento visando o ordenamento territorial
5. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai	Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Centro Oeste 396.000 km ²	Zoneamento de bacia hidrográfica
6. Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual Intervales	Estado de São Paulo. Fund. para Conservação e Produção Florestal	Sudeste 499 km ²	Zoneamento de unidade de conservação e elaboração de plano de manejo
7. Zoneamento Ecológico econômico da Área Sul do Estado do Amapá	Estado do Amapá - Inst. de Pesquisas Científicas e Tecnológicas/ Ministério do Meio Ambiente (MMA)	Norte 25.367 km ²	Zoneamento ecológico-econômico visando a gestão ambiental
8. Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal	EMBRAPA	Centro Oeste 1.311 km ²	Zoneamento visando o ordenamento territorial
9. Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu	IBAMA/Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná	Sul 1.853 km ²	Zoneamento de unidade de conservação e revisão do plano de manejo
10. Plano da Bacia do Alto Tietê	USP/Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Sudeste 5.900 km ²	Caracterização da bacia
11. Plano de Manejo da Reserva Biológica de Barra do Una	IBAMA	Nordeste 114 km ²	Zoneamento de unidade de conservação e elaboração do plano de manejo

Pode-se notar que, com exceção do Plano da Bacia do Alto Tietê, os demais diagnósticos resultaram na elaboração de um zoneamento. Analisando o tipo de zoneamento

realizado, têm-se quatro deles voltados ao ordenamento da ocupação territorial¹³ de um estado ou parte do território estadual, três referentes a unidades de conservação, dois envolvendo bacias hidrográficas, e um voltado ao gerenciamento costeiro.

Dentre os órgãos responsáveis, encontram-se três estaduais, reunindo dois relatórios sob a responsabilidade de órgãos do Estado de São Paulo e um do Estado do Amapá (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas em conjunto com MMA); sete órgãos que desenvolvem atividades de pesquisa ou universidades, reunindo o relatório do Instituto de Pesquisas do Amapá, um relatório sob a responsabilidade da Fundação Cândido Rondon, dois do IBGE, um da EMBRAPA, um da USP (contratada pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê) e um da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (em conjunto com o IBAMA); e o Ministério do Meio Ambiente com quatro relatórios sob sua responsabilidade, sendo dois do IBAMA e um em conjunto com o Estado do Amapá.

Há quatro exemplos de diagnósticos realizados na região Centro Oeste, três na região Sudeste, dois no Nordeste, um no Norte e um no Sul. Em relação à área de estudo, esta varia de 114 quilômetros quadrados (Reserva Biológica de Barra do Una) a 906.207 quilômetros quadrados (Estado de Mato Grosso).

Com essa amostragem buscou-se, dentro do escopo deste trabalho, reunir exemplos de diagnósticos elaborados por diferentes órgãos, em várias regiões brasileiras, abrangendo diferentes extensões e unidades de área estudada (unidades de conservação, bacias hidrográficas etc.).

4.1.1. Dados de entrada utilizados

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos (Capítulo 3), foram considerados dados de entrada os que provêm de diversas fontes podendo ser dados secundários (estatísticas, séries de medições, mapas cartográficos ou temáticos, relatos históricos, entre outros); dados primários obtidos como resultados de medições, observações e coletas em campo; ou ainda, de análises visando a elaboração de novos dados. Esses dados são

¹³ Nos relatórios, os termos utilizados são "ordenamento territorial", "ocupação racional" e "gestão ambiental".

analisados em conjunto para a elaboração das informações que compõem o resultado do diagnóstico.

Os dados utilizados nos diagnósticos analisados foram reunidos por tema. Como os temas citados nos relatórios variam, neste trabalho se adotou uma divisão temática apenas com o objetivo de facilitar a compreensão da abrangência dos dados, sem a pretensão de propor uma padronização. Devido à diversidade de dados envolvidos, alguns temas foram ainda divididos em sub-temas com a mesma finalidade. Como síntese, são apresentados na Tabela 4.2 os temas e os principais tipos de dados utilizados ou sub-temas identificados, associados à proporção de diagnósticos que fez uso deles. Na Tabela 4.3 são identificados os temas abordados em cada diagnóstico analisado.

Tabela 4.2. Temas relativos aos dados utilizados nos diagnósticos analisados e a proporção de diagnósticos que fez uso deles.

Tema - proporção de diagnósticos que os utilizaram (em %)	Tipos de dados ou sub-temas - proporção de diagnósticos que os utilizaram (em %)
Clima - 91	precipitação - 91 insolação/nebulosidade - 45 massas de ar - 18 temperatura - 82 ventos - 36 pressão atmosférica - 9 classificação climática - 73 balanço hídrico - 36 umidade relativa do ar - 55 radiação solar - 18
Geologia - 100	unidades geológicas (descrição da estrutura, litologia, e/ou evolução e dinâmica) - 100 ocorrência de minerais de interesse econômico - 64 hidrogeologia - 36
Geomorfologia - 100	unidades geomorfológicas (descrição dos tipos de relevo, formas de relevo, padrões de drenagem, altitude, declividade, processos de erosão e acumulação e/ou fragilidades e potencialidades) - 100
Pedologia 100	classes de solos - 100 vulnerabilidade à erosão - 55 potencial ou restrição de uso - 36
Recursos Hídricos - 73	caracterização das bacias hidrográficas, da rede de drenagem e/ou dos aquíferos - 73 quantidade de água - 55 uso e consumo da água - 45 qualidade da água - 45 fontes de poluição - 36
Arqueologia - 36	sítios arqueológicos (localização ou identificação de áreas de ocorrência potencial) - 36
Fauna - 64	espécies (identificação de locais de ocorrência, <i>habitat</i> , dieta, abundância ^(a) , <i>status</i> ^(b) , endemismo, espécies migratórias e de importância econômica) - 64

^(a)abundância: espécies de ocorrência comum ou rara.

^(b)*status*: espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis.

Tabela 4.2. (continuação)

Tema - proporção de diagnósticos que os utilizaram (em %)	Tipos de dados ou sub-tema - proporção de diagnósticos que os utilizaram (em %)		
Vegetação - 100	tipo de vegetação - 100	espécies (riqueza, <i>status</i> , importância econômica, endemismo) - 45	capacidade de proteção do solo a processos erosivos - 18
Uso e ocupação das terras - 100	histórico e uso atual - 100	localização de áreas degradadas - 82	localização de áreas protegidas (unidades de conservação e áreas indígenas) - 73
Atividades econômicas - 100	setor primário - 100 setor secundário - 64 setor terciário - 64 (histórico e evolução do setor; caracterização da produção ou serviço; infra-estrutura disponível; trabalho e geração de renda)		
Estrutura fundiária - 82	distribuição dos estabelecimentos - 55	projetos de colonização e assentamentos - 36	situação jurídica das áreas indígenas - 9
	condição do produtor - 45	situação fundiária das unidades de conservação - 27	ocupações de terra (localização) - 9
Aspectos culturais e da organização social e política - 64	cultura popular - 45	organização social e política - 27	cultura indígena - 9 cultura quilombola - 9
Demografia e condições de vida da população - 82	demografia - 82	trabalho e renda - 64	outros (lazer, propriedades de veículos, de aviões etc.) - 45
	saúde - 64	educação - 55	condições de moradia - 36
Infra-estrutura de serviços - 82	saneamento - 82	educação - 36	lazer - 27
	saúde - 73	comunicação - 36	habitação - 18
	transporte - 73	infra-estrutura das unidades de conservação - 27	segurança pública - 18
Aspectos jurídicos e institucionais - 82	legislação ambiental - 55	programas ou projetos ambientais existentes - 36	identificação de instituições e sua atuação - 27

Tabela 4.3. Temas abordados nos diagnósticos analisados.

Temas	Diagnóstico ^(a)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Clima											
Geologia											
Geomorfologia											
Pedologia											
Recursos Hídricos											
Arqueologia											
Fauna											
Vegetação											
Uso e Ocupação das Terras											
Atividades Econômicas											
Estrutura Fundiária											
Aspectos Culturais e da Organização Política											
Demografia e Condições de Vida da População											
Infra-estrutura de Serviços											
Aspectos Jurídicos e Institucionais											

Os temas abordados são identificados pelas células preenchidas, em cinza.

^(a) Os diagnósticos são identificados por números segundo a numeração apresentada na Tabela 4.1.

Os temas relacionados aos aspectos físicos: geologia, geomorfologia e pedologia, juntamente com os temas vegetação, uso e ocupação da terras e atividades econômicas foram abordados em todos os diagnósticos analisados, embora para alguns desses temas, a quantidade e os dados utilizados variem bastante. Foi possível observar que, nos diagnósticos analisados, esses temas são centrais, sendo usados para caracterizar o estado atual do ambiente e as pressões resultantes do uso das terras e das atividades econômicas.

O tema abordado com menor frequência foi a arqueologia, em 36% dos diagnósticos. Em seguida, têm-se os temas fauna e aspectos culturais e da organização política, que aparecem com a mesma frequência, em sete diagnósticos (64%). Os recursos hídricos aparecem em oito diagnósticos (73%).

O fato desses temas terem sido abordados com menor frequência nos diagnósticos pode ser consequência da indisponibilidade de dados. Porém isso não pode ser afirmado, uma vez que não são apresentadas justificativas para a seleção dos temas abordados e dos dados utilizados. A diversidade de temas e dados, muito provavelmente, está associada às

características da área de estudo, à disponibilidade de dados e ao procedimento metodológico adotado para a elaboração do diagnóstico.

A influência das características da área de estudo sobre o conjunto de dados utilizados e de temas tratados pode ser ilustrada por exemplos tomados nos diagnósticos analisados. Um primeiro exemplo é o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai que, em função dos problemas relacionados ao transporte e deposição de sedimentos que ocorrem na área de estudo, apresenta um estudo hidrossedimentológico detalhado. Outro exemplo é o Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, que utiliza dados detalhados sobre clima e recursos hídricos para a análise dos períodos de enchentes e secas prolongadas que afetam a região. Por fim, o diagnóstico do Plano da Bacia do Alto Tietê apresenta uma grande quantidade de dados relacionados à qualidade e quantidade de água, em função dos problemas de abastecimento e poluição que afetam a área da bacia.

Quanto à disponibilidade dos dados, vários relatórios apontam a falta de dados e de conhecimento sobre alguns aspectos da área de estudo como limitações ao planejamento, propondo a realização de estudos, pesquisas ou monitoramento de alguns parâmetros de interesse. Em alguns diagnósticos, essa carência de dados pôde ser suprida, em parte, pela complementação e atualização de dados secundários mediante o uso de imagens de sensores ou em levantamentos em campo.

Algumas regiões apresentam menor disponibilidade de dados secundários, como é o caso das regiões Nordeste e Centro-Oeste. Observou-se que os trabalhos desenvolvidos nessas regiões utilizaram dados do Projeto RADAMBRASIL, por ser um dos poucos levantamentos do meio físico disponível para as áreas de estudo. Em 55% dos diagnósticos analisados foram utilizados dados de geologia e geomorfologia do Projeto RADAMBRASIL, em 45%, dados de pedologia e em 36%, de vegetação.

Alguns problemas observados quanto ao uso de dados secundários são, entre outros, dados em escala inadequada ou desatualizados; inexistência de séries temporais ou séries com interrupções e períodos diferentes; problemas na representatividade espacial; e falta de padronização ou problemas no método de coleta e/ou processamento. Mesmo detectando problemas nos dados disponíveis, alguns trabalhos fizeram uso desses, porém relatando as

restrições e limitações decorrentes. Em alguns trabalhos, a qualidade de determinados conjuntos de dados foi verificada por meio de testes e análises específicos.

Outro fator que influi sobre a diversidade dos dados utilizados é o procedimento metodológico adotado. Isso pode ser verificado quando se comparam os dados usados para a realização dos zoneamentos. Alguns diagnósticos abrangeram diversos temas e outros ficaram restritos a alguns, como é o caso dos diagnósticos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso e do Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás que privilegiaram dados do meio físico.

Oito diagnósticos (73%) utilizaram dados espacializados no formato de mapas temáticos. Dentre os que não utilizaram dados espacializados, um diagnóstico apresentou a localização de áreas visitadas em campo e os resultados dos levantamentos realizados; outro apresentou dados na forma de cartogramas, cujas unidades de área são municípios ou bacias hidrográficas; e o terceiro não fez referência a dados espacializados.

Quanto às escalas empregadas, também se observou variação nos diagnósticos analisados, conforme se pode verificar na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Escalas adotadas nos diagnósticos analisados.

Diagnóstico	Escala	Extensão da Área de Estudo
1. Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual Intervales	1:50.000	499 km ²
2. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia	1:50.000	2.500 km ²
3. Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal	1:100.000	1.311 km ²
4. Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás	1:250.000	38.798 km ²
5. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai	1:250.000	396.000 km ²
6. Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-bacias Oeste Baiano e Sobradinho	1:500.000	222.789 km ²
7. Zoneamento Ecológico econômico da Área Sul do Estado do Amapá	1:700.000 ^(a)	25.367 km ²
8. Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso	1:1.000.000	906.807 km ²

^(a) No relatório não é especificada a escala de trabalho. A escala 1:700.000 é escala de publicação dos dados.

Em geral, a escala dos dados está relacionada à extensão da área de estudo, podendo se observar a tendência em adotar as maiores escalas para as menores áreas. Em alguns relatórios, também é mencionado como fator determinante para a escolha da escala de trabalho, a escala dos dados disponíveis, principalmente da base planialtimétrica e de alguns mapeamentos temáticos.

4.1.2. Métodos empregados

Os métodos utilizados nos diagnósticos para a análise integrada dos dados e elaboração dos indicadores foram reunidos por abordagem metodológica, as quais são relacionadas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5. Abordagens metodológicas empregadas nos diagnósticos analisados.

Abordagens Metodológicas		Diagnóstico ^(a)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>ad hoc</i> - reuniões de especialistas, seminários ou oficinas												
listagem												
matriz												
rede de interação												
modelo de simulação												
análise espacial	sobreposição de cartas temáticas											
	identificação de geossistemas											
	ecodinâmica baseada em Tricart (1977)											

As abordagens empregadas são identificadas pelas células preenchidas, em cinza.

^(a) Os diagnósticos são identificados por números segundo a numeração apresentada na Tabela 4.1.

Não é associada nenhuma abordagem metodológica ao Plano da Bacia do Alto Tietê porque este apresenta como resultado uma síntese das principais características da área de estudo, sem descrever métodos de integração dos dados temáticos.

Uma dificuldade encontrada para a descrição de alguns métodos e a comparação entre eles é a ausência, nos relatórios, de informações detalhadas sobre os procedimentos adotados para seu desenvolvimento e as regras para a integração das informações.

A maioria dos métodos empregados (82%) reuniu mais de uma abordagem, por exemplo, a sobreposição de cartas para a definição de unidades de área juntamente com o emprego de listagens para caracterizá-las e classificá-las. Esse é o caso do diagnóstico do Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá, o qual se baseou no método descrito por Becker e Egler (1997) apresentado no Capítulo 2 deste trabalho (item 2.1.3.6.4). As abordagens empregadas com maior frequência foram a sobreposição de cartas temáticas (64%) e *ad hoc* (55%).

Seis relatórios (55%) citam que a análise de dados foi realizada por equipes multidisciplinares e, em alguns casos, em seminários e oficinas em que a participação foi ampliada (27%). Com exceção de dois diagnósticos que citam o uso de matrizes e redes para a sistematização das análises nas oficinas de planejamento, os procedimentos adotados pelas

equipes multidisciplinares, em geral, não são apresentados. Observa-se, dessa forma, que os resultados obtidos estão bastante relacionados à composição da equipe técnica multidisciplinar, a qual foi responsável pela determinação dos dados a serem sobrepostos e dos procedimentos para sua análise. A subjetividade resultante desse processo é uma crítica constantemente feita aos métodos *ad hoc*, uma vez que seu desenvolvimento e os resultados obtidos dependem do grupo de pessoas envolvido.

As listagens são citadas em 36% dos diagnósticos, sendo usadas para a avaliação da aptidão à ocupação, vulnerabilidade natural, potencialidade social e potencial erosivo de unidades de área identificadas; e ainda, para a identificação de impactos. As matrizes, utilizadas em 18% dos diagnósticos, são Matrizes de Análise Estratégica, cujo modelo é ilustrado na Figura 2.5 do Capítulo 2. Um diagnóstico (9%) utilizou uma rede de interação para a estruturação de problemas observados indicando relações de causa e efeito. Como visto na fundamentação teórica, uma crítica ao uso de listagens e matrizes é que essas não permitem a análise da interação entre os fatores, sendo uma limitação à análise da dinâmica. O uso de rede de interação é mais adequado para essa análise porque permite evidenciar as interações de diversas ordens entre os fatores.

Um diagnóstico (9%) aplicou um modelo de simulação, a Equação Universal de Perda de Solos, usando dados espacializados, para a análise de fragilidade das terras.

Sete dos diagnósticos analisados (64%) empregaram métodos de análise espacial, sendo que todos empregaram a sobreposição de cartas temáticas, três (27%), a análise ecodinâmica proposta por Tricart (1977), e dois (18%) tiveram suas análises baseadas na caracterização de geossistemas.

As variações observadas nos procedimentos que envolveram o emprego de métodos de análise espacial são resumidamente descritas a seguir.

No Macrozoneamento do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape e Cananéia, a sobreposição de cartas temáticas foi realizada em dois momentos. Primeiramente envolveu os dados temáticos para a elaboração de produtos intermediários, nos quais foram identificados os potenciais e as restrições sócio-econômico-ambientais. Em um segundo momento, os produtos intermediários foram integrados para a definição e descrição de unidades de área denominadas "unidades de análise integrada", as quais compuseram o macrozoneamento. Uma

representação simplificada da seqüência metodológica é apresentada na Figura 4.1. São Paulo (1990) relata que a definição das unidades de análise integrada iniciou com a identificação das unidades sócio-econômicas. Em seguida essas unidades foram subdivididas conforme suas características naturais e seus limites geográficos ajustados para compor as unidades naturais. Uma nova divisão foi realizada segundo os potenciais mais importantes e seus limites geográficos ajustados para compor as unidades de análise. As informações constantes nos produtos intermediários permitiram a verificação dos potenciais dos recursos naturais, sua comparação com o uso atual, os conflitos decorrentes e outras possibilidades de uso¹⁴.

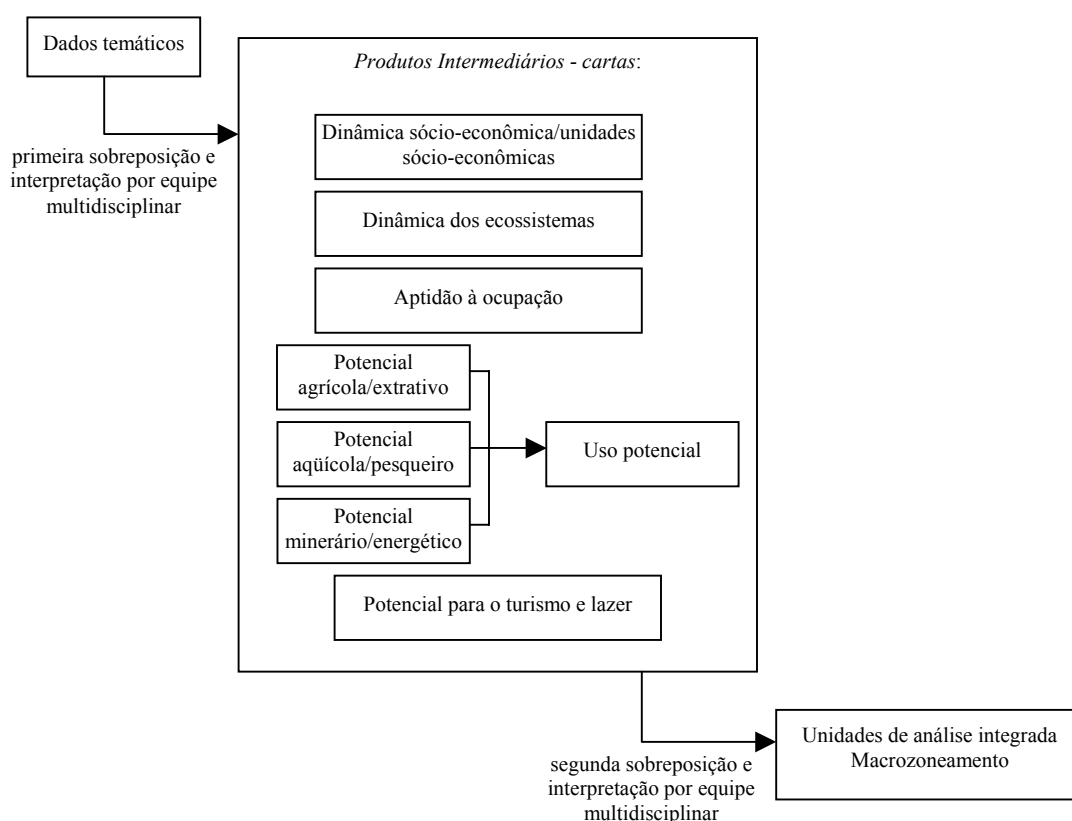


Figura 4.1. Representação simplificada da seqüência metodológica adotada no Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia.

¹⁴ Uma breve descrição dos produtos gerados nos diagnósticos é apresentada no Apêndice 2.

No Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso, foram sobrepostas cartas temáticas provenientes de levantamentos de recursos naturais, sendo analisados e ajustados os limites geográficos para identificação e delimitação de unidades de área denominadas "paisagens". A representação simplificada da seqüência metodológica adotada é apresentada na Figura 4.2. Sanchez (1992) relata que a análise enfocou as características morfo-fito-pedológicas da paisagem e os aspectos estruturais de maior expressividade ambiental da geologia, geomorfologia, uso atual das terras, vegetação e solos. Para cada unidade foi interpretado o grau de resistência da superfície morfopedológica, usando a metodologia proposta por Tricart (1977). Os resultados foram interpretados para identificação das melhores alternativas de ocupação e desenvolvimento, denominadas SAO, Sistemas Agroecológicos de Ocupação.

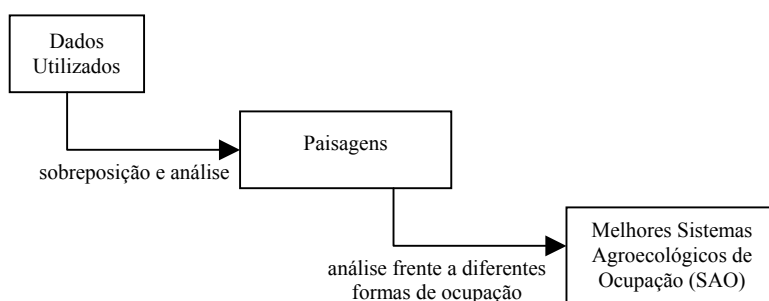


Figura 4.2. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso.

Segundo Nou e Costa (1994), o Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco envolveu a integração dos dados temáticos com base na análise de sua estrutura e dinâmica natural e sócio-econômica para a identificação e delimitação de sistemas ambientais (geossistemas). A análise se baseou no balanço morfogênese/pedogênese, conforme método proposto por Tricart (1977). Em um segundo momento, foram analisados os problemas e conflitos observados frente ao potencial e limitações de uso e às pressões existentes, e seus resultados compuseram o diagnóstico da qualidade ambiental, que é apresentado no formato de carta. A representação simplificada da seqüência metodológica empregada é apresentada na Figura 4.3.

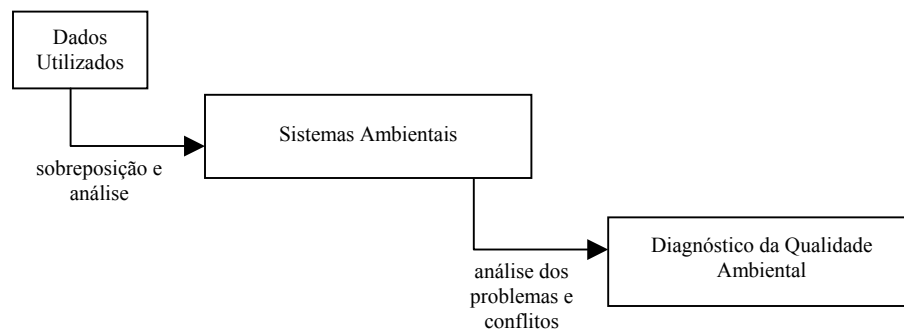


Figura 4.3. Representação simplificada da sequência metodológica do Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-bacias Oeste Baiano e Sobradinho.

No Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás, Moreira (1995) relata que os mapas temáticos foram integrados e analisados com base na semelhança dos seus componentes físicos e bióticos para a identificação de regiões geoambientais e unidades de mapeamento denominadas "geossistemas" e "geofácies", as quais foram caracterizadas segundo seu potencial geoambiental. O estudo das potencialidades e limitações dos geossistemas frente a seus elementos naturais e antrópicos resultaram na elaboração do zoneamento agroecológico e na avaliação da qualidade ambiental. A sequência metodológica é representada de forma simplificada na Figura 4.4.

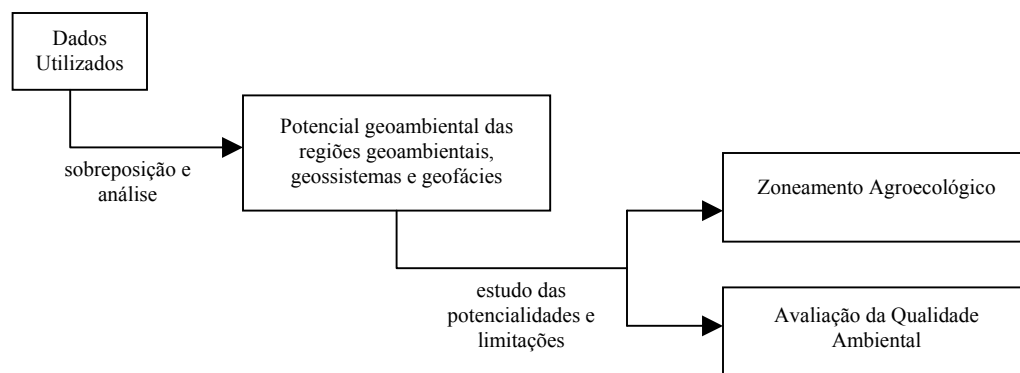


Figura 4.4. Representação simplificada da sequência metodológica do Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás.

Para o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai, segundo Brasil (1997), os dados cartográficos foram sobrepostos em dois momentos, sendo realizados de forma multidisciplinar em reuniões técnicas e em grupos de trabalho. Inicialmente, os dados temáticos foram integrados para a elaboração de produtos intermediários no formato de cartas. Essas cartas foram sobrepostas e sua análise resultou na delimitação e descrição das unidades de zoneamento ambiental. Diferindo do procedimento adotado no Macrozoneamento do Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia, o qual iniciou com a identificação das unidades sócio-econômicas para a definição das unidades de análise integrada, no diagnóstico do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai foi ressaltado que a integração das unidades ambientais naturais e sócio-econômicas foi realizada sem a subordinação apriorística das disciplinas sócio-econômicas às naturais e vice-versa. Na Figura 4.5 a sequência metodológica é representada de forma simplificada.

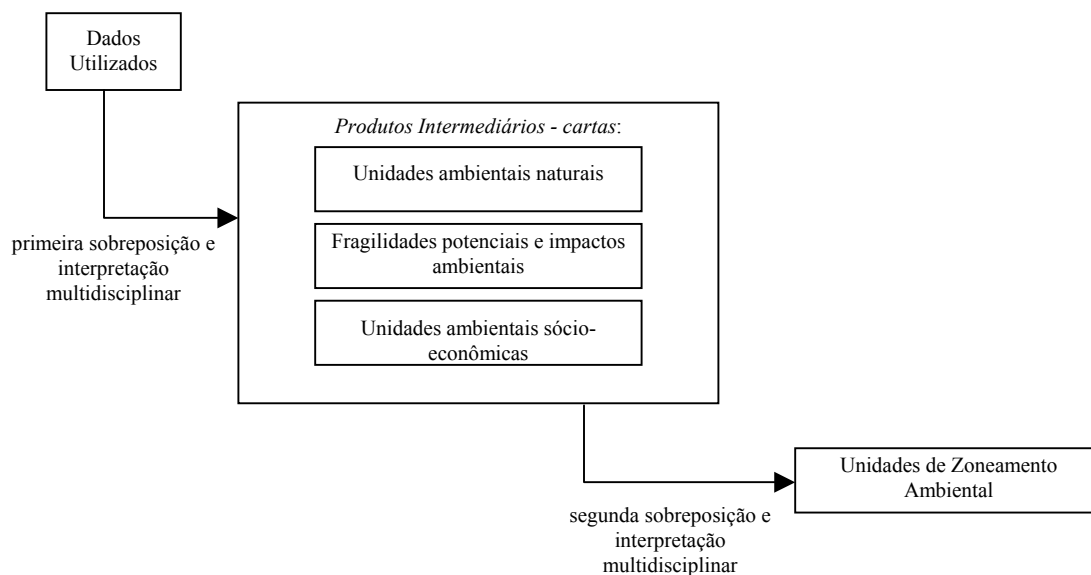


Figura 4.5. Representação simplificada da seqüência metodológica do Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai.

No Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá, a sobreposição dos dados temáticos também foi realizada em dois momentos. Segundo Amapá (1999), inicialmente, os dados foram sobrepostos para elaboração de dois produtos intermediários, a carta de vulnerabilidade natural e a carta de potencialidade social. A carta de vulnerabilidade natural baseou-se no método proposto por Tricart (1977). Em um segundo momento, esses produtos foram sobrepostos para a elaboração da carta síntese de subsídios à gestão do território. Na Figura 4.6 é apresentada a seqüência metodológica de forma simplificada.

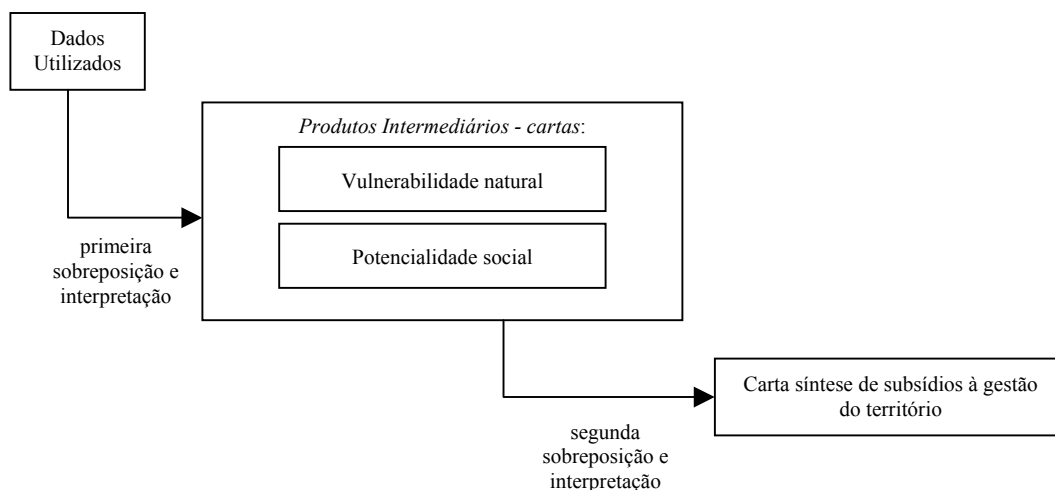


Figura 4.6. Representação simplificada da sequência metodológica do Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá.

No Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal, a sobreposição de dados também foi realizada em dois momentos. Silva (2000) relata que, inicialmente, a sobreposição foi realizada de forma interdisciplinar para identificação de unidades ambientais naturais e unidades ambientais sócio-econômicas, as quais foram sobrepostas para a identificação e caracterização das unidades de zoneamento, conforme representação simplificada da sequência metodológica apresentada na Figura 4.7.

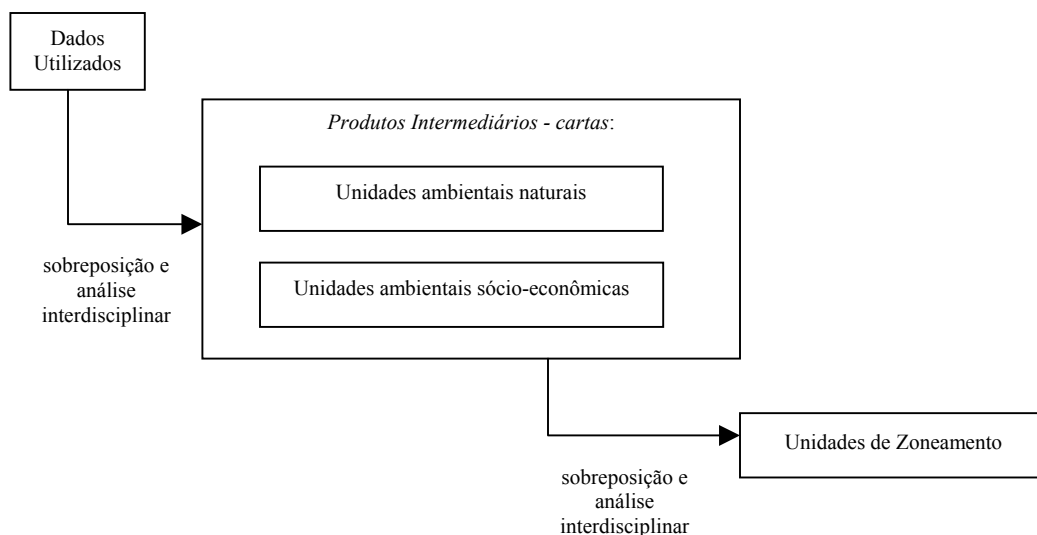


Figura 4.7. Representação simplificada da seqüência metodológica do Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal.

A presente análise permitiu verificar a diversidade de métodos empregados nesses diagnósticos e o uso comum da integração de diversas abordagens. Porém a descrição dos métodos e da forma como essas abordagens são integradas não é detalhada o suficiente de forma a se conhecer os julgamentos e pressupostos envolvidos, permitindo sua compreensão e reprodução.

4.1.3. Indicadores elaborados

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos (Capítulo 3), os indicadores da etapa de diagnóstico são as informações elaboradas e selecionadas para representar as condições do ambiente, seu estado e as atividades humanas que afetam ou são afetadas pelo ambiente, sendo ainda resultantes de um processo de síntese que envolve a análise de um conjunto de dados.

Embora os diagnósticos analisados não tenham como objetivo a apresentação de indicadores, foi possível identificar, com base nesse conceito, as informações que se constituem em indicadores do diagnóstico. Para tanto, primeiramente, foram identificados os

produtos do diagnóstico e verificadas as informações utilizadas para descrever seus resultados, sendo apresentadas para caracterizar a área de estudo ou as unidades de área definidas (unidades homogêneas, paisagens, zonas etc.).

Muitos produtos resultaram na descrição detalhada das unidades de área mapeadas, utilizando uma grande quantidade de informações. Nesses casos as informações foram consideradas indicadores quando apresentadas de forma sistemática, para caracterizar essas áreas e diferenciá-las, sendo associadas a todas as unidades de área definidas. Por exemplo, em um zoneamento, se a informação *tipo de relevo* foi apresentada para todas as zonas definidas caracterizando-as e diferenciando-as, ela foi considerada um indicador. No caso dela ser descrita apenas para algumas zonas, não possibilitando, dessa forma, a diferenciação dos tipos de relevo das diversas zonas, ela não foi considerada um indicador.

Os tipos de zonas ou de unidades de área foram considerados indicadores quando empregados para a classificação ou caracterização dessas áreas baseadas em aspectos ambientais relacionados à sua fragilidade ou ao seu potencial ou restrição de uso ou a outros atributos.

No Apêndice 2 são apresentados os indicadores observados em cada diagnóstico, associados aos produtos elaborados, uma pequena descrição desses indicadores e sua caracterização.

A caracterização dos indicadores foi feita segundo três aspectos, cada qual envolvendo a classificação dos indicadores em categorias, conforme representado na Tabela 4.6.

Tabela 4.6. Aspectos utilizados para a caracterização dos indicadores e suas categorias.

ASPECTOS PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS INDICADORES			
	Propósito de Uso	Assunto ou Tema	Relação Causal
C A T E G O R I A S	• descritivo • prescritivo	• caracterização geral; • caracterização dos aspectos físicos; • caracterização dos aspectos biológicos; • caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras; • caracterização dos aspectos sociais; • caracterização dos aspectos institucionais e políticos; • potencial ou restrições de uso; • fragilidades; • problemas e conflitos existentes	• pressão • estado • resposta

Os indicadores prescritivos são aqueles que apresentam indicações ou restrições para a ocupação da área, o uso dos recursos ou o desenvolvimento de determinadas atividades. Os descritivos são utilizados para a descrição das condições do ambiente.

As categorias relativas ao assunto ou tema, que neste trabalho referem-se ao tipo de informação expressa pelos indicadores, foram definidas com base na análise dos indicadores resultantes dos diagnósticos. Uma breve descrição dessas categorias é fornecida na Tabela 4.7.

Tabela 4.7. Descrição das categorias do tipo de informação expressa pelos indicadores.

Categoria	Descrição
Indicadores para caracterização geral	indicam as principais características do ambiente, incluindo físicas, biológicas etc., como exemplo têm-se as forças impulsoras e oportunidades, usados no Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu para indicar as condições favoráveis ao alcance dos objetivos do Parque
Indicadores para a caracterização dos aspectos físicos	indicam as principais características físicas do ambiente
Indicadores para a caracterização dos aspectos biológicos	indicam as principais características biológicas do ambiente
Indicadores para a caracterização das atividades econômicas, do uso e ocupação das terras	indicam as principais atividades humanas e suas características, sendo ainda incluídos os indicadores da estrutura fundiária
Indicadores para a caracterização dos aspectos sociais	indicam as principais características sociais relacionadas à demografia, às condições de vida da população e à infra-estrutura de serviços
Indicadores para a caracterização dos aspectos institucionais e políticos	nesta categoria se encontram os indicadores das ações de organizações governamentais e não governamentais estabelecidas em programas e projetos que incidem ou afetam a área de estudo
Indicadores do potencial ou restrições de uso	indicam quais atividades podem ser desenvolvidas na área estabelecida ou para quais atividades há restrições ou impedimento ao seu desenvolvimento; ou ainda, apontam características ou fatores presentes nas áreas que representam potenciais ou restrições ao desenvolvimento das atividades, por exemplo, a ocorrência de atrativos turísticos como indicador do potencial turístico da área
Indicadores das fragilidades	indicam as fragilidades do ambiente (diferem-se das restrições de uso porque não são associados a qualquer atividade)
Indicadores dos problemas e conflitos existentes	indicam os problemas e conflitos identificados, muitas vezes apresentados como impactos negativos

Os indicadores de pressão, estado e resposta seguem o modelo descrito pela OECD (1994, 1998).

A cada indicador foi atribuída uma classe referente a cada aspecto (propósito de uso, tipo de informação e relação causal), usando como critério o enfoque dado ao indicador ou seu emprego no diagnóstico. Por exemplo, as atividades econômicas desenvolvidas na área podem ser usadas como indicadores de estado para caracterizar a economia da área de estudo, ou como indicadores de pressão quando associadas aos problemas ambientais decorrentes de seu desenvolvimento.

Na Tabela 4.8 é apresentada uma síntese da caracterização dos indicadores observados por diagnóstico, relacionando a frequência de indicadores segundo os aspectos: propósito de uso, tipo de informação e relações de causa e efeito.

Tabela 4.8. Frequência de indicadores observados em cada diagnóstico, segundo o propósito de uso, tipo de informação e relações de causa e efeito.

		Diagnóstico ^(a)											total	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Propósito de uso	descritivo	21	4	4	9	11	9	6	17	5	12	1	99	89
	prescritivo	3	1	0	1	1	1	1	1	2	0	1	12	11
Tipo de informação	caracterização geral	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2
	aspectos físicos	2	3	0	4	4	5	0	12	0	0	0	30	27
	aspectos biológicos	1	0	0	1	2	2	0	1	0	0	0	7	6
	aspectos físicos e biológicos	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	atividades econômicas, uso e ocupação das terras	4	0	0	2	1	1	0	2	0	1	0	11	10
	aspectos sociais	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	6	5,5
	aspectos institucionais e políticos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3
	potencial ou restrição de uso	13	1	0	1	1	1	6	2	2	0	1	28	25
	fragilidade	0	0	1	0	2	0	1	1	0	1	0	6	5,5
	problemas e conflitos	1	0	3	2	2	1	0	0	3	3	1	16	14
Relação causal	pressão	2	0	2	2	2	1	0	1	3	8	1	22	20
	estado	22	5	2	8	10	9	7	17	4	1	1	86	77
	resposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3
Total		24	5	4	10	12	10	7	18	7	12	2	111	100

^(a) Os diagnósticos são identificados por números segundo a numeração apresentada na Tabela 4.1.

Conforme se observa na Tabela 4.8, os indicadores descritivos ocorreram em maior número que os prescritivos como resultado dos diagnósticos. O grande número de indicadores descritivos retrata bem as características dos diagnósticos estudados, os quais priorizaram a descrição dos principais elementos do meio para o conhecimento da situação ambiental da área de estudo. Os indicadores descritivos no processo de tomada de decisão têm um papel limitado uma vez que é necessária a interpretação e análise das informações expressas por eles para a definição de ações. Dessa forma, a ausência de indicadores prescritivos ou mesmo, seu reduzido número podem se constituir em uma limitação ao uso dos resultados de alguns diagnósticos para a tomada de decisão.

Os indicadores prescritivos foram observados em nove diagnósticos, os quais apresentaram como objetivo a proposição de um zoneamento. Nesses casos, para cada unidade do zoneamento, foram apresentadas indicações ou restrições para a ocupação da área, o uso dos recursos ou o desenvolvimento de determinadas atividades.

Quanto ao tipo de informação expressa, observou-se o predomínio de indicadores para a caracterização ambiental, enfocando principalmente seus aspectos físicos. Embora o maior número de indicadores seja referente aos aspectos físicos, eles foram observados em um menor número de diagnósticos (55%) quando comparado ao número de diagnósticos que apresentaram indicadores do potencial ou restrições de uso (82%) e dos problemas e conflitos (73%).

O predomínio de indicadores que expressam a caracterização dos diversos aspectos do ambiente também evidencia o tipo de resultado apresentado pelos diagnósticos analisados, em que foi priorizada a descrição dos temas analisados. Por outro lado, a maioria dos diagnósticos não se restringiu à descrição dos temas, apresentando informações integradas de síntese, nesses casos, na forma de indicadores do potencial ou restrições de uso e dos problemas e conflitos.

Como visto, os indicadores do potencial ou restrição de uso foram observados em um maior número de diagnósticos (82%). Em seguida, têm-se os indicadores para a caracterização do ambiente (reunindo os diversos aspectos) e os indicadores dos problemas e conflitos, observados em 73% dos diagnósticos. Por último, os indicadores das fragilidades apresentados em 45% dos diagnósticos.

Quanto à classificação em pressão-estado-resposta, observou-se o predomínio de indicadores de estado, que ocorreram em todos os diagnósticos. Os indicadores de pressão - 20% do total de indicadores - foram observados em 82% dos diagnósticos e os indicadores de resposta, em um único diagnóstico.

A ausência ou a pequena representatividade de indicadores de pressão pode se constituir em sérias restrições ao uso dos resultados do diagnóstico na tomada de decisão, uma vez que eles são essenciais à compreensão das ameaças ao ambiente, que podem resultar em alterações em seu estado. A ausência ou o pequeno número de indicadores de resposta, por sua vez, prejudica a compreensão das ações da sociedade, dificultando ou, até mesmo, impedindo que decisões sejam tomadas para a sua continuidade, fortalecimento ou reformulação diante do estado do ambiente e das pressões existentes.

Na Tabela 4.9 é apresentado o número de indicadores relacionando o propósito de uso, o tipo de informação e as relações de causa e efeito.

Tabela 4.9. Número de indicadores relacionando o propósito de uso, o tipo de informação e as relações de causa e efeito.

	Pressão		Estado		Resposta	
	Descritivo	Prescritivo	Descritivo	Prescritivo	Descritivo	Prescritivo
potencial ou restrição de uso	---	---	16	12	---	---
aspectos físicos	---	---	30	---	---	---
aspectos biológicos	---	---	7	---	---	---
aspectos físicos e biológicos	---	---	2	---	---	---
atividades econômicas, uso e ocupação das terras	4	---	7	---	---	---
aspectos sociais	4	---	2	---	---	---
aspectos institucionais e políticos	---	---	---	---	3	---
caracterização geral	---	---	2	---	---	---
fragilidade	---	---	6	---	---	---
problemas e conflitos	14	---	2	---	---	---

Os indicadores observados que expressam o potencial ou restrições de uso foram utilizados para caracterizar o estado do ambiente, sendo descritivos e prescritivos. Os descritivos indicaram as condições potenciais para o desenvolvimento de atividades diversas, por exemplo, a ocorrência de atrativos turísticos e infra-estrutura de acesso como indicadores do potencial turístico, a capacidade de uso do solo como indicador do potencial e das restrições ao desenvolvimento de atividades agro-silvo-pastoris. Os prescritivos identificaram as atividades mais adequadas, por exemplo, áreas para desenvolvimento agrícola, para desenvolvimento do turismo etc.

Todos os indicadores observados para a caracterização dos aspectos físicos, biológicos, sociais, institucionais e políticos, e das atividades econômicas, uso e ocupação das terras foram descritivos, caracterizando pressões sobre o ambiente, seu estado ou respostas da sociedade. A maior parte dos indicadores expressou o estado do ambiente. As pressões foram expressas por indicadores demográficos e das atividades econômicas, uso e ocupação das terras, que influem sobre o uso dos recursos naturais, alterando as condições do ambiente. Os indicadores de resposta se referiram exclusivamente à destinação de recursos para o financiamento de projetos na área de estudo.

Os indicadores de fragilidade observados foram descritivos, sendo usados para indicar as condições do ambiente relacionadas, por exemplo, à sua instabilidade, vulnerabilidade à erosão e riscos de inundação e escorregamento, sendo indicadores de estado.

Os indicadores dos problemas e conflitos observados foram descritivos e, em sua maioria, indicadores de pressão sobre o ambiente pois identificaram as ações humanas em desenvolvimento geradoras de impactos, ou os problemas e conflitos que geravam pressões sobre a qualidade ambiental e a qualidade de vida na área de estudo. Dois indicadores dos problemas e conflitos não se apresentaram como indicadores de pressão, mas sim, de estado, pois expressavam as condições do ambiente, como resultado dos impactos sofridos.

A caracterização dos indicadores segundo o modelo tridimensional auxiliou na compreensão dos resultados apresentados nos diagnósticos, permitiu verificar a abrangência da informação elaborada para atender aos três aspectos considerados e também, permitiu identificar desequilíbrios nos resultados, observando-se a baixa representatividade de determinados tipos de indicadores, por exemplo, dos indicadores prescritivos e de resposta.

As análises realizadas a partir da Tabela 4.10 mostraram que o modelo tridimensional proposto permite verificar se o conjunto de indicadores é capaz de expressar as relações causais representadas pelas pressões sobre o ambiente, seu estado e as respostas da sociedade; se os resultados do diagnóstico incluem, além da caracterização física, biológica, social e econômica da área de estudo, informações resultantes da interpretação dessas características que indiquem as fragilidades do ambiente, seu potencial e restrições para o desenvolvimento das atividades humanas, e os conflitos ou problemas existentes; e ainda, se, além da descrição do ambiente, são incluídas informações com caráter prescritivo. O modelo também pode ser aplicado para a seleção de indicadores do diagnóstico.

Os indicadores observados nos diagnósticos apresentam diferenças em relação aos indicadores ambientais propostos para uso global. No segundo caso, predominam indicadores que têm como foco verificar o estado e as pressões sobre o ambiente causadas pelas intervenções humanas. Nos diagnósticos analisados, foram acrescentados a esses, indicadores para a identificação das fragilidades do ambiente e do potencial e restrições para o desenvolvimento de atividades.

A ausência, no contexto global, de indicadores que expressam o potencial ou fragilidades das diferentes paisagens relacionando-os aos tipos de usos é criticado por Gallopin (1997). O autor observou que os indicadores de pressão relacionados ao uso das terras simplesmente relatam os tipos de uso ou as mudanças de uso, os quais, por si, não podem ser considerados bons ou maus. É necessário relacioná-los às características dos diversos tipos de paisagens, que expressam seu potencial de uso ou fragilidade (indicadores de estado), identificando as condições de oportunidades, ameaças ou aquelas em que o uso é considerado adequado.

4.2. DEFINIÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS, DOS MÉTODOS EMPREGADOS E DOS INDICADORES ELABORADOS

A definição dos critérios para a avaliação dos dados utilizados, métodos empregados e indicadores elaborados teve início com uma revisão bibliográfica. Nessa revisão, foi observada a quase inexistência de propostas de análise e avaliação de diagnósticos, ou mesmo, de planejamentos ambientais. As poucas referências encontradas são citadas na fundamentação teórica (item 2.1.2). Por outro lado, a crescente necessidade, observada mundialmente, de definição de indicadores ambientais em apoio à tomada de decisão, levou muitos autores a propor critérios para a seleção desses indicadores. Porém, embora a preocupação na proposição dos critérios, as regras para a avaliação raramente são especificadas.

Em face da abrangência dos critérios propostos para a seleção de indicadores, decidiu-se reuni-los e verificar a possibilidade de sua aplicação na análise de diagnósticos. Inicialmente, decidiu-se aplicá-los de forma diferenciada sobre o conjunto de dados utilizados, de métodos empregados e de indicadores elaborados no diagnóstico. As regras para sua aplicação foram definidas com base nas informações reunidas na literatura, de como esses critérios são abordados em planejamentos ambientais, sendo verificada a existência de normas, padrões propostos ou ainda, padrões de uso comum.

Com base nesse levantamento, definiu-se um conjunto de 29 critérios e as regras para sua aplicação na avaliação dos dados, métodos e indicadores, os quais são apresentados neste

item, juntamente com uma breve descrição do contexto que fundamentou sua escolha. Na Tabela 4.10 são listados os critérios propostos.

Tabela 4.10. Critérios para análise dos dados de entrada, métodos e indicadores.

DADOS DE ENTRADA	❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À QUALIDADE √ Confiabilidade √ Padronização ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS ESPACIAIS √ Exatidão Cartográfica e Temática √ Conveniência de Escalas Cartográficas √ Correspondência entre Escalas √ Abrangência Geográfica ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS TEMPORAIS √ Exatidão Temporal √ Capacidade de Representar a Evolução e Dinâmica ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À REPRESENTATIVIDADE √ Representatividade dos Temas √ Relevância √ Sensibilidade para Representar Alterações no Ambiente ❑ CRITÉRIO RELATIVO À DISPONIBILIDADE √ Disponibilidade e Acessibilidade
MÉTODOS	❑ CRITÉRIO RELATIVO À QUALIDADE DO MÉTODO √ Validade Científica ❑ CONDIÇÕES PARA APLICAÇÃO √ Custo √ Prazo √ Recursos Materiais e Humanos
INDICADORES	❑ CRITÉRIO RELATIVO À QUALIDADE √ Precisão ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS ESPACIAIS √ Exatidão Cartográfica e Temática √ Conveniência de Escalas Cartográficas √ Abrangência Geográfica √ Capacidade dos Limites serem Implantados e Gerenciados ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS TEMPORAIS √ Exatidão Temporal √ Capacidade de Representar a Evolução e Dinâmica ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À REPRESENTATIVIDADE √ Representatividade √ Relevância √ Sensibilidade para Representar Alterações no Ambiente ❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AO USO DE INDICADORES √ Interpretabilidade √ Caráter prescritivo √ Acesso ao Banco de Dados

4.2.1. Considerações gerais para a avaliação

Para o melhor desempenho da aplicação dos critérios para a avaliação dos dados, métodos e indicadores, é necessário observar as quatro condições descritas a seguir.

O avaliador deve ter conhecimento sobre o planejamento. A análise dos critérios requer o conhecimento sobre o processo de planejamento e as atividades desenvolvidas na etapa de diagnóstico. Esse conhecimento é necessário para a compreensão dos critérios e de sua aplicação e ainda, possibilita o julgamento e a decisão em eventuais omissões observadas ao se aplicar as regras.

Todos os critérios devem ser analisados considerando as metas e os objetivos estabelecidos no planejamento. Conforme citam Conyers e Hills (1984), o diagnóstico representa uma ponte essencial entre as metas e objetivos do planejamento, e a formulação de alternativas de ação para alcançá-los, devendo, portanto, ser configurado de forma a atendê-los.

Cada critério deve ser analisado separadamente. Isso é necessário porque, muitas vezes, os critérios podem ser antagônicos. Um exemplo é a **abrangência geográfica** e a **representatividade dos temas**. Pode ocorrer de alguns dados não representarem toda a área de estudo, mas sua inclusão nas análises deve ser mantida porque eles representam aspectos importantes do ambiente, conforme menciona World Economic Forum (2001). Nesses casos, o resultado da sua avaliação quanto à abrangência geográfica será prejudicado, porém será favorecido quando avaliada a representatividade dos temas.

A avaliação deve se basear nas condições consideradas excelentes ou mais adequadas. É importante que a avaliação não se pautе pelas condições possíveis e suas justificativas diante da realidade de um determinado diagnóstico. Somente tendo como referência uma condição "ideal" é possível verificar os pontos fracos e fortes do diagnóstico e conhecer o quanto o "possível" se distancia do "ideal".

Nos itens seguintes, são apresentados e descritos os critérios definidos e as regras propostas para a avaliação.

4.2.2. Critérios para avaliação dos dados de entrada

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À QUALIDADE

a) Confiabilidade.

Para dados primários, a confiabilidade se refere à clareza e objetividade dos procedimentos descritos para sua obtenção e ainda, à possibilidade de serem repetidos gerando o mesmo resultado. Para tanto, conforme salienta Walz (2000), é essencial que todos os julgamentos de valores, pressupostos e simplificações feitos sejam descritos, tornando o processo transparente e reproduzível.

É importante que o método para a obtenção dos dados - envolvendo a amostragem, a coleta, o registro, análise e seu resultado final - siga normas e padrões técnicos e científicos estabelecidos ou, na inexistência de padrões, que o método tenha sido empregado anteriormente e seus resultados avaliados.

Também é importante que sejam fornecidas medidas da variabilidade dos dados. A variabilidade precisa ser conhecida e identificada suas causas, por exemplo, para que se possa distinguir entre a variabilidade resultante de erros de medições ou da aplicação do método, e aquela que reflete alterações nas condições originais (Spellerberg, 1992; Cornforth, 1999; Kurtz et al., 2001).

Para dados secundários, além das características mencionadas, comuns aos dados primários, também deve ser analisada a sua fonte, ou seja, o órgão ou a instituição responsável pela coleta e elaboração dos dados. Nesse caso, deve ser priorizado o uso de estatísticas oficiais e dados levantados em programas nacionais ou regionais, cujas bases de dados estejam consolidadas.

➤ *Avaliação*

Consideram-se dados de boa qualidade os que apresentam as seguintes características:

- para dados secundários: a sua origem é conhecida, sendo proveniente de estatísticas oficiais, ou ainda, de base de dados reconhecida e consolidada;
- para dados secundários que não satisfazem as condições acima ou para os demais dados: os procedimentos descritos para sua obtenção (coleta, registro, análises e resultado) garantem sua qualidade, ou ainda, são apresentados resultados de testes e medidas de erro que atestam sua qualidade.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que apenas uma pequena parcela dos dados pode ser considerada de boa qualidade, totalizando entre 0 e 25% do conjunto de dados usados no diagnóstico.
- 2: nos casos em que a minoria dos dados, entre 25 e 50%, pode ser considerada de boa qualidade.
- 3: nos casos em que a maioria dos dados, entre 50 e 75%, pode ser considerada de boa qualidade.
- 4: nos casos em que predominam dados que podem ser considerados de boa qualidade, representando entre 75 e 90% do total.
- 5: nos casos em que a qualidade dos dados pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo que mais de 90% dos dados utilizados apresentam tais características.

b) Padronização.

Além da confiabilidade dos dados, a padronização na coleta, registro e apresentação do resultado final deve ser avaliada quanto à capacidade de permitir a integração e a comparação dos dados, aspecto salientado por Winograd (1995), Winograd e Uribe (1996) e Ross (1997). Nessa padronização, incluem-se também o conteúdo do dado, o que ele representa (dados populacionais, estatísticas amostrais etc.), as unidades de medida, os sistemas de projeção (para materiais cartográficos), as unidades de área (municípios, distritos etc.), os sistemas de classificação e a forma de apresentação dos resultados¹⁵.

¹⁵ A padronização entre escalas cartográficas é analisada separadamente.

Exemplificando a importância do sistema de classificação, Bakkes et al. (1994) citam que o maior problema relativo à medição de resíduos sólidos para análise e comparação de seus potenciais impactos é a diversidade existente nos sistemas de classificação de resíduos.

Para integrar dados, também é importante considerar que eles podem se apresentar de diversas formas: qualitativos, quantitativos, multicategóricos (qualitativos ou quantitativos), contínuos, discretos, nominais, ordinais, absolutos, relativos etc. Também podem ser apresentados como dados isolados ou associados a intervalos; conjunto de dados, como tabelas, listagens ou gráficos; ou ainda, dados representados espacialmente, como mapas, fotografias ou imagens.

Difícilmente se trabalha em condições ideais, em que todos os dados são compatíveis. Geralmente há a necessidade de realizar transformações e adequações para integrá-los. Para tal, é fundamental conhecer o dado, seu conteúdo, como foi obtido e o que representa seu resultado, bem como explicitar e justificar com clareza as regras para sua padronização.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- são fornecidos, na descrição dos dados a serem integrados, os elementos necessários para compreender seus conteúdos e o que representa seus resultados;
- são identificados os casos em que são necessárias transformações e adequações dos dados para permitir sua integração;
- são apresentados os procedimentos e regras para a realização das transformações e adequações; e
- os procedimentos e regras apresentados são justificados e descritos com clareza.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que a primeira condição não é satisfeita.
- 2: nos casos em que somente a primeira condição é satisfeita.
- 3: nos casos em que a primeira e a segunda condições são satisfeitas.
- 4: nos casos em que as três primeiras condições são satisfeitas.
- 5: nos casos em que todas as condições são satisfeitas.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS ESPACIAIS

c) Exatidão.

Muitos levantamentos apresentam como resultado mapas, e muitos dados ambientais estão disponíveis nesse formato. Para utilizar todo seu potencial, incluindo a integração de dados de diferentes fontes, a exatidão dos mapas deve ser previamente analisada (Angold et al., 1996).

Lane (1997) cita a crescente preocupação entre os usuários de dados representados espacialmente em estabelecer critérios e padrões de qualidade dos dados, especialmente de exatidão. Nesses casos, ele cita quatro tipos de exatidão: a exatidão aplicada a coordenadas (exatidão de posicionamento), a uma observação (tema, classe ou categoria) e sua posição (exatidão do atributo), ou ainda, a um momento do evento (exatidão temporal).

O presente critério refere-se à exatidão cartográfica - ou exatidão de posicionamento - e à exatidão temática - que envolve a análise conjunta da categoria e sua posição. A exatidão temporal é analisada no critério conformidade temporal.

A exatidão cartográfica tem seus padrões definidos pelo Decreto 89.817/1984, publicado no Diário Oficial da União em 22 de junho de 1984. No Art. 8º do Decreto é estabelecido que os mapas, quanto à sua exatidão, devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) segundo os critérios:

- noventa por cento dos pontos bem definidos num mapa, quando testados no terreno, não devem apresentar erro superior ao Padrão Planimétrico de Exatidão Cartográfica estabelecido;
- noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas de nível, quando testados no terreno, não devem apresentar erro superior ao Padrão Altimétrico de Exatidão Cartográfica estabelecido;
- o Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador de dispersão relativo a 90 % de probabilidade e corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão (PEC);
- o Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não deve ultrapassar 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica; e

- os mapas são classificados em Classe A, B ou C segundo os critérios descritos na Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Critérios para classificação dos mapas segundo sua exatidão.

	Classe A	Classe B	Classe C
Padrão Planimétrico de Exatidão Cartográfica	0,5 mm ⁽¹⁾	0,8 mm ⁽¹⁾	1,0 mm ⁽¹⁾
Erro-Padrão Planimétrico	0,3 mm ⁽¹⁾	0,5 mm ⁽¹⁾	0,6 mm ⁽¹⁾
Padrão Altimétrico de Exatidão Cartográfica	1/2 ⁽²⁾	3/5 ⁽²⁾	3/4 ⁽²⁾
Erro-Padrão Altimétrico	1/3 ⁽²⁾	2/5 ⁽²⁾	1/2 ⁽²⁾

⁽¹⁾ na escala do mapa.

⁽²⁾ da equidistância entre as curvas de nível.

A exatidão temática é uma medida da qualidade dos mapeamentos temáticos em termos da delimitação e identificação de suas classes ou categorias.

Métodos para a estimativa da exatidão temática de mapeamentos gerados a partir do uso de técnicas de sensoriamento remoto são propostos na literatura (Fidalgo, 1995), porém seu uso não é freqüente. Alguns autores (Anderson, 1971; Watson et al., 1992) propõem que a exatidão mínima dos mapeamentos esteja compreendida entre 85 e 95%, embora não se baseiem em resultados obtidos na prática. Um raro exemplo de estimativa de exatidão temática aplicada a grandes áreas foi realizado para o mapeamento da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados da Mata Atlântica no período 1990-1995 (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998) para os estados de Santa Catarina e Espírito Santo, apresentando exatidão global igual a 82,74% e 80,98%, respectivamente.

➤ Avaliação

Considera-se que o critério exatidão é atendido por um mapa quando:

- são apresentados resultados da análise de sua exatidão cartográfica e temática para atestar sua qualidade;
- a exatidão cartográfica apresenta valor igual ou superior aos limites estabelecidos para a Classe C (Tabela 4.11); e
- a exatidão temática é considerada aceitável para as condições do estudo.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que apenas 0 a 25% do conjunto de mapas usados no diagnóstico atende ao critério de exatidão.
- 2: nos casos em que a minoria dos mapas, entre 25 e 50%, atende ao critério de exatidão.
- 3: nos casos em que a maioria dos mapas, entre 50 e 75%, atende ao critério de exatidão.
- 4: nos casos em que predominam mapas que atendem ao critério de exatidão, representando entre 75 e 90%.
- 5: nos casos em que a exatidão dos mapas pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo que mais de 90% deles atende ao critério estabelecido.

d) Conveniência de escalas cartográficas.

A conveniência da escala cartográfica dos dados para a elaboração do diagnóstico está relacionada ao detalhamento necessário à compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo, considerando ainda os objetivos definidos no planejamento. Esse detalhamento envolve dois aspectos: o primeiro se refere ao tamanho e exatidão da delimitação das unidades de mapeamento, e o segundo, ao nível de classificação dessas unidades.

Klijn (1994), analisando a classificação e o mapeamento de ecossistemas, descreve esses aspectos da relação entre escala e detalhamento. Ele cita que, quando se faz uma aproximação (aumenta-se a escala) os detalhes aumentam, o número de limites (e de unidades de mapeamento) aumenta, a definição entre limites pode ser mais precisa, e as classes se tornam mais restritas. A homogeneidade interna das unidades mapeadas - assim como sua variabilidade - depende, portanto, da escala utilizada.

Problemas na seleção inadequada da escala são mencionados por Ranieri (1996) e Pedreira (1998), as quais avaliaram as escalas para mapeamentos usados no processo de planejamento - risco de erosão e cobertura vegetal, respectivamente. Elas citam que numa determinada seleção de escala pode-se estar trabalhando com informações insuficientes se o

mapa for pouco detalhado ou, ao contrário, não utilizando todas as informações se o mapa for demasiadamente detalhado, ou seja, nesse segundo caso pode-se estar perdendo informações.

Não existe uma regra estabelecida que indique a melhor escala para os dados, apenas indicações e avaliações sobre o emprego de diferentes escalas de trabalho para levantamentos de dados e seu uso em planejamentos. Essas indicações geralmente apresentam as escalas associadas à abrangência territorial do planejamento (local, regional, nacional, global etc.), que está relacionada à extensão da área.

Para a realização de zoneamentos ecológico-econômicos, o Decreto Federal 4.297, de 10 de julho de 2002, estabelece a escala 1:250.000 ou maior para a execução de zoneamentos regionais ou locais pelos órgãos federais e estados da Federação.

SDS/MMA (2001a) e Ross (2001), ao proporem diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico no Brasil, estabelecem uma relação entre abrangência territorial e escala de trabalho para o tratamento da informação. As duas propostas são apresentadas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12. Relação entre abrangência territorial e escala de trabalho.

Autor	Abrangência do planejamento	Escala
SDS/MMA (2001a)	Continental	1:10.000.000 a 1:5.000.000
	Nacional	1:2.500.000 a 1:1.000.000
	Regional	1:1.000.000 a 1:250.000
	Estadual	1:250.000 a 1:100.000
	Municipal	1:100.000 a 1:50.000
	Local	1:25.000 a 1:1.000
Ross (2001)	Todo território nacional (União)	1:1.000.000
	Estados do Centro-Oeste e Amazônia	1:250.000
	Estados maiores do Nordeste, Sudeste e Sul	1:100.000
	Estados menores e muito povoados	1:50.000
	Municípios	1:25.000
	Cidades grandes e regiões metropolitanas	1:10.000

Muitas vezes, o diagnóstico de uma região é realizado em várias fases e, nesses casos, as escalas de trabalho adotadas podem diferir em função dos diferentes objetivos estabelecidos. Por exemplo, Filet (1995), em estudos realizados no âmbito do gerenciamento costeiro do Estado de São Paulo, cita que o zoneamento ambiental básico na escala cartográfica 1:50.000 cumpre a função de ordenamento físico territorial ou de localização preliminar das atividades, e propõe o aprimoramento da gestão ambiental com estudos mais detalhados - citando a escala 1:10.000 - para avaliar e indicar a intensidade admissível dos usos dos recursos pelas atividades locadas pelo zoneamento.

Os intervalos e valores sugeridos, como os da Tabela 4.12 são, portanto, indicativos e não podem ser usados isoladamente como padrões para o estabelecimento da escala de trabalho. Como foi citado anteriormente, deve-se analisar se a escala proposta ou utilizada permite o mapeamento de unidades com o detalhamento necessário à compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo, considerando os objetivos do planejamento.

Alguns autores associam a escala a unidades mínimas de mapeamento, que correspondem à menor área que pode ser identificada e delimitada no mapa, sendo que sua extensão no terreno depende da escala do mapa. Considerando a relação entre área mínima de mapeamento e escala, pode ser útil definir primeiramente a área mínima a ser mapeada, associando-a ao grau de detalhamento necessário ao estudo e, em seguida, estabelecer a escala de trabalho.

Klijn (1994), para a classificação de ecossistemas, propõe o tamanho da unidade mínima de mapeamento igual à área correspondente a 0,25 centímetros quadrados do mapa - exemplificando, para um mapa em escala 1:100.000 a unidade mínima apresenta 25 hectares.

Prado (1996) apresenta uma equação para o cálculo da área mínima de mapeamento utilizada em levantamentos de solos:

$$\text{Área Mínima Mapeável (AMM)} = \frac{E^2 0,4}{10^8} \text{ (ha)} = \frac{E^2 0,4}{10^{10}} \text{ (km}^2\text{)} \quad (4.1)$$

onde

E = escala do mapa.

Por essa equação, a área mínima de mapeamento é aquela correspondente a 0,40 centímetros quadrados no mapa - exemplificando, para um mapa em escala 1:100.000 a unidade mínima apresenta 40 hectares.

➤ *Avaliação*

Considera-se a escolha da escala conveniente ou adequada nas duas situações:

- quando se conhece a área de estudo possibilitando a identificação da melhor escala de trabalho e são apresentadas justificativas bem fundamentadas de sua escolha diante da abrangência da área, dos objetivos definidos no planejamento e do detalhamento necessário à compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo, evitando falhas ou excesso de detalhes; e
- quando não há um conhecimento prévio sobre a área de estudo ou há muitas dúvidas sobre a melhor escala de trabalho, e se opta pelo emprego de uma escala dentro dos limites apresentados como referência na Tabela 4.12 (considerando a abrangência do diagnóstico) ou tomando como referência escalas empregadas com êxito em diagnósticos com características semelhantes, sendo essas escolhas devidamente justificadas.

Devem ainda ser considerados os casos em que, embora não seja devidamente justificada a escolha da escala de trabalho, o avaliador a julga adequada.

Com base nisso, atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que não é definida uma escala de trabalho;
a escala de trabalho não é adequada;
a escala de trabalho é adequada, porém apenas 0 a 25% dos dados apresenta essa escala; ou
a escala de trabalho é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 25 a 50% dos dados apresenta a escala definida.
- 2:** nos casos em que a escala de trabalho é adequada, porém a minoria dos dados, entre 25 e 50%, apresenta a escala definida; ou
a escala de trabalho é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 50 a 75% dos dados apresenta a escala definida.
- 3:** nos casos em que a escala de trabalho é adequada e a maioria dos dados, entre 50 e 75%, apresenta a escala definida; ou

a escala de trabalho é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 75 a 90% dos dados apresenta a escala definida.

- 4: nos casos em que a escala de trabalho é adequada e ainda, 75% a 90% dos dados apresenta a escala definida; ou
a escala de trabalho é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e mais de 90% dos dados apresenta a escala definida.
- 5: nos casos em que a escala de trabalho é adequada e mais de 90% dos dados apresenta a escala definida, sendo esse um ponto forte do diagnóstico.

e) Correspondência entre escalas.

Um dos aspectos importantes da padronização dos dados se refere à correspondência entre as suas escalas cartográficas, que é fundamental para sua integração e comparação.

Em geral, os dados espacialmente representados disponíveis para a realização de um diagnóstico apresentam diferentes escalas¹⁶. Com as facilidades do uso de sistemas de informações geográficas e suas ferramentas, a redução e ampliação dos dados podem ser realizadas por simples operações. Diante dessas facilidades, é comum se observar situações de integração de dados de diferentes escalas e apresentação dos resultados na maior ou menor escala encontrada nesse conjunto.

A necessidade de atentar para o erro da integração dos dados em escalas variadas e apresentação dos resultados na maior escala encontrada no conjunto é ressaltada por SDS/MMA (2001b), ao avaliar as experiências do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil. Já a integração para apresentação dos resultados na menor escala do conjunto de dados, algumas vezes é colocada como regra (SDS/MMA, 2001b). Porém essa regra não pode ser aplicada de forma generalizada pois também pode gerar erros. Como foi mencionado anteriormente, a escala dos dados está relacionada ao detalhamento dos mesmos, que envolve dois aspectos: o primeiro se refere ao tamanho e exatidão da delimitação das unidades de mapeamento e o segundo, ao nível de classificação dessas unidades. Simples operações de ampliação ou redução dos dados não alteram o tamanho das unidades de

¹⁶ Inclui-se, nesse caso, os dados matriciais que apresentam diferentes resoluções.

mapeamento e sua exatidão, nem tampouco sua classificação. Dessa forma, integrar dados de diferentes escalas pode resultar em erros. Por exemplo, pode ocorrer de um mapeamento resultante da integração de um conjunto de dados apresentar as mesmas unidades de área que as existentes no dado de maior escala, simplesmente em virtude desse dado ser mais detalhado, contendo um maior número de unidades de mapeamento, independente de sua importância naquele contexto.

Portanto, a integração de dados de diferentes escalas requer uma adequação, cujos procedimentos e regras devem ser explicitados e justificados com clareza.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- são identificados os casos em que são necessárias adequações na escala dos dados representados espacialmente para permitir sua integração;
- são apresentados os procedimentos e regras para a realização dessas adequações; e
- os procedimentos e regras apresentados são justificados e descritos com clareza.

Atribuem-se as pontuações:¹⁷

- 1:** nos casos em que nenhuma das três condições é satisfeita.
- 3:** nos casos em que somente a primeira condição é satisfeita.
- 4:** nos casos em que a primeira e a segunda condições são satisfeitas.
- 5:** nos casos em que todas as condições são satisfeitas, ou os dados a serem integrados apresentam a mesma escala, não sendo necessárias adequações.

f) Abrangência geográfica.

A abrangência geográfica dos dados está diretamente relacionada à abrangência geográfica do diagnóstico. Sendo definida a abrangência geográfica do diagnóstico, ou seja, a área sobre a qual incide o diagnóstico, os dados devem representar toda sua extensão, sem

¹⁷ Para manter a mesma lógica utilizada para a avaliação do critério referente à padronização dos dados (item 4.2.2.b), foi eliminado, neste caso, a pontuação 2.

falhas. No caso de levantamentos amostrais, as amostras selecionadas devem ser bem distribuídas e representativas de toda a área de estudo.

Quando o planejamento é realizado para fins de zoneamento pelos governos municipais ou estaduais, a abrangência geográfica do diagnóstico, em geral, segue os limites político-administrativos do território municipal ou estadual. Nesses casos, a extensão da área geográfica para o diagnóstico é aquela sobre a qual incidem, ou podem incidir diretamente as ações previstas no planejamento. Essa área pode ser ampliada e o diagnóstico se estender a uma área maior caso seja necessário à compreensão dos elementos e processos que ocorrem no território.

Conforme salienta Winograd (1995), alguns problemas ambientais não podem ser compreendidos e solucionados em um determinado nível administrativo pois algumas ações humanas ou eventos naturais podem resultar em impactos que não se restringem aos limites político-administrativos. É importante considerar as fronteiras políticas e ecológicas como unidades de trabalho para a elaboração da informação.

Frank (1995; citando Claval, 1987 e Souto-Maior, 1988), analisando a delimitação de regiões para fins de planejamento, afirma que a região pode ser vista simplesmente como uma ferramenta metodológica que envolve a escolha de uma área geográfica de análise, ou ainda, pode ser vista como uma categoria analítica do espaço. O termo região passou a representar a essência de uma unidade territorial otimizada, sendo muitas vezes utilizado quando o espaço de ação das autoridades políticas não se sobrepõe àquele em que ocorrem e precisam ser resolvidos determinados problemas. Porém, segundo o autor, não há como propor um sistema unificado de regionalização, mas sim, a indicação de uma divisão a partir de uma perspectiva previamente escolhida. A delimitação para fins de planejamento é baseada em concessões que nem sempre dão resultados ideais, mas constituem uma resposta pragmática a um problema que, de outra maneira, seria insolúvel.

Essa noção de região se assemelha ao conceito de área formulado por Hartshorne (citado por Moraes, 1997), em que a área é uma parcela da superfície terrestre, diferenciada pelo observador, que a delimita por seu caráter, isto é, a distingue das demais. Essa delimitação é um procedimento de escolha do observador, que seleciona os fenômenos

enfocados. Dependendo dos dados selecionados, a delimitação será diferente, pois a abrangência desses varia desigualmente. Dessa forma, a área é um instrumento de análise.

Frank (1995) menciona quatro critérios para a definição de regiões, os quais são adotados segundo os objetivos do planejamento:

- homogeneidade: define uma área em que determinada característica fisiográfica ou sócio-cultural é relativamente homogênea;
- isolamento: define uma área que é isolada de outras por barreiras naturais (físicas) ou artificiais (fronteiras);
- interdependência: define um conjunto de espaços heterogêneos, cujas diversas partes são complementares e mantêm entre si e, particularmente com o polo dominante, um intercâmbio maior do que o estabelecido com a região vizinha; e
- relação a um problema *ad hoc*: define uma área a partir da incidência de um ou mais problemas.

Para a definição da área de abrangência devem ainda ser considerados os regulamentos estabelecidos na legislação.

A importância em considerar a bacia hidrográfica é estabelecida na Lei Federal 8.171 de 17 de janeiro de 1991, que dispõe sobre a Política Agrícola, na qual a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade básica de planejamento do uso; e na Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, na qual a bacia hidrográfica é definida como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Para as unidades de conservação, a Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, no Art. 27, estabelece a obrigatoriedade da elaboração de um plano de manejo que deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos¹⁸.

IBAMA (2002), ao estabelecer um roteiro para o planejamento de unidades de conservação de uso indireto, ressalta ainda a necessidade de situar a unidade de conservação

¹⁸Na Lei 9.985/2000, Art. 2º são estabelecidas as definições de zona de amortecimento e corredores ecológicos. Zona de amortecimento é o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam, entre elas, o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

no contexto federal, estadual e regional. É importante ressaltar que a compreensão de contextos mais amplos em que o planejamento se insere não implica em ampliar a área de abrangência. Nesses casos, são reunidos dados gerais sobre esses contextos, propiciando uma melhor compreensão da área de estudo.

➤ *Avaliação*

Considera-se a abrangência geográfica da área de estudo adequada quando:

- seus limites são bem definidos,
- são seguidos os regulamentos legais pertinentes e
- são apresentados os critérios empregados para sua definição, sendo bem fundamentados e justificados diante dos objetivos do planejamento.

Devem ainda ser considerados os casos em que, embora não seja devidamente justificada a definição da abrangência geográfica ou não sejam bem fundamentados os critérios utilizados, o avaliador a julga adequada.

Para a avaliação do critério, deve-se verificar se os dados representam toda a extensão da área de estudo, o que, no caso de dados amostrais, deve ser garantido por um número suficiente de amostras para representar toda a área.

Com base nisso, atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que não é definida a abrangência geográfica;
a abrangência geográfica não é adequada;
a abrangência geográfica é adequada, porém apenas 0 a 25% dos dados representa toda sua extensão; ou
a abrangência geográfica é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 25 a 50% dos dados representa toda sua extensão.
- 2:** nos casos em que a abrangência geográfica é adequada, porém a minoria dos dados, entre 25 e 50%, representa toda sua extensão; ou
a abrangência geográfica é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 50 a 75% dos dados representa toda sua extensão.
- 3:** nos casos em que a abrangência geográfica é adequada e a maioria dos dados, entre 50 e 75%, representa toda sua extensão; ou

abrangência geográfica é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e 75 a 90% dos dados representa toda sua extensão.

- 4:** nos casos em que a abrangência geográfica é adequada e ainda, 75% a 90% dos dados representa toda sua extensão; ou
a abrangência geográfica é julgada adequada embora não seja devidamente justificada e mais de 90% dos dados representa toda sua extensão.
- 5:** nos casos em que a abrangência geográfica é adequada e mais de 90% dos dados representa toda sua extensão, sendo esse um ponto forte do diagnóstico.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS TEMPORAIS

g) Exatidão Temporal.

Lane (1997) utiliza o termo exatidão temporal para indicar a qualidade dos dados em relação ao momento do evento que eles representam. Ele corresponde à capacidade do dado em representar as condições ambientais do momento de interesse.

Essa capacidade deve ser analisada considerando a variabilidade dos dados ao longo do tempo e a dinâmica da região. Por exemplo, os processos geomorfológicos, de uso da terra e das mudanças sociais têm diferentes dinâmicas, e estas variam em função da região de estudo.

➤ *Avaliação*

Considera-se que o critério exatidão temporal é atendido quando o intervalo de tempo decorrido entre a aquisição do dado e o momento a ser representado é julgado adequado, considerando a sua variabilidade ao longo do tempo no contexto da dinâmica própria da região de estudo.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que apenas 0 a 25% do conjunto de dados usados no diagnóstico atende ao critério de exatidão temporal.

- 2: nos casos em que a minoria dos dados, entre 25 e 50%, atende ao critério de exatidão temporal.
- 3: nos casos em que a maioria dos dados, entre 50 e 75%, atende ao critério de exatidão temporal.
- 4: nos casos em que predominam dados que atendem ao critério de exatidão temporal, representando entre 75 e 90% dos dados.
- 5: nos casos em que a exatidão temporal dos dados pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo que mais de 90% deles atende ao critério estabelecido.

h) Capacidade de representar a evolução e a dinâmica do ambiente.

No critério anterior, a variabilidade temporal dos dados é considerada para a análise de sua exatidão. No presente critério, é verificado se os dados são capazes de representar essa variabilidade para a compreensão da evolução e dinâmica do ambiente.

Tricart e KiewietdeJonge (1992) afirmam que um bom manejo das terras consiste em redirecionar ou substituir a dinâmica existente por outras, sendo capaz de considerar a suscetibilidade do ambiente à intervenção humana. Nesse contexto, uma visão descritiva e estática do ambiente é, portanto, insuficiente.

Além das dinâmicas atuais, Tricart e KiewietdeJonge (1992) ressaltam a importância do conhecimento das dinâmicas do passado, que se sucederam em períodos relativos a uma escala de tempo geológico. Essas dinâmicas, principalmente devidas a mudanças climáticas, deixaram um legado no ambiente e são fundamentais para a compreensão da situação atual.

Em termos de dinâmica atual, a variabilidade temporal dos dados e, portanto, a periodicidade ou frequência com a qual eles devem ser obtidos, depende das dinâmicas próprias dos processos analisados e também da região de estudo.

Fenômenos sazonais ou cíclicos muitas vezes requerem dados coletados em intervalos regulares de tempo. O intervalo de tempo entre as coletas e o período de coleta dos dados depende do tipo de fenômeno a ser representado. Um exemplo muito comum é o uso de séries de dados pluviométricos e de temperatura. Essas séries fornecem valores diários que

permitem o cálculo de médias, máximos e mínimos em intervalos de tempo diversos (mensais, anuais, etc). A Organização Meteorológica Mundial recomenda o uso de séries de trinta anos para o estudo dos valores médios de precipitação.

Deve ainda ser considerada a importância de determinados eventos na dinâmica de alguns processos. Nesse caso, os dados devem ter correspondência com o período de ocorrência desses eventos de forma a refletir seus efeitos. Por exemplo, a dinâmica sócio-econômica de qualquer região é definida por eventos históricos determinados e, muitas vezes não pode ser compreendida com dados censitários obtidos em intervalos de tempo regulares.

➤ *Avaliação*

O conjunto de dados deve abranger três aspectos. O primeiro se refere ao uso de séries temporais obtidas em intervalos de tempo entre coletas e período de coleta de dados suficientes para a representação dos fenômenos cíclicos ou sazonais. O segundo, à representação dos fenômenos de interesse (diante dos objetivos do planejamento e dos processos que ocorrem na área de estudo) associados a eventos históricos de forma a refletir seus efeitos. O terceiro aspecto se refere à capacidade de expressar as dinâmicas do passado.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que os dados não abrangem nenhum desses aspectos.
- 2:** nos casos em que os dados podem abranger alguns (um ou dois) desses aspectos, porém de forma insatisfatória devido a falhas no conjunto desses dados.
- 3:** nos casos em que os dados abrangem, porém de forma insatisfatória, os três aspectos; ou são suficientes para abranger satisfatoriamente apenas um dos aspectos.
- 4:** nos casos em que os dados abrangem satisfatoriamente dois desses aspectos.
- 5:** nos casos em que os dados são suficientes para abranger satisfatoriamente os três aspectos.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À REPRESENTATIVIDADE

i) Representatividade dos temas.

A representatividade se refere à abrangência dos dados em relação aos temas cujo estudo é necessário para atender aos objetivos definidos no planejamento e para a compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo.

Alguns autores (Pablo et al., 1994; Frank, 1995) mencionam duas diferentes formas para realizar um diagnóstico ambiental, as quais influem em sua abrangência. Uma delas busca a realização de um diagnóstico ambiental amplo, envolvendo uma grande quantidade de temas e dados com o objetivo de apreender de forma ampla a realidade da área de estudo. E a outra, parte da definição prévia dos problemas, os quais norteiam os objetivos do diagnóstico e, por ser mais direcionada, tende a envolver um menor conjunto de temas e dados.

A opção por uma dessas formas para realizar o diagnóstico ambiental juntamente com as características da região de estudo, determinam a seleção do conjunto de dados e temas a serem levantados. Porém essa seleção não é simples, existindo o risco de levantar dados e não utilizá-los (critério analisado no próximo item) ou ainda, por falta de dados, deixar de considerar aspectos importantes para a compreensão da realidade da região.

Podem ser utilizadas listagens apresentadas por alguns autores como referência para auxiliar na escolha dos dados e temas a serem tratados. Tommasi (1994), por exemplo, apresenta listagem dos temas e dados (agrupados por meio físico, biológico e antrópico) que podem ser considerados para a elaboração do diagnóstico ambiental¹⁹.

Alguns regulamentos legais estabelecem conjuntos de temas a serem levantados em diagnósticos ambientais desenvolvidos para diferentes tipos de planejamentos. No caso de zoneamento ecológico-econômico, o Decreto Federal 4.297, de 10 de julho de 2002, estabelece a obrigatoriedade do diagnóstico dos recursos naturais, da sócio-economia e do marco jurídico-institucional, e apresenta ainda uma listagem do conteúdo mínimo do diagnóstico (Artigo 12, item I e Artigo 13, itens I a VIII).

¹⁹Embora Tommasi (1994) enfoque a análise de impactos ambientais, a listagem apresenta dados e temas importantes para qualquer diagnóstico ambiental. Essa listagem também é indicada por Juchem (1999), o qual salienta que algumas adaptações são necessárias conforme o tipo de empreendimento em questão.

Os aspectos jurídico-institucionais se referem à legislação, às áreas institucionais ou aos planos e aos programas que afetam ou podem afetar o planejamento.

Frank (1995) ressalta ainda a importância de incluir no diagnóstico os aspectos políticos justificando que a desconsideração das forças políticas é uma lacuna que acaba por inviabilizar muitas iniciativas.

IBAMA (2002) descreve o conteúdo do plano de manejo para as unidades de conservação, incluindo os temas e dados a serem levantados referentes à unidade de conservação, a região em que esta se insere e aos diferentes contextos (internacional, federal e estadual).

Antes da avaliação deste critério, deve-se definir a forma mais adequada para o diagnóstico diante dos objetivos do planejamento: amplo ou direcionado aos problemas, o que resultará em diferentes conjuntos de dados e temas a serem tratados.

➤ *Avaliação*

Verifica-se o atendimento a três condições:

- os dados utilizados contemplam os temas e aspectos citados nos regulamentos legais pertinentes;
- os dados contemplam os aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos, jurídico-institucionais e políticos; e
- os dados contemplam os temas relevantes para a compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo diante dos objetivos do planejamento.

Devem-se ainda identificar os casos em que a escolha dos temas é justificada e bem fundamentada, atribuindo-se a eles uma pontuação maior.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que a escolha não é justificada ou os dados não contemplam os regulamentos legais.
- 2:** nos casos em que os dados contemplam os regulamentos legais, porém atendem às demais condições precariamente por omitir, sem apresentar justificativas, algum dos aspectos citados ou algum(ns) tema(s) fundamental(is) para o diagnóstico.

- 3: nos casos em que os dados contemplam os regulamentos legais e os aspectos citados, mas omitem, sem apresentar justificativas, alguns temas relevantes.
- 4: nos casos em que os dados atendem integralmente a essas condições, mas sua escolha e a escolha dos temas não é bem fundamentada e justificada; ou não atendem integralmente a essas condições, porém sua escolha é bem fundamentada e justificada.
- 5: nos casos em que os dados atendem integralmente a essas condições e a sua escolha e dos temas é bem fundamentada e justificada.

j) Relevância.

Este critério é usado para verificar se no diagnóstico não ocorre o levantamento de dados irrelevantes diante dos objetivos do planejamento, ou ainda, o uso desnecessário de diferentes dados para expressar o mesmo tipo de informação.

Os problemas resultantes do uso de dados irrelevantes ou desnecessários estão na elevação dos custos e aumento do tempo gasto devidos ao levantamento, armazenamento e processamento desses dados; e ainda, na possibilidade de gerar resultados enganosos ao interferir nesses de forma tendenciosa.

Conforme salientam Gough e Ward (1996), dados ambientais são dispendiosos e consomem tempo para sua obtenção, por conseguinte, é importante a concepção de um conjunto mínimo de dados.

Yu et al. (1998) afirmam que é muito pouco considerada a correlação existente entre os dados. No caso do desenvolvimento de índices e indicadores, isso gera muita redundância entre os indicadores confundindo os usuários, os tomadores de decisão e o público em geral.

Um exemplo de como a redundância dos dados pode gerar resultados enganosos é fornecido por Bunce et al. (1996). Ao desenvolver um sistema de classificação da terra, os autores verificaram que o uso de diversas variáveis altamente correlacionadas e relacionadas a um tema (no caso, o clima) resultava no domínio desse tema na estrutura da classificação em detrimento aos demais temas considerados no estudo (topografia, geografia humana e geologia). Ao aplicar a Análise de Principais Componentes nos dados climáticos e utilizar as

três principais variáveis que expressavam a maior parte da variabilidade, obtiveram melhores resultados.

➤ *Avaliação*

Consideram-se os dados:

- relevantes quando apresentam relação com os elementos e processos que ocorrem na área de estudo diante dos objetivos do planejamento; e
- necessários quando se encontram distribuídos entre todos os temas tratados, não se observando um excessivo número de dados associado a algum tema específico, nem o uso desnecessário de diferentes dados para expressar o mesmo tipo de informação.

Devem-se ainda identificar os casos em que se observa a relevância dos dados em virtude de sua escolha ser justificada e bem fundamentada - incluem-se os casos em que a escolha se baseia em análises de correlação - sendo atribuída uma pontuação maior.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que o uso do conjunto de dados não é bem fundamentado e justificado, sendo ainda observado um excessivo número de dados irrelevantes ou desnecessários (mais de 10% dos dados).
- 2: nos casos em que o uso do conjunto de dados não é bem fundamentado e justificado, observando-se alguns dados irrelevantes ou desnecessários (entre 1 e 10% dos dados).
- 3: nos casos em que o uso do conjunto de dados não é bem fundamentado e justificado, porém são raros os dados irrelevantes ou desnecessários (menos de 1% dos dados).
- 4: nos casos em que o uso do conjunto de dados não é bem fundamentado e justificado, porém não se observam dados irrelevantes ou desnecessários.
- 5: nos casos em que o uso do conjunto de dados é bem fundamentado e justificado, não se observando dados irrelevantes e desnecessários.

I) Sensibilidade para representar alterações ocorridas no ambiente.

A sensibilidade se refere à capacidade dos dados em expressar alterações ocorridas no ambiente.

Este critério é muito empregado na etapa de monitoramento de planejamentos ambientais em que se busca identificar um tipo de dado ou um pequeno conjunto de dados que apresentem boa resposta a alterações ocorridas no meio resultantes de distúrbios naturais ou estresses antropogênicos; e ainda, em tempo suficiente para possibilitar intervenções necessárias de manejo.

Dados sensíveis, por causa de suas características, podem se constituir em indícios ou sinais de mudanças das condições do ambiente. Dentre essas características, Cairns et al. (1993) citam que ele deve ser sensível aos estressores, sem respostas extremas (tudo ou nada) ou variabilidade natural extrema. Dale e Beyeler (2001) acrescentam que enquanto alguns tipos de dados podem responder à maioria das grandes alterações no sistema, os dados sensíveis são aqueles que apresentam alta sensibilidade a alguns tipos particulares, e talvez, súbitos de estresses, prevendo a redução da integridade do sistema.

Observa-se, portanto, que a sensibilidade está, necessariamente, associada à capacidade de responder a pressões em tempo hábil, de forma a permitir uma análise prévia das alterações em curso no ambiente, sendo essa característica de grande importância também para a realização do diagnóstico.

➤ Avaliação

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que não se observam dados sensíveis, nem seu uso é proposto para o diagnóstico.
- 2:** nos casos em que, embora o uso de dados sensíveis não seja proposto, observam-se alguns dados com essa característica, porém são insuficientes para permitir uma análise prévia das alterações em curso no ambiente.
- 3:** nos casos em que o uso de dados sensíveis é proposto, porém os dados que apresentam essa característica são insuficientes para permitir uma análise prévia das alterações em curso no ambiente.

- 5:** nos casos em que o uso de dados sensíveis é suficiente para a análise prévia das alterações em curso no ambiente.

□ **CRITÉRIOS RELATIVOS À DISPONIBILIDADE**

m) Disponibilidade e acessibilidade.

A disponibilidade corresponde à possibilidade de, quando necessário, obter o dado em um curto período de tempo. A acessibilidade se refere à facilidade para obtê-lo.

O dado está disponível quando está pronto para uso, não sendo necessárias complementações que requerem um certo tempo para aquisição, análise e/ou processamento. Os dados estão acessíveis quando foram publicados ou podem ser obtidos com facilidade mediante a aquisição de relatórios, mapas, arquivos digitais, ou por meio da Internet.

➤ *Avaliação*

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que os dados disponíveis e acessíveis somam, no máximo, 25% do total.
- 2:** nos casos em que os dados disponíveis e acessíveis ocorrem em menor número, representando 25 a 50% do total.
- 3:** nos casos em que os dados disponíveis e acessíveis ocorrem em maior número, representando 50 a 75% do total.
- 4:** nos casos em que os dados disponíveis e acessíveis predominam, representando entre 75 e 90% do total.
- 5:** nos casos em que os dados disponíveis e acessíveis representam mais de 90% do total, sendo esse um ponto forte do diagnóstico.

4.2.3. Critérios para avaliação dos métodos empregados

Na fundamentação teórica do presente trabalho e no item 4.1.2 foram apresentados alguns métodos utilizados em planejamentos ambientais. Sua escolha depende principalmente dos objetivos definidos no planejamento, devendo ser compatível com a abrangência definida para a área de estudo, a escala de trabalho, os temas considerados e os dados reunidos, cujos critérios para análise foram apresentados no item 4.2.2. No presente item, os critérios são direcionados à análise da qualidade do método adotado e das condições para sua aplicação. No caso da utilização de mais de um método para a análise dos dados de entrada e elaboração dos indicadores, esses devem ser analisados em conjunto.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À QUALIDADE

a) Validade científica.

A validade científica do método se refere à clareza e objetividade dos procedimentos descritos e à possibilidade de reproduzi-los gerando os mesmos resultados. Walz (2000), estudando o desenvolvimento de indicadores ambientais, salienta que, dada a alta complexidade dos sistemas ambientais e a impossibilidade de apreendê-lo em sua totalidade, os resultados obtidos envolvem alguns julgamentos e pressupostos. Nesse contexto, a clareza, a objetividade (denominadas pelo autor como transparência) e a reprodutibilidade dos resultados têm como função garantir que os julgamentos de valores, pressupostos e simplificações sejam explicitados e que seja possível controlar os resultados obtidos.

É importante ainda que os métodos sigam normas e padrões técnicos e científicos estabelecidos ou, na inexistência de padrões, que eles tenham sido empregados anteriormente e avaliados positivamente.

Um aspecto importante na análise da validade científica está em verificar se é bem fundamentada a opção pelo emprego de um método quantitativo ou qualitativo. Uma abordagem quantitativa deve ser preferida quando é possível realizá-la, porém, como afirma Hirvonen (1992), uma abordagem qualitativa pode ser mais apropriada quando a determinação

quantitativa contém muitas incertezas. Isto foi observado por Ranieri (1996) ao comparar um método qualitativo e outro quantitativo para determinação do risco de erosão em uma bacia hidrográfica. A autora concluiu que, embora o método quantitativo utilizado fosse mais objetivo por ser baseado em informações concretas e mensuráveis, problemas na adaptação do método para aplicá-lo na área de estudo resultou em erros. No caso específico desse estudo, o método qualitativo se mostrou mais adequado.

Outro aspecto importante na análise da validade científica está na forma como são analisados os dados relativos a diversos temas, gerados por conhecimentos multidisciplinares. Tricart e KiewietdeJonge (1992) salientam que mais que justapor os diferentes aspectos do ambiente, cada um deles compreendido por uma disciplina específica que tem sua própria história do conhecimento e suas próprias preocupações, mais que uma abordagem setorial, é necessário reconhecer o principal tema do estudo como um todo, o ambiente como uma unidade - um sistema - que é diferente da soma de suas partes setoriais, apresentando propriedades específicas.

Frank (1995), estudando o gerenciamento de bacias hidrográficas, afirma que o conhecimento multidisciplinar é necessário, porém não é o suficiente, sendo de fundamental importância a forma como ele é articulado para responder aos objetivos do planejamento.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- o método pressupõe a análise integrada dos elementos do meio, porém precariamente pois não contempla todo o conjunto dos dados levantados e temas tratados, ou integra separadamente os temas relacionados ao meio físico, biológico ou sócio-econômico²⁰;
- o método pressupõe a análise integrada dos elementos do meio contemplando a maioria dos dados e temas tratados no diagnóstico, integrando os aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos;
- o método é descrito com clareza e objetividade de forma a permitir a reprodução dos resultados; e
- a escolha do método é bem justificada e fundamentada.

²⁰ Inclui-se no meio (ou aspecto) sócio-econômico os aspectos jurídico-institucionais e políticos.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em nenhuma condição é satisfeita.
- 2: nos casos em que apenas a primeira condição é satisfeita.
- 3: nos casos em que apenas a segunda condição é satisfeita ou a primeira e a terceira condições são satisfeitas.
- 4: nos casos em que a segunda e a terceira condições são satisfeitas.
- 5: nos casos em que a segunda, a terceira e a quarta condições são satisfeitas.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS ÀS CONDIÇÕES PARA APLICAÇÃO

As condições para a aplicação do método foram inseridas no presente item, mas sua análise envolve todas as atividades necessárias para o desenvolvimento do diagnóstico. Conforme representação apresentada na Figura 3.2, envolve todos os procedimentos para a obtenção dos dados de entrada, o emprego dos métodos de análise integrada e a elaboração dos indicadores.

b) Custo.

O custo de um diagnóstico pode ser analisado em termos do seu valor total ou proporcional a uma variável de interesse. Uma variável que influi diretamente sobre o custo é o tamanho da área. Para padronizar os dados, é comum se apresentar o custo por unidade de área (do terreno). Um inconveniente da análise restrita a esse tipo de dado é que não se considera a escala de trabalho - variável que também influi diretamente sobre o custo - tratando da mesma forma diagnósticos que apresentam diferentes níveis de detalhamento.

SDS/MMA (2001b) propõe também a análise de custos por habitante. Ao utilizar custos por unidade de área e custos por habitante para análise de zoneamentos ecológico-econômicos, verificou que os estados do Norte apresentaram baixo custo por área e os estados do Sul e Sudeste apresentaram baixo custo por número de habitantes, refletindo as diferenças regionais, com vastas áreas pouco populosas no Norte e áreas de alta densidade demográfica no Sul e Sudeste.

Dada a diversidade de condições em que os diagnósticos são realizados - principalmente em função da área e dos objetivos do planejamento - a variação dos custos é muito grande. Para sua análise, o ideal seria estabelecer algumas referências baseadas em diagnósticos elaborados em condições semelhantes. Porém isso fica prejudicado diante da escassez de informações sobre custos de diagnósticos, que são pouco divulgadas ou divulgadas parcialmente, não sendo incluídos o custo de todas as atividades e mão de obra envolvidos, ou ainda, não sendo especificadas as etapas do planejamento consideradas.

Ross (2001) apresenta custos de zoneamentos ecológico-econômicos realizados em diversas regiões e estados do Brasil e em diferentes escalas (Tabela 4.13)²¹. Segundo o autor, a variação do custo por quilômetro quadrado ocorre em função da escala de trabalho e de alguns fatores como: a complexidade da área a ser pesquisada; o nível de profundidade do trabalho de pesquisa, com maior ou menor utilização de dados primários ou secundários; e a equipe para a execução dos trabalhos, se são equipes próprias do estado, parcerias com institutos de pesquisa e universidades ou empresas contratadas.

Tabela 4.13. Custos de zoneamentos ecológico-econômicos realizados em diversas regiões e estados do Brasil, dado por escala de trabalho.

Fonte: Modificado de Ross (2001).

Escala de trabalho	Custo por unidade de área do terreno (US\$/km²)	Custo por unidade de área do mapa ⁽¹⁾ (US\$/cm²)
1:1.000.000	3,00 a 5,00	300,00 a 500,00
1:250.000	10,00 a 20,00	62,50 a 125,00
1:100.000	40,00 a 70,00	40,00 a 70,00

⁽¹⁾ Valores calculados a partir dos dados fornecidos por Ross (2001).

²¹ As atividades do zoneamento ecológico-econômico correspondem basicamente às atividades da etapa de diagnóstico portanto, os custos citados para o zoneamento referem-se aos custos do diagnóstico.

Por abrangerem custos para a elaboração de diagnósticos realizados em condições bastante variadas, os dados apresentados por Ross (2001) serão utilizados, neste trabalho, como referência para a avaliação do custo.

Nota-se que, ao ampliar a escala, os custos por unidade de área do terreno aumentam e os custos por unidade de área do mapa diminuem. Desta forma, os custos de diagnósticos realizados em escalas maiores que 1:100.000 deverão manter essa tendência.

Algumas condições que podem resultar na redução dos custos também devem ser observadas, dentre elas a relevância dos dados, temas e indicadores - critério analisado em outro item. Uma segunda condição é o uso prioritário de dados secundários (Conyers e Hills, 1984; Crabtree e Bayfield, 1998; Walz, 2000; Ross, 2001), cujo levantamento demanda menores custos quando comparado aos de dados primários. Outra condição está relacionada ao tipo de levantamento, citado por Pablo et al. (1994) e Frank (1995): um diagnóstico com o objetivo de apreender de forma ampla a realidade da área de estudo envolve maiores custos que um diagnóstico que parte da definição prévia dos problemas, sendo direcionado por eles. Por último e fundamental, é atender aos objetivos do planejamento, que devem ser prévia e claramente definidos, o que potencializa o uso dos recursos e, portanto, os custos para a execução do diagnóstico.

➤ *Avaliação*

Os custos por unidade de área são comparados à referência estabelecida (Tabela 4.13), considerando ainda a escala de trabalho. Verifica-se ainda se as seguintes condições são atendidas para a otimização dos custos: o uso de dados secundários é priorizado, o diagnóstico é direcionado para os problemas, ele atende aos objetivos e esses são prévia e claramente definidos.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que os custos são superiores aos da referência estabelecida e não são otimizados.
- 3:** nos casos em que os custos não são otimizados, porém apresentam valores compatíveis com os da referência estabelecida; ou
os custos, embora sejam otimizados, são superiores aos da referência estabelecida.

- 5:** nos casos em que os custos são inferiores aos da referência estabelecida; ou os custos são otimizados e compatíveis com os da referência estabelecida.

c) Prazo.

O prazo corresponde ao tempo gasto para a realização do diagnóstico reunindo todas as atividades necessárias à aplicação do método. Em geral, os prazos são apresentados em um cronograma.

Como o prazo está relacionado às mesmas questões levantadas para o custo, estas não devem ser revistas.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições: é apresentado um cronograma para a execução das atividades previstas; o cronograma é exeqüível (os prazos são adequados para a realização das atividades diante dos recursos disponíveis); e o prazo é viável para atender plenamente aos objetivos e necessidades do planejamento. Quanto à viabilidade para atender ao planejamento, consideram-se quatro situações: prazo muito longo e inviável, prazo longo sendo necessária a completa reformulação do cronograma para atender ao planejamento, prazo maior que o esperado requerendo algumas adequações para viabilizá-lo, e prazo que atende plenamente às necessidades do planejamento.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que não é apresentado o cronograma das atividades;
o cronograma é apresentado, porém inexecutável; ou
que o cronograma é apresentado e executável, porém o prazo é muito longo e inviável.
- 2:** nos casos em que o cronograma é apresentado e executável, porém para o prazo atender ao planejamento é necessária uma completa reformulação do cronograma.
- 3:** nos casos em que o cronograma é apresentado e executável, porém o prazo não atende plenamente ao planejamento requerendo algumas adequações para viabilizá-lo.
- 5:** nos casos em que o cronograma é apresentado e executável, e atende plenamente às necessidades do planejamento.

d) Recursos materiais e humanos.

Este critério se refere à disponibilidade de recursos materiais e humanos para viabilizar a aplicação do método. Muitas vezes a aplicação de um método pode ser dificultada ou mesmo inviabilizada se não houver, por exemplo, pessoal treinado para sua execução, equipamentos para levantamentos em campo ou recursos computacionais para o armazenamento e análise de dados. Portanto, é fundamental verificar se existe pessoal em número suficiente, habilitado e treinado para execução das diversas tarefas, além de todo material e equipamento necessários.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- os materiais e equipamentos necessários para a execução das atividades previstas são discriminados, sendo relacionadas as quantidades e especificações técnicas;
- os recursos materiais, quanto às especificações técnicas, são adequados para o desenvolvimento das atividades;
- os recursos materiais, quanto à quantidade, são suficientes para o desenvolvimento das atividades;
- a equipe técnica é relacionada, sendo informada a qualificação de todos os profissionais envolvidos;
- a equipe técnica apresenta profissionais com formação nas áreas de conhecimento abrangidas pelo estudo;
- o tamanho da equipe técnica é suficiente para o desenvolvimento das atividades; e
- a equipe técnica apresenta profissionais com experiência em trabalhos semelhantes.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que os recursos materiais e humanos não são discriminados.
- 2:** nos casos em que os recursos materiais e humanos são discriminados, porém sem o detalhamento necessário para a verificação de sua adequação; ou os recursos materiais e humanos são discriminados e especificados, mas são inadequados ou insuficientes.

- 3: nos casos em que a condição limitante é a falta de experiência dos profissionais da equipe técnica.
- 5: nos casos em que todas as condições são atendidas.

4.2.4. Critérios para avaliação dos indicadores elaborados

A análise dos critérios relativos aos indicadores elaborados segue os mesmos princípios que a análise apresentada para os dados de entrada, porém deve considerar suas especificidades ao ser aplicada aos indicadores. Os indicadores resultam da integração de diferentes dados, representando informações de síntese. Dessa forma, a análise dos critérios descritos a seguir deve ter como foco os indicadores e não pode ser um resumo da análise realizada para os dados de entrada.

□ CRITÉRIOS RELATIVOS À QUALIDADE

a) Precisão.

A precisão está relacionada à compreensão da variabilidade dos indicadores elaborados. Assim como requerido para os dados (item 4.2.2.a), também para os indicadores, a variabilidade precisa ser conhecida e identificada suas causas, por exemplo, para que se possa distinguir entre a resultante de erros de medições ou da aplicação do método, e aquela que reflete alterações nas condições originais (Spellerberg, 1992; Cornforth, 1999; Kurtz et al., 2001).

Quando os indicadores elaborados resultam da integração de diferentes dados, a precisão não pode resultar de uma simples operação entre valores de precisão desses dados obtidos isoladamente, ela deve ser resultante da estimativa para cada indicador elaborado.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência de três condições: a variabilidade dos indicadores é analisada, são fornecidas estimativas de precisão e seus valores são aceitáveis.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que se observam essas condições para, no máximo, 25% dos indicadores.
- 2: nos casos em que se observam essas condições para a minoria dos indicadores, entre 25 e 50%.
- 3: nos casos em que se observam essas condições para a maioria dos indicadores, entre 50 e 75%.
- 4: nos casos em que se observam essas condições para 75 a 90% dos indicadores.
- 5: nos casos em que a precisão dos indicadores pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo observadas essas condições para mais de 90% dos indicadores.

❑ **CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS ESPACIAIS**

b) Exatidão.

O presente critério é aplicado aos indicadores representados espacialmente, e refere-se à exatidão cartográfica (exatidão de posicionamento) e à exatidão temática (que envolve a análise conjunta da categoria e sua posição). Os princípios da análise são os mesmos descritos para os dados no item 4.2.2.c, porém da mesma forma como foi ressaltado no item anterior, a exatidão dos indicadores não pode resultar de uma simples operação entre valores de exatidão dos dados obtidos isoladamente, deve ser resultante da estimativa para cada indicador elaborado.

➤ *Avaliação*

Considera-se que o critério exatidão é atendido por um indicador representado espacialmente no formato de um mapa quando:

- são apresentados resultados da análise de sua exatidão cartográfica e temática para atestar sua qualidade;
- a exatidão cartográfica apresenta valor igual ou superior aos limites estabelecidos para a Classe C (Tabela 4.11.); e
- a exatidão temática é considerada aceitável para as condições do estudo.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que apenas 0 a 25% do conjunto de mapas elaborados no diagnóstico atende ao critério de exatidão.
- 2: nos casos em que a minoria dos mapas, entre 25 e 50%, atende ao critério de exatidão.
- 3: nos casos em que a maioria dos mapas, entre 50 e 75%, atende ao critério de exatidão.
- 4: nos casos em que predominam mapas que atendem ao critério de exatidão, representando entre 75 e 90%.
- 5: nos casos em que a exatidão dos mapas elaborados pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo que mais de 90% deles atende ao critério estabelecido.

c) Conveniência de escalas cartográficas.

A conveniência da escala cartográfica dos indicadores representados espacialmente é analisada diante dos objetivos do planejamento.

Considerando que a escala de trabalho deve ser definida de forma a permitir o detalhamento necessário para a compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo (critério analisado no item 4.2.2.d), a escala dos indicadores elaborados deve ser compatível com essa escala, sendo capaz de representar esses elementos e processos, bem como sua variação em toda a extensão da área. Diante disso, geralmente os indicadores são apresentados na escala de trabalho ou em escala um pouco menor.

Porém, algumas vezes, o diagnóstico apresenta múltiplos objetivos, sendo necessária a apresentação de indicadores em escalas diferentes. Um exemplo é a simplificação dos resultados e redução da escala para publicação de relatórios, apresentações ou discussões com grupos diversos. Outro exemplo é a adequação dos resultados obtidos para utilizá-los em

contextos mais amplos, como o uso de indicadores obtidos para uma unidade de conservação, sendo utilizados para o estudo do conjunto das áreas protegidas de uma região. Nesses casos, a redução da escala original dos indicadores deve ser realizada para atender aos objetivos específicos. Mas, conforme mencionado anteriormente, a escala está relacionada ao detalhamento da informação, portanto, sua alteração requer uma adequação cujos procedimentos e regras devem ser explicitados e justificados com clareza.

➤ *Avaliação*

Considera-se a escala do indicador representado espacialmente adequada ou conveniente quando atende às condições:

- permite o detalhamento necessário à compreensão dos elementos e processos que ocorrem na área de estudo bem como as variações ao longo dessa área, sendo compatível com a escala de trabalho; ou
- nos casos em que a redução da escala dos indicadores é necessária, a escala resultante da redução atende aos objetivos específicos e ainda, os procedimentos e regras para essa redução são descritos e justificados.

Nos casos em que um mesmo tipo de indicador é apresentado em duas escalas diferentes - e, portanto, atende a dois diferentes objetivos - devem ser considerados dois indicadores e deve-se avaliar a adequação da escala de cada um separadamente.

Com base nisso, atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que uma pequena parcela dos indicadores (entre 0 e 25%) apresenta escala adequada.
- 2: nos casos em que a minoria dos indicadores, entre 25 e 50% apresenta escala adequada.
- 3: nos casos em que a maioria dos indicadores, entre 50 e 75%, apresenta escala adequada.
- 4: nos casos em que 75% a 90% dos indicadores apresenta escala adequada.
- 5: nos casos em que mais de 90% dos indicadores apresenta escala adequada, sendo esse um ponto forte do diagnóstico.

d) Abrangência geográfica.

A abrangência geográfica dos indicadores está relacionada à abrangência geográfica do diagnóstico.

➤ Avaliação

Deve-se verificar se os indicadores são representativos de toda a extensão da área de estudo, sem falhas.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que apenas 0 a 25% dos indicadores representa toda a extensão da área de estudo.
- 2:** nos casos em que a minoria dos indicadores, entre 25 e 50%, representa toda sua extensão.
- 3:** nos casos em que a maioria dos indicadores, entre 50 e 75%, representa toda sua extensão.
- 4:** nos casos em que 75% a 90% dos indicadores representa toda sua extensão
- 5:** nos casos em que mais de 90% dos indicadores representa toda sua extensão.

e) Capacidade dos limites definidos serem implementados e gerenciados.

Este critério se aplica quando o diagnóstico resulta na divisão do espaço em partes com diferentes aptidões ou restrições de uso, por exemplo, para fins de zoneamento. Nesses casos, os limites dessas áreas devem ser operacionalmente gerenciáveis, ou seja, os limites devem ser compatíveis com a instância de gestão do território e devem permitir sua identificação e implementação em campo.

São Paulo (1990), visando a proposição de um zoneamento, estabelece como condição para delimitar espacialmente as unidades, a utilização máxima possível de limites que sejam facilmente reconhecidos pela comunidade e que, simultaneamente, atendam à necessidade de facilitar, quando regulamentada, sua administração (gerenciamento e monitoramento) enquanto zonas de uso e ocupação.

Para fins de zoneamento, o Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002, estabelece em seu Artigo 11, Parágrafo único: "A instituição de zonas orientar-se-á pelos princípios da utilidade

e da simplicidade, de modo a facilitar a implementação de seus limites e restrições pelo Poder Público, bem como sua compreensão pelos cidadãos".

➤ *Avaliação*

Considera-se que os limites definidos podem ser implementados e gerenciados quando eles:

- são descritos de forma a permitir sua identificação;
- são delimitados e apresentados em mapas, facilitando a sua identificação;
- são compatíveis com a instância de gestão do território; e
- seguem elementos geográficos de fácil identificação em campo.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que nenhuma das condições é observada.
- 2: nos casos em que apenas a primeira e/ou a segunda condições são observadas.
- 3: nos casos em que a primeira e/ou a segunda condições são observadas em conjunto com a terceira ou com a quarta.
- 4: nos casos em que somente a segunda condição não é observada.
- 5: nos casos em que todas as condições são observadas.

❑ **CRITÉRIOS RELATIVOS AOS ASPECTOS TEMPORAIS**

f) Exatidão Temporal.

➤ *Avaliação*

A exatidão temporal é avaliada comparando o intervalo de tempo decorrido entre a aquisição dos indicadores e as condições ambientais do momento a ser representado. Nesse caso, a análise deverá considerar a dinâmica própria de cada indicador na região objeto de estudo.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que apenas 0 a 25% dos indicadores atende ao critério de exatidão temporal.
- 2: nos casos em que a minoria dos indicadores, entre 25 e 50%, atende ao critério de exatidão temporal.
- 3: nos casos em que a maioria dos indicadores, entre 50 e 75%, atende ao critério de exatidão temporal.
- 4: nos casos em que predominam indicadores que atendem ao critério de exatidão temporal, representando entre 75 e 90% do conjunto.
- 5: nos casos em que a exatidão temporal dos indicadores pode ser considerada um ponto forte do diagnóstico, sendo que mais de 90% deles atende ao critério estabelecido.

g) Capacidade de representar a dinâmica e a evolução do ambiente.

A importância em conhecer as dinâmicas atuais e do passado foi descrita no item 4.2.2.h, salientando-se que, para fins de planejamento, uma visão descritiva e estática do ambiente é insuficiente.

Embora a elaboração dos indicadores seja realizada a partir de um processo analítico e de síntese, é necessário que os elementos importantes para a compreensão da dinâmica não sejam perdidos.

➤ *Avaliação*

Deve-se verificar se o conjunto de indicadores abrange três aspectos: permite a compreensão da evolução do ambiente e a influência das dinâmicas do passado no contexto atual, expressa a dinâmica atual, e estabelece relações entre os principais eventos históricos e seus efeitos ao ambiente.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que o conjunto de indicadores e sua descrição não são capazes de expressar a dinâmica, fornecendo uma visão estática do ambiente.

- 2: nos casos em que eles conseguem expressar alguns (um ou dois) desses aspectos, porém de forma insatisfatória.
- 3: nos casos em que eles expressam os três aspectos, porém de forma insatisfatória; ou. abrangem de forma satisfatória apenas um dos aspectos.
- 4: nos casos em que dois desses aspectos são devidamente expressos pelo conjunto de indicadores e sua descrição.
- 5: nos casos em que os três aspectos são satisfatoriamente expressos.

❑ CRITÉRIOS RELATIVOS À REPRESENTATIVIDADE

h) Representatividade.

A representatividade se refere à capacidade do conjunto de indicadores de representar os aspectos ambientais relevantes diante dos objetivos definidos no planejamento.

Hockings et al. (2000), ao analisar a efetividade do manejo de áreas protegidas, propõem a associação dos indicadores aos objetivos estabelecidos. Essa técnica permite verificar se o conjunto de indicadores representa todos os objetivos estabelecidos para o planejamento.

Conforme salientado no item 4.2.2.i, o diagnóstico e, por conseguinte, o conjunto de indicadores, deve atender aos regulamentos legais pertinentes nos casos em que esses definem aspectos e temas a serem abordados. Ainda no item 4.2.2.i, foi ressaltada a importância do diagnóstico abranger os aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos, jurídico-institucionais e políticos, abordando os temas relacionados a eles.

Como visto na análise dos indicadores elaborados nos onze diagnósticos analisados (item 4.1.3), os indicadores do diagnóstico devem ainda apresentar informações sobre o potencial ou restrição de uso, as fragilidades e os problemas e conflitos existentes.

Embora o conjunto dos indicadores deva refletir os temas tratados, sua representatividade não é garantida pela apresentação de um ou mais indicadores por tema uma

vez que os indicadores devem refletir o resultado de uma análise integrada do conjunto de dados e temas analisados de forma interdisciplinar, como salientado no item 4.2.3.a.

A classificação de indicadores segundo as relações causais, embora não seja usualmente utilizada, permite verificar a capacidade do conjunto de indicadores em representar não apenas uma descrição do estado do ambiente (aqui incluídos os impactos observados) mas também as pressões exercidas sobre ele e as respostas da sociedade.

➤ *Avaliação*

Considera-se que o conjunto de indicadores representa os aspectos ambientais relevantes quando são observadas as condições:

- os regulamentos legais pertinentes são atendidos;
- o conjunto de indicadores contempla os aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos, institucionais e políticos;
- o conjunto de indicadores é suficiente para atender a todos os objetivos estabelecidos no planejamento;
- o conjunto de indicadores reflete o resultado de uma análise integrada do conjunto de dados e temas analisados de forma interdisciplinar;
- o conjunto de indicadores expressa o potencial ou restrição de uso, as fragilidades e os problemas e conflitos existentes; e
- o conjunto de indicadores caracteriza o estado do ambiente, as pressões exercidas sobre ele e as respostas da sociedade.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que o conjunto de indicadores não atende aos regulamentos legais.
- 2:** nos casos em que o conjunto de indicadores atende aos regulamentos legais, mas deixa de atender a alguns objetivos estabelecidos no planejamento e/ou omite algum dos aspectos citados ou temas importantes para o diagnóstico.
- 3:** nos casos em que o conjunto de indicadores atende às três primeiras condições, porém não à quarta ou à quinta condições.

- 4: nos casos em que o conjunto de indicadores atende às cinco primeiras condições, porém não é suficiente para caracterizar o estado, as pressões e as respostas.
- 5: nos casos em que todas as condições são atendidas.

i) Relevância.

A relevância é um critério empregado para analisar se, no resultado do diagnóstico, não são incluídos indicadores irrelevantes diante dos objetivos do planejamento, ou ainda, redundantes, ou seja, diferentes indicadores para expressar o mesmo tipo de informação.

Os problemas da irrelevância e redundância dos indicadores elaborados está na elevação dos custos do processamento para sua obtenção e apresentação, na possibilidade de dar maior enfoque a alguns aspectos do ambiente somente em virtude de serem representados por um maior número de indicadores e ainda, na maior dificuldade para compreender e utilizar um conjunto muito grande de indicadores no processo de tomada de decisão (aspecto analisado no item 4.2.4.1, referente à interpretabilidade dos indicadores).

A redundância dos indicadores pode ser verificada pela análise da correlação existente entre eles. World Economic Forum (2001), ao selecionar um conjunto de indicadores para compor um índice de sustentabilidade ambiental, analisou a correlação existente entre eles para se certificar de que esse conjunto representava diferentes aspectos da sustentabilidade ambiental. Os baixos valores obtidos para a correlação entre pares de indicadores permitiram concluir que o conjunto de indicadores selecionados era capaz de medir diferentes aspectos da sustentabilidade.

Uma outra forma de analisar a relevância é por meio da verificação do número e tipo de indicadores elaborados associados a cada aspecto ambiental analisado, a cada objetivo definido no planejamento ou, no caso do diagnóstico ser direcionado aos problemas, a cada problema identificado.

➤ *Avaliação*

Consideram-se os indicadores:

- relevantes quando apresentam relação com os aspectos ambientais analisados e com os objetivos definidos, ou com os problemas identificados; e
- necessários quando não se observa o uso desnecessário de diferentes indicadores para expressar o mesmo tipo de informação.

Deve-se ainda identificar e atribuir uma pontuação maior aos casos em que se observa relevância entre os indicadores em virtude de sua escolha ser justificada e bem fundamentada.

Atribuem-se as pontuações:

- 1:** nos casos em que a escolha dos indicadores não é bem fundamentada e justificada, e se observa um excessivo número de indicadores irrelevantes ou desnecessários (mais de 10%).
- 2:** nos casos em que a escolha dos indicadores não é bem fundamentada e justificada, e se observam alguns indicadores irrelevantes ou desnecessários (entre 1 e 10%).
- 3:** nos casos em que a escolha dos indicadores não é bem fundamentada e justificada, porém são raros os indicadores irrelevantes ou desnecessários (menos de 1%).
- 4:** nos casos em que a escolha dos indicadores não é bem fundamentada e justificada, porém não se observam indicadores irrelevantes ou desnecessários.
- 5:** nos casos em que a escolha dos indicadores é bem fundamentada e justificada, não se observando indicadores irrelevantes ou desnecessários.

j) Sensibilidade para representar alterações ocorridas no ambiente.

A sensibilidade às mudanças se refere à capacidade do indicador de expressar qualquer alteração que venha a ocorrer no ambiente. Como foi descrito no item 4.2.2.1, a sensibilidade está associada à capacidade do indicador em responder a pressões ocorridas no ambiente em tempo hábil, de forma a prever as alterações em curso no sistema.

➤ *Avaliação*

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que não se observam indicadores sensíveis, nem seu uso é proposto para o diagnóstico.
- 2: nos casos em que, embora o uso de indicadores sensíveis não seja proposto, observam-se alguns indicadores com essa característica, porém são insuficientes para prever alterações em curso no ambiente.
- 3: nos casos em que o uso de indicadores sensíveis é proposto, porém os que apresentam essa característica são insuficientes para prever alterações em curso no ambiente.
- 5: nos casos em que o uso de indicadores sensíveis é suficiente prever alterações em curso no ambiente.

□ **CRITÉRIOS RELATIVOS AO USO DOS INDICADORES**

1) Interpretabilidade.

A interpretabilidade dos indicadores envolve dois aspectos. Primeiro, a capacidade de informar e ser compreendido pelo público a que ele se destina (tomadores de decisão, população ou outros). Segundo, a capacidade de permitir a distinção entre condições aceitáveis e críticas.

A escolha dos indicadores deve atender às necessidades dos usuários e a forma de apresentação deve ser bastante clara e concisa para facilitar a sua compreensão. Pode ser útil o uso de recursos gráficos que facilite a visualização dos resultados e a complementação com pequenos textos explicativos, quando necessária (OECD, 1994; Winograd, 1995).

Como visto anteriormente, a informação elaborada pode ser expressa de diferentes formas em função do nível de síntese que ela apresenta e da quantidade de dados agregados: indicadores simples, indicadores agregados ou índices. A definição do nível de síntese depende da capacidade de expressar as informações necessárias diante dos objetivos do planejamento e de ser compreendida pelo público de interesse.

O segundo aspecto da interpretabilidade se refere à capacidade da informação de permitir a distinção entre condições aceitáveis e críticas (podendo ser incluídos diversos níveis de criticidade), o que é fundamental para subsidiar a tomada de decisão. Para isso, é importante a apresentação de valores ou limiares de referência - estabelecidos científica, técnica, social ou legalmente - que permitam comparar os resultados desejáveis e os obtidos.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- são utilizados recursos que facilitam a visualização dos resultados pelo público a que eles se destinam;
- o nível de síntese obtido facilita sua compreensão sem prejudicar seu conteúdo; e
- são apresentadas referências que permitem a distinção entre condições aceitáveis e críticas.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que nenhuma das condições é atendida.
- 2: nos casos em que somente uma das condições é atendida.
- 3: nos casos em que as duas primeiras condições são atendidas, porém a terceira não.
- 4: nos casos em que apenas a primeira condição não é atendida.
- 5: nos casos em que todas as condições são atendidas.

m) Acesso ao banco de dados.

Em geral, como resultado do diagnóstico é fornecido um banco de dados contendo os dados utilizados e indicadores elaborados. É importante analisar se o formato do banco de dados permite o acesso de dois diferentes tipos de usuários, atendendo a duas diferentes finalidades: a primeira é voltada à sua manutenção e execução de atualizações, análises e elaboração de novos dados e informações, operações geralmente realizadas por técnicos especializados; e a outra é voltada à visualização e consulta dos dados pela maioria de usuários, que não são especialistas e precisam de ferramentas apropriadas.

➤ *Avaliação*

Verifica-se a ocorrência das condições:

- o banco de dados contém todos os dados utilizados e indicadores elaborados no diagnóstico;
- o banco de dados é apresentado em formato adequado permitindo sua manutenção e execução de atualizações, análises e elaboração de novos dados e informações; e
- o banco de dados tem ferramentas apropriadas para a visualização e consulta dos dados pela maioria dos usuários.

Atribuem-se as pontuações:

- 1: nos casos em que o banco de dados fornecido é incompleto.
- 2: nos casos em que o banco de dados fornecido é completo, mas seu formato não atende à segunda e terceira condições.
- 3: nos casos em que o banco de dados fornecido é completo, mas seu formato não atende à segunda ou terceira condições.
- 5: nos casos em que o banco de dados fornecido é completo e seu formato atende à segunda e terceira condições.

n) Caráter prescritivo.

Este critério é utilizado para identificar os casos em que são apresentados indicadores de caráter prescritivo, ou seja, que reúnem recomendações e restrições para a ocupação da área, o uso dos recursos ou o desenvolvimento de determinadas atividades, em oposição aos casos em que são apresentadas apenas informações descritivas sobre as condições do ambiente. Considerando que o diagnóstico é uma etapa do processo de planejamento que deve fornecer subsídios para a identificação de alternativas de ação e sua implementação, a presença informações de caráter prescritivo auxilia muito nesse processo.

➤ *Avaliação*

Atribuem-se as pontuações:

- 2: nos casos em que os indicadores se restringem à análise e descrição do ambiente.
- 5: nos casos em que são apresentados indicadores com caráter prescritivo.

4.3. PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITERIAL

A atribuição dos pesos aos critérios descritos no item 4.2 se baseou no resultado da consulta a especialistas em planejamento ambiental. A consulta foi realizada mediante o envio, por correio eletrônico, de um formulário contendo a proposta de avaliação para cada critério e campos para preenchimento dos pesos referentes à sua importância e objetividade de avaliação.

O formulário foi enviado a 68 profissionais de diversas áreas com experiência em planejamento ambiental, sendo respondidos 17, o que corresponde a 25% de retorno do total de consultas. Os formulários foram respondidos por especialistas que atuam em:

- universidades:
 - um da Universidade Federal de São Carlos,
 - um da Faculdade de Engenharia Civil - UNICAMP,
 - dois da Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP,
 - um do Instituto de Geociências - UNICAMP,
 - um do Instituto de Biociências - USP - e
 - dois da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP;
- instituições que desenvolvem atividades de pesquisa:
 - um da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
 - um do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e
 - um do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

- instituições que desenvolvem atividades na área ambiental:
 - um da Agência Nacional de Águas,
 - dois da Companhia Energética de São Paulo,
 - um da Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente de Jundiaí - SP, e
 - dois da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Dezesseis dos formulários recebidos foram processados para a atribuição dos pesos finais. Um deles não pôde ser incluído porque os pesos atribuídos não seguiam os valores propostos (entre 0 e 3).

Algumas dificuldades para o preenchimento do formulário foram mencionadas pelos especialistas que participaram da pesquisa. Dois deles citaram dificuldades devidas à grande quantidade de itens e ao tamanho do formulário, o qual ficou bastante extenso. A grande extensão do formulário ocorreu devido ao elevado número de critérios propostos e, principalmente, devido à necessidade de incluir uma síntese da avaliação proposta, uma vez que a consulta visou a ponderação não somente da importância dos critérios, mas também, da objetividade de sua avaliação.

Dois especialistas apresentaram dúvidas para o preenchimento do formulário, devido à existência de dois sistemas de valores: a pontuação, com valores entre 1 e 5, para a avaliação dos dados, métodos e indicadores conforme os critérios definidos; e pesos, com valores entre 0 e 3, relativos à importância do critério e objetividade da avaliação. Nesses casos, foram feitos os esclarecimentos solicitados e houve o retorno do formulário preenchido por um dos especialistas.

Embora o retorno de formulários respondidos tenha sido pequeno, talvez em parte devido às dificuldades para seu preenchimento, as respostas obtidas permitiram a análise dos pesos atribuídos para sua aplicação no método proposto.

Ao atribuir pesos aos critérios, alguns especialistas que participaram da pesquisa observaram que os critérios são genéricos e sua importância depende do tipo de planejamento. Essa observação é válida uma vez que o método proposto foi desenvolvido com o objetivo de permitir o estabelecimento e a aplicação de uma estratégia formal de análise da etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais. Essa estratégia, para poder ser aplicada em condições diversas, teve que ser baseada em critérios genéricos, capazes de abranger essa

diversidade. A aplicação do critério em um caso específico e sua importância depende do planejamento em questão. Para testar o método proposto, foi realizada a consulta a especialistas de forma a reunir diferentes pareceres e se obterem valores de referência. Os pesos finais obtidos são indicações e podem ser alterados visando adequá-los para os casos em que os avaliadores têm claras suas prioridades.

Nas Tabelas 4.14 e 4.15 são listados os pesos relativos à importância do critério (w'_{ik}) e à objetividade de a avaliação (w''_{ik}), respectivamente, atribuídos por especialista (k) a cada critério (i).

Tabela 4.14. Pesos referentes à importância dos critérios (w'_{ik}) atribuídos por especialista.

Critério (i)	Pesos relativos à importância do critério (w'_{ik}) atribuídos por especialista (k)															
Referentes aos dados de entrada																
confiabilidade	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
padronização	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	2
exatidão cartográfica e temática	3	1	3	2	3	2	2	1	3	2	3	3	2	3	2	2
conveniência de escalas	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2
correspondência entre escalas	2	1	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2
abrangência geográfica	2	3	3	2	2	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	3
exatidão temporal	2	1	3	2	2	2	1	2	3	2	3	3	2	2	2	2
capacidade de representar a evolução e dinâmica	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3
representatividade dos temas	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
relevância	2	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2
sensibilidade	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2	2	3	2	3
disponibilidade e acessibilidade	3	2	2	1	2	2	1	0	3	3	1	1	3	3	2	2
Referentes aos métodos empregados																
validade científica	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
custo	2	3	2	2	2	1	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3
prazo	1	3	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2
recursos	2	1	2	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3
Referentes aos indicadores elaborados																
precisão	2	1	2	2	2	3	2	2	3	2	1	2	3	3	2	3
exatidão cartográfica e temática	3	1	2	2	2	2	2	1	3	3	2	3	3	3	2	2
conveniência de escalas	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3
abrangência geográfica	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3
capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	1	3	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
exatidão temporal	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3
capacidade de representar a evolução e dinâmica	1	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2
representatividade	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3
relevância	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	1	3	2	3	2	3
sensibilidade	2	2	2	2	2	2	1	2	3	3	1	2	2	1	2	3
interpretabilidade	2	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
acesso ao banco de dados	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3
caráter prescritivo	3	2	2	3	1	2	1	2	3	2	1	3	3	3	2	2

Tabela 4.15. Pesos referentes à objetividade da avaliação (w''_{ik}) atribuídos por especialista.

Critério (i)	Pesos relativos à objetividade da avaliação (w''_{ik}) atribuídos por especialista (k)															
Referentes aos dados de entrada																
confiabilidade	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3
padronização	3	2	3	2	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	2	2
exatidão cartográfica e temática	3	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3
conveniência de escalas	3	3	3	3	2	2	1	1	3	2	2	2	2	3	3	2
correspondência entre escalas	3	1	3	3	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3
abrangência geográfica	2	3	2	2	1	3	1	2	3	3	2	3	2	3	3	2
exatidão temporal	2	1	2	1	2	2	2	1	3	3	2	1	2	2	2	3
capacidade de representar a evolução e dinâmica	1	2	1	1	1	1	2	0	1	1	1	3	2	2	2	2
representatividade dos temas	1	2	2	3	1	2	2	1	1	1	1	3	3	2	2	2
relevância	1	2	2	1	3	1	2	1	2	1	1	3	1	3	1	2
sensibilidade	1	2	1	1	0	1	2	1	2	2	0	1	1	3	1	2
disponibilidade e acessibilidade	3	1	3	1	0	2	1	3	3	3	2	2	3	3	2	3
Referentes aos métodos empregados																
validade científica	1	1	1	3	2	2	2	1	1	3	1	3	2	3	2	3
custo	2	3	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1	3	3	3	3
prazo	2	3	3	2	3	3	1	2	3	1	1	1	2	3	3	2
recursos	2	1	3	3	3	1	2	1	3	2	2	1	3	3	2	2
Referentes aos indicadores elaborados																
precisão	3	1	3	3	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	3	2
exatidão cartográfica e temática	3	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	3
conveniência de escalas	3	3	2	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3
abrangência geográfica	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	3	1	2	3	2
capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	1	3	1	1	2	3	1	1	2	2	2	2	3	3	1	2
exatidão temporal	3	1	3	2	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2
capacidade de representar a evolução e dinâmica	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2
representatividade	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	3	2	3	2	2
relevância	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2	1	2
sensibilidade	1	2	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1
interpretabilidade	2	3	2	3	2	2	2	0	3	3	1	2	2	3	2	2
acesso ao banco de dados	3	1	3	3	2	3	2	2	3	3	2	1	3	3	2	2
caráter prescritivo	2	2	2	2	0	3	0	1	2	3	1	1	2	3	1	2

Na Tabela 4.16 é apresentada a frequência absoluta dos pesos atribuídos a cada critério e, nas Figuras 4.8 e 4.9, os gráficos da frequência relativa com que foram atribuídos, ao conjunto de critérios, os pesos 3, 2, 1 e 0, referentes à importância do critério e à objetividade da avaliação, respectivamente.

Tabela 4.16. Frequência dos pesos atribuídos à importância do critério e à objetividade da avaliação.

Critério (i)	Frequência com que foram atribuídos os pesos w'_i :				Frequência com que foram atribuídos os pesos w''_i :			
	3	2	1	0	3	2	1	0
Referentes aos dados de entrada								
confiabilidade	13	3	0	0	6	10	0	0
padronização	6	10	0	0	8	7	1	0
exatidão cartográfica e temática	7	7	2	0	6	9	1	0
conveniência de escalas	9	7	0	0	7	7	2	0
correspondência entre escalas	2	12	2	0	7	7	2	0
abrangência geográfica	10	5	1	0	7	7	2	0
exatidão temporal	4	10	2	0	3	9	4	0
capacidade de representar a evolução e dinâmica	8	8	0	0	1	6	8	1
representatividade dos temas	8	8	0	0	3	7	6	0
relevância	5	10	1	0	3	5	8	0
sensibilidade	4	11	1	0	1	5	8	2
disponibilidade e acessibilidade	5	6	4	1	8	4	3	1
Referentes aos métodos empregados								
validade científica	10	5	1	0	5	5	6	0
custo	7	7	2	0	8	2	6	0
prazo	5	9	2	0	7	5	4	0
recursos	10	3	3	0	6	6	4	0
Referentes aos indicadores elaborados								
precisão	5	9	2	0	4	7	5	0
exatidão cartográfica e temática	6	8	2	0	6	9	1	0
conveniência de escalas	9	7	0	0	9	7	0	0
abrangência geográfica	6	10	0	0	4	10	2	0
capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	9	6	1	0	4	6	6	0
exatidão temporal	3	12	1	0	3	11	2	0
capacidade de representar a evolução e dinâmica	5	10	1	0	1	7	8	0
representatividade	6	10	0	0	2	8	6	0
relevância	5	9	2	0	1	5	10	0
sensibilidade	3	10	3	0	1	3	12	0
interpretabilidade	10	6	0	0	5	9	1	1
acesso ao banco de dados	9	7	0	0	8	6	2	0
caráter prescritivo	6	7	3	0	3	7	4	2

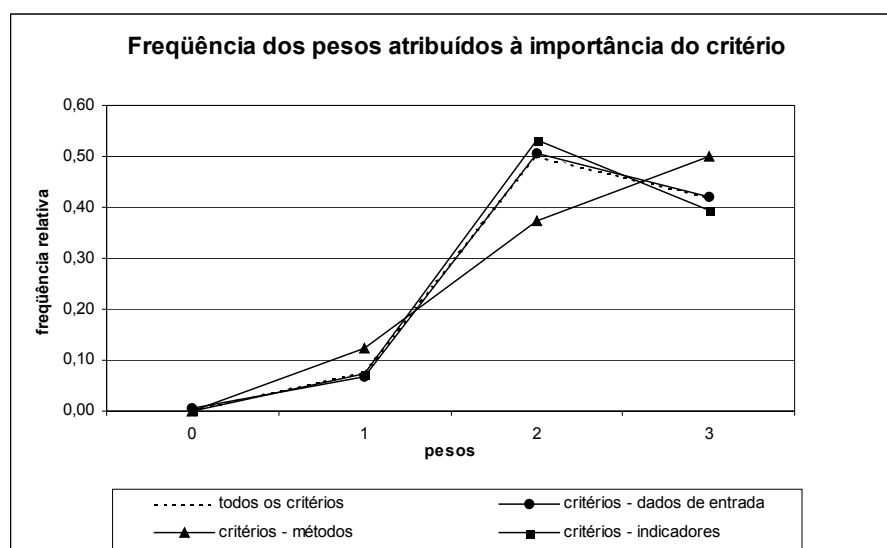


Figura 4.8. Frequência dos pesos atribuídos à importância dos critérios.

Observa-se, no gráfico da Figura 4.8, que os pesos 2 (critério razoavelmente importante) e 3 (critério muito importante) foram atribuídos com maior frequência ao conjunto dos critérios. Seus respectivos valores de frequência relativa são 0,50 e 0,42. Este resultado indica que, em geral, os critérios foram considerados importantes. Atribuiu-se maior importância aos critérios referentes aos métodos empregados - para os quais observa-se maior frequência relativa do peso 3 - que aos referentes aos indicadores elaborados e dados de entrada - para os quais o peso 2 apresenta as maiores frequências relativas. O peso 0 teve uma única ocorrência.

Segundo os resultados expressos na Tabela 4.16, os critérios mais importantes na análise do diagnóstico (de peso igual a 3), segundo os especialistas que responderam o formulário, são:

- confiabilidade dos dados, em que $f(w'_i = 3) = 13^{22}$; e
- abrangência geográfica dos dados, validade científica do método, recursos materiais e humanos e interpretabilidade dos indicadores, todos com $f(w'_i = 3) = 10$.

²² $f(w'_i = 3)$ representa a frequência absoluta com que foi atribuído o peso 3 à importância do critério citado.

A maioria dos critérios foi considerada importante (peso 2), sendo baixa a frequência da avaliação pouco importante ou sem importância. O critério que soma a maior frequência atribuída de pesos iguais a 0 e 1 foi a disponibilidade e acessibilidade dos dados, em que $f(w'_i = 1) = 4$ e $f(w'_i = 0) = 1$.

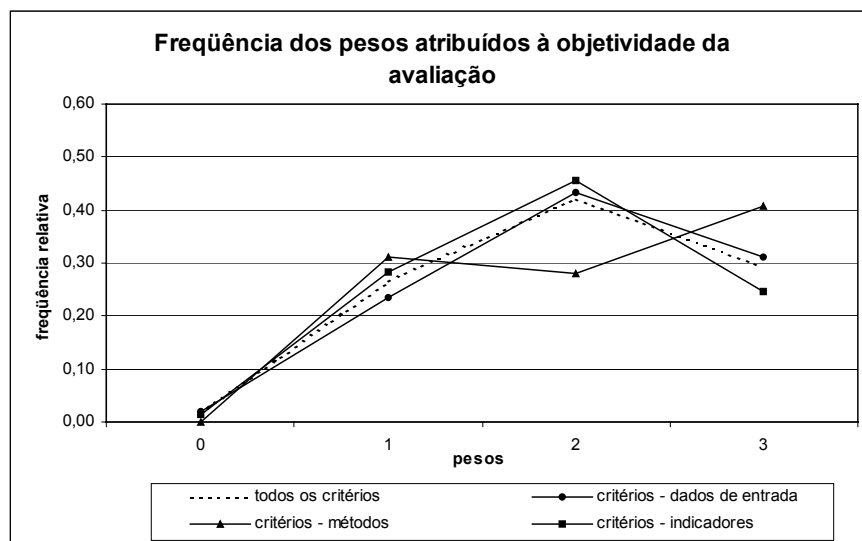


Figura 4.9. Frequência dos pesos atribuídos à objetividade da avaliação dos critérios.

A distribuição das frequências dos pesos atribuídos à objetividade da avaliação proposta aos critérios mostrou-se diferente da distribuição referente à importância do critério (Figura 4.8), não apresentando uma tendência de se concentrar em torno de alguns valores, evidenciando, dessa forma, uma maior discordância entre os especialistas. As maiores frequências, neste caso, encontram-se distribuídas entre os pesos de valores 1 (avaliação pouco objetiva), 2 (razoavelmente objetiva) e 3 (bastante objetiva), para o conjunto dos critérios. A maior frequência relativa encontra-se associada ao peso 2 (0,42), seguida dos pesos 3 (0,30) e 1 (0,27). O peso 2 foi atribuído com maior frequência à objetividade da avaliação para os critérios referentes aos dados de entrada (0,43) e indicadores elaborados (0,46). Em relação aos métodos empregados, a maior frequência relativa foi observada para o peso 3 (0,41). O

peso 0 ocorreu sete vezes, representando uma frequência relativa igual a 0,02 para o conjunto dos critérios.

A elevada frequência do peso de valor 1 indica que a avaliação proposta a alguns critérios foi julgada pouco objetiva. Os critérios cuja avaliação foi considerada pela maioria dos especialistas como pouco objetiva ou completamente subjetiva (pesos com valores 1 ou 0, respectivamente) foram:

- sensibilidade do indicador em representar as alterações ocorridas no ambiente, $f(w_i'' = 1) = 12$ ²³;
- sensibilidade dos dados utilizados em representar as alterações ocorridas no ambiente, $f(w_i'' = 1) = 8$ e $f(w_i'' = 0) = 2$;
- relevância dos indicadores, $f(w_i'' = 1) = 10$;
- capacidade dos dados em representar a evolução e dinâmica do ambiente, $f(w_i'' = 1) = 8$ e $f(w_i'' = 0) = 1$;
- capacidade dos indicadores em representar a evolução e dinâmica do ambiente, $f(w_i'' = 1) = 8$; e
- relevância dos dados de entrada, $f(w_i'' = 1) = 8$.

Conforme mencionado nos procedimentos metodológicos (Capítulo 3), não há regras que permitam medidas precisas para a avaliação dos critérios. O que se busca com este trabalho é reduzir a subjetividade da avaliação estabelecendo uma estratégia formal de análise, fundamentada no conhecimento de como estes critérios têm sido abordados em planejamentos realizados e na literatura correlata.

Embora a subjetividade da avaliação não possa ser completamente eliminada, seu efeito no resultado final da avaliação pode ser minimizado. A estratégia adotada para reduzir seus efeitos foi a inclusão da ponderação dos critérios segundo a objetividade da avaliação em conjunto com a importância do critério. Dessa forma, mesmo que um critério tenha sido considerado bastante importante, ele pode ter um peso menor na análise em função da subjetividade das regras propostas para sua avaliação, até mesmo ser excluído, caso essas

²³ $f(w_i'' = 1)$ representa a frequência absoluta com que foi atribuído o peso 1 à objetividade da avaliação para o critério citado.

regras tenham sido consideradas completamente subjetivas. Um exemplo ocorreu com o critério validade científica do método, considerado muito importante por 62,7% dos especialistas, não obteve peso máximo devido às regras para sua avaliação serem consideradas pouco objetivas (37,5% dos especialistas atribuíram peso 1 à avaliação proposta a este critério).

Os resultados obtidos da consulta aos especialistas serviram como um indicador da importância do conjunto de critérios e da objetividade da avaliação. Como vimos, predominou a avaliação de que os critérios são importantes ou muito importantes. Por outro lado, a objetividade da avaliação dividiu as opiniões, mostrando uma maior ocorrência de critérios com peso 1, significando que algumas regras propostas para a avaliação foram consideradas pouco objetivas.

Com base nas regras estabelecidas na Tabela 3.4, apresentada nos procedimentos metodológicos (Capítulo 3), foram obtidos os pesos finais (w_{ik}) por especialista para cada critério, e calculadas sua moda, média, desvio padrão e média expurgada. Os resultados são apresentados na Tabela 4.17.

A média expurgada corresponde à média dos pesos finais que satisfizeram a condição:

$$\bar{x} - s \leq w_{ik} \leq \bar{x} + s ,$$

onde

$\bar{x}$ é a média de todos os pesos finais e

s é o desvio padrão□

Tabela 4.17. Pesos finais (w_{ik}) por especialista para cada critério e sua moda, média, desvio padrão e média expurgada.

Crítérios (i)	Pesos por especialista para cada critério (w_{ik})	Moda	Média	Desvio Padrão	Média Expurgada
<i>Referentes aos dados de entrada</i>					
confiabilidade	4 4 5 4 3 4 3 4 5 4 4 5 5 4 4 5	4	4,2	0,7	4,00
padronização	5 3 4 4 4 3 2 4 4 5 4 4 5 4 3 3	4	3,8	0,8	3,67
exatidão cartográfica e temática	5 1 5 3 4 3 3 2 4 3 4 5 4 4 4 4	4	3,6	1,1	3,64
conveniência de escalas	5 5 5 5 3 4 2 2 5 4 4 3 3 4 5 3	5	3,9	1,1	3,50
correspondência entre escalas	4 1 4 4 3 4 2 2 3 4 4 3 3 4 4 4	4	3,3	0,9	3,69
abrangência geográfica	3 5 4 3 2 5 2 2 5 5 4 5 4 5 4 4	5	3,9	1,1	4,31
exatidão temporal	3 1 4 2 3 3 2 2 5 4 4 3 3 3 3 4	3	3,1	1,0	3,36
capacidade de representar a evolução e dinâmica	2 4 2 2 2 3 3 0 3 2 2 5 4 4 3 4	2	2,8	1,2	2,86
representatividade dos temas	2 3 4 5 2 3 4 3 3 2 2 5 5 4 3 3	3	3,3	1,1	3,33
relevância	2 3 3 2 4 1 3 3 4 2 2 5 3 5 2 3	3	2,9	1,1	2,77
sensibilidade	2 3 2 2 0 2 3 2 4 4 0 2 2 5 2 4	2	2,4	1,4	2,20
disponibilidade e acessibilidade	5 2 4 1 0 3 1 0 5 5 2 2 5 5 3 4	5	2,9	1,8	2,86
<i>Referentes aos métodos empregados</i>					
validade científica	2 1 2 5 3 3 3 3 3 5 3 5 4 5 4 5	3	3,5	1,3	3,25
custo	3 5 4 3 4 1 2 3 5 2 1 3 5 5 4 5	5	3,4	1,4	3,43
prazo	2 5 4 2 4 4 2 4 4 2 2 3 4 5 4 3	4	3,4	1,1	3,78
recursos	3 1 4 5 5 1 3 3 5 4 2 3 5 5 4 4	5	3,6	1,4	3,50
<i>Referentes aos indicadores elaborados</i>					
precisão	4 1 4 4 2 4 2 2 4 3 2 3 3 4 4 4	4	3,1	1,0	3,73
exatidão cartográfica e temática	5 1 3 3 3 3 3 2 5 4 3 5 5 4 4 4	3	3,6	1,2	3,40
conveniência de escalas	4 5 3 3 3 5 3 5 5 5 3 3 4 5 5 5	5	4,1	1,0	4,80
abrangência geográfica	3 3 3 3 3 5 3 2 5 3 3 5 3 4 4 4	3	3,5	0,9	3,25
capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	1 5 3 2 3 5 2 3 4 4 3 3 5 5 2 4	3	3,4	1,3	3,38
exatidão temporal	4 1 4 3 3 3 3 2 5 3 3 3 4 3 3 4	3	3,2	0,9	3,31
capacidade de representar a evolução e dinâmica	1 3 3 2 2 3 3 3 3 2 2 5 4 3 3 3	3	2,8	0,9	2,69
representatividade	2 3 3 4 2 3 3 2 3 2 2 5 4 5 3 4	3	3,1	1,0	3,33
relevância	2 1 2 3 2 2 2 4 4 2 1 5 2 4 2 4	2	2,6	1,2	2,11
sensibilidade	2 3 3 2 2 2 1 2 4 5 1 2 2 1 2 3	2	2,3	1,1	2,27
interpretabilidade	3 5 4 4 4 4 3 0 5 5 2 3 4 5 3 4	4	3,6	1,3	3,60
acesso ao banco de dados	5 2 4 5 4 4 3 3 5 5 4 2 5 5 3 4	5	3,9	1,1	4,21
caráter prescritivo	4 3 3 4 0 4 0 2 4 4 1 3 4 5 2 3	4	2,9	1,5	3,33

Os desvios padrões observados apresentam valores entre 0,7 e 1,8. Os maiores desvios, que indicam as maiores divergências entre os especialistas, estão associados aos critérios disponibilidade e acessibilidade dos dados (1,8) e caráter prescritivo dos indicadores (1,5). Os menores desvios e, portanto, as menores divergências, estão associados aos critérios confiabilidade dos dados (0,7) e padronização dos dados (0,8).

A média, a moda e a média expurgada dos pesos finais, calculadas para cada critério, apresentam valores diferentes. E ainda, ao ordenarmos os critérios segundo os valores de seus pesos, os resultados obtidos considerando a moda, a média e a média expurgada, também são diferentes. Não é possível afirmar qual a medida que melhor representa o conjunto: o peso de maior frequência, o valor médio dos pesos ou o valor médio dos pesos após a exclusão dos valores extremos. Diante disso, decidiu-se utilizar as três, separadamente, para a aplicação do método multicriterial na análise do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e ainda, comparar seus resultados com o obtido sem aplicar qualquer ponderação, o que é apresentado no próximo Capítulo.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO AO DIAGNÓSTICO DO

PLANO DE MANEJO DO

PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA

Neste Capítulo são apresentados os resultados da aplicação do método proposto ao diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Para tanto, inicialmente, é apresentada uma descrição das principais características do Plano de Manejo consideradas na análise do seu diagnóstico (item 5.1). O método proposto teve início com a aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos dados utilizados, métodos empregados e indicadores elaborados. Os resultados obtidos são fornecidos no item 5.2, juntamente com uma análise sobre sua aplicação, a qual fundamentou a elaboração de alterações à proposta formulada originalmente. Em seguida, foi aplicado o método multicriterial programação por compromisso para a análise do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina considerando o conjunto de critérios aplicados e os pesos atribuídos. Em complementação, a resposta do método multicriterial foi verificada mediante sua aplicação a um conjunto de diagnósticos composto por seis cenários: o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e cinco simulações. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos no item 5.3.

5.1. O PLANO DE MANEJO DO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA BOCAINA

O diagnóstico do Plano de Manejo foi realizado entre março de 2000 e julho de 2001. Abrangeu a área do Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) e uma área definida como sua Zona de Amortecimento (ZA), totalizando 3.058,96 quilômetros quadrados. Segundo IBAMA (2001b), ele foi realizado a partir da caracterização dos aspectos abióticos, bióticos, sociais e econômicos, visando orientar as proposições de metas, objetivos, programas e ações específicas de manejo. O diagnóstico se orientou pelo objetivo de executar um processo de planejamento e gerenciamento que resultasse em um zoneamento ambiental, cujos princípios básicos se referem à conservação dos recursos naturais, ao uso pela pesquisa científica e à visitação pública na forma de ecoturismo e educação ambiental. O planejamento foi idealizado dentro de uma análise sistêmica, integrada e continuada, com propostas para um horizonte de cinco anos. Em seu desenvolvimento, buscou-se assegurar a potencialidade dos elementos naturais em detrimento de demandas²⁴, a conservação em detrimento do uso ou manejo abusivo e a participação da comunidade lindeira para a conservação do Parque, além de assegurar obediência a padrões legais ambientais. Adotou-se como estratégia a análise das potencialidades e fragilidades dos sistemas naturais decorrentes das ações humanas, mediante a avaliação de cenários passados e futuros.

As informações utilizadas para a análise do diagnóstico elaborado foram obtidas no relatório publicado, exceto aquelas referentes ao custo, cronograma das atividades desenvolvidas, recursos materiais e humanos empregados, banco de dados fornecido e processo de seleção das áreas das regionais administrativas e unidades de fiscalização, as quais foram fornecidas pela coordenação técnica do trabalho.

²⁴ Segundo Almeida et al. (1993), na linha de potencial ou de oferta, os estudos de planejamento ambiental têm por objeto o meio em que se desenvolvem as atividades da população. Na linha de demanda, os estudos têm por objeto a população para definir os objetivos do planejamento.

5.2. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

Nesse item são apresentados os resultados da aplicação dos critérios estabelecidos aos dados de entrada utilizados (item 5.2.1), aos métodos empregados (item 5.2.2) e aos indicadores elaborados (item 5.2.3) no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

5.2.1. Avaliação dos dados de entrada utilizados

Como dados de entrada foram considerados todos os dados primários, secundários e os produtos resultantes de sua análise (dados analisados) que foram integrados para a elaboração dos produtos finais do diagnóstico.

Na Tabela 5.1 são apresentados, por tema abordado, os dados de entrada utilizados no diagnóstico, seu formato e fonte.

Tabela 5.1. Dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina por tema abordado, seu formato e fonte.

Tema abordado	Sub-temas e dados	Formato	Fonte dos dados
Clima	<i>regime pluviométrico</i>: precipitação acumulada e médias mensais e anuais, da estação chuvosa, da estação seca, meses mais úmidos e secos, máxima de um dia <i>temperatura</i>: média das máximas, mínimas e médias <i>umidade relativa do ar</i>: média das máximas, mínimas e médias <i>vento</i>: velocidade média, frequência de dias calmos <i>classificação climática</i> <i>ocorrência de enchentes e geadas</i>: eventos e danos	tabelas, gráficos e mapas de isolinhas do regime pluviométrico	fonte: base cartográfica dados secundários de postos e estações meteorológicas no formato de séries históricas; registros de enchentes e geadas em relatórios de serviço do PNSB
Geologia	<i>unidades litoestratigráficas</i> <i>zonas de cisalhamento ou falhas</i> <i>litologia</i>	mapa das unidades geológicas	fonte: base cartográfica; dados secundários no formato de mapas e relatórios; e levantamento de campo
Geomorfologia	<i>compartimentação e tipos de relevo</i> <i>morfografia</i>: formas de relevo e padrão de drenagem <i>morfometria</i>: altitude, declividade, cota máxima, altura média dos topos <i>morfodinâmica</i>: processos de erosão e acumulação <i>fragilidades e potencialidades</i>	tabelas e mapas do tipo de relevo e classes de declividade	fonte: base cartográfica; dados secundários no formato de mapas e relatórios; fotografias aéreas; imagens do sensor TM-LANDSAT-5; e levantamento de campo
Pedologia	<i>classes de solos</i> <i>características dos solos</i>: textura, drenagem, profundidade, matéria orgânica, fertilidade aparente, pedras e afloramentos rochosos, permeabilidade, estabilidade estrutural, salinidade, produtividade aparente, quantidade de serapilheira, riscos de deslizamentos e inundação, presença de erosão, variação no relevo	tabelas e mapa de solos, representação esquemática de perfis de segmentos do terreno indicando os solos que ocorrem	fonte: base cartográfica; dados secundários no formato de mapas e relatórios; e levantamento de campo
	<i>taxas atuais de perda de solo</i> <i>potencial natural de erosão das terras</i> <i>risco atual de degradação das terras por erosão</i> <i>conflitos de uso e distribuição dos usos nas áreas super utilizadas</i>	tabelas e mapas do potencial de erosão e do risco de degradação	fonte: estimativa das taxas de perda de solo mediante emprego da Equação Universal de Perda de Solo, utilizando dados climáticos, mapa de solos, base cartográfica e uso da terra
	<i>capacidade de uso das terras</i>	mapa de capacidade de uso	fonte: mapas de solos, de declividade e geomorfológico

Tabela 5.1. (continuação)

Tema abordado	Sub-temas e dados	Formato	Fonte dos dados
Hidrografia	22. <i> cursos d'água</i>: localização 23. <i> bacias hidrográficas</i>: delimitação e identificação dos tributários mais importantes 24. <i> disponibilidade hídrica</i> 25. <i> descritores da qualidade e quantidade de água</i>: disponibilidade, qualidade segundo o uso, uso da terra na vizinhança, densidade da rede de drenagem, predominância de rios segundo sua ordem 26. <i> poços de água subterrânea</i>: localização, profundidade e vazão 27. <i> zonas hidrogeológicas</i> 28. <i> uso e consumo</i>: localização dos pontos de captação de água para abastecimento público atuais e previstos	tabelas, mapa de qualidade da água, mapa de infra-estrutura e saneamento	fonte: base cartográfica; dados secundários provenientes de prefeituras municipais e órgãos estaduais; e levantamento de campo
Oceanografia	29. <i> massas de água</i> 30. <i> ondas</i> 31. <i> marés</i> 32. <i> características físicas e químicas</i>		fonte: dados secundários
Fauna	33. <i> espécies de aves</i>: nome científico e popular, ambiente, <i> status</i>, espécies endêmicas, indicadoras da qualidade ambiental 34. <i> espécies de mamíferos</i>: nome científico e popular, atividade (diurno/noturno), ambiente, alimentação, <i> status</i>, espécies endêmicas	tabelas	fonte: dados secundários e relatos. No caso de espécies de aves, levantamento de campo. No caso de mamíferos não voadores de médio e grande porte, inclui observações em campo
Flora	35. <i> classes de vegetação</i> 36. <i> descritores da vegetação</i> ^(a) 37. <i> fragmentos</i>: forma, distribuição, grau de isolamento de remanescentes, forma e largura na zona de amortização, zona de contato 38. <i> valores de biodiversidade</i> 39. <i> espécies</i>: nome científico e família, importância, <i> status</i>, espécies endêmicas	tabelas, mapa de vegetação e uso da terra	fonte: base cartográfica, imagens do sensor TM-LANDSAT-5, fotografias aéreas e levantamento de campo

^(a) Descritores da vegetação: área original/área ocupada; estado de conservação; espécies mais frequentes e importantes; altura e diâmetro das espécies emergentes; espécies exóticas; proporção de espécies invasoras ou dominantes; ocorrência de floração, frutificação; tipo predominante de reprodução; número de estratos; tipo de estrato; biotipo predominante; tamanho das folhas; características das folhas; densidade de cobertura (em porcentagem); integridade do dossel (em porcentagem), composição do dossel; número de espécies por unidade de área; estágio sucessional; rareza da cobertura vegetal ou espécie; razão de rareza (espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, protegidas, ecossistema raro/endêmico; principais impactos; reversibilidade natural do estado impactado.

Tabela 5.1. (continuação)

Tema abordado	Sub-temas e dados	Formato	Fonte dos dados
Uso e ocupação das terras	40. <i>histórico de ocupação da área</i> : principais interferências sobre a terra e seus recursos naturais, consequências ao meio e respostas da sociedade	tabela	fonte: documentos obtidos junto a prefeituras e bibliotecas
	41. <i>classes de uso no PNSB e ZA</i> : ocupação atual e tendências 42. <i>uso da terra nos municípios da região</i> : usos e área ocupada	tabelas, gráficos e mapa de vegetação e uso da terra	fonte: base cartográfica, imagens do sensor TM-LANDSAT-5, fotografias aéreas, levantamento de campo, Projeto LUPA da Sec. Agricultura e Abastecimento (SP), dados EMATER e censo IBGE
	43. <i>ocorrência de fogo</i> : histórico, períodos críticos, eventuais causas e práticas de controle	tabela	fonte: registros históricos dos trabalhos de fiscalização do PNSB e da Polícia Florestal, relatos e entrevistas
	44. <i>impactos</i> ^(b) : localização e descritores ^(c)	tabela, mapa de impactos	fonte: base cartográfica, documentos de fiscalização de 20 anos, relatos, dados do DNPM (nesse caso, para mineração), estudo da estrada Paraty-Cunha e observações em campo
	45. <i>visitação pública</i> : número de visitantes, procedência, idade, tamanho de grupos, tempo de permanência, infra-estrutura disponível, identificação e qualificação de trilhas 46. <i>indicadores de impactos decorrentes da visitação</i> : biofísicos, sociais, registros de ocorrências	tabelas; gráficos; mapa de vias de acesso, principais trilhas e atrativos	fonte: base cartográfica; levantamento em campo; relatos; registros de ocorrências; registros de entrada de veículos e visitantes ao PNSB; e aplicação de questionários a visitantes
	47. <i>unidades de conservação e áreas indígenas</i> : localização	mapa	fonte: base cartográfica, IBAMA, órgãos estaduais e municipais

^(b) Impactos diversos decorrentes de mineração, corte seletivo, desmatamento, queimadas, erosão, contaminação de cursos fluviais por esgoto doméstico, assoreamento, retirada de mata ciliar, cortes seletivos, doenças endêmicas, presença de lixo, aterros sanitários ilegais, caça, pesca, soterramento de nascentes e desvio de cursos d'água, presença de espécies exóticas, expansão agrícola, expansão urbana, obras (construção de residências, estradas, linha de transmissão, plataformas e portos), construção de barragens e poços.

^(c) Descritores dos impactos observados: evidências, desencadeamento, frequência, extensão, reversibilidade, duração, magnitude, importância, sentido, origem, acumulação, sinergia, possíveis atividades que geraram o impacto.

Tabela 5.1. (continuação)

Tema abordado	Sub-temas e dados	Formato	Fonte dos dados
Atividades econômicas	48. <i>atividades econômicas exercidas pela população local</i> ^(d) e <i>tendências</i> 49. <i>produção agrícola da população local</i>: área cultivada, produtos, produção, formas de comercialização, local, preço práticas agrícolas, assistência técnica, beneficiamento de produtos, membros da família envolvidos, trabalhadores externos 50. <i>atividades agropecuárias nos municípios que abrangem o PNSB e a ZA</i>: área, produção, produtividade, tecnologia empregada, assistência técnica, crédito	gráficos	fonte: questionários aplicados à população local, entrevistas e reuniões, documentos do PNSB, Projeto LUPA da Sec. Agricultura e Abastecimento (SP), dados EMATER e censo IBGE
Estrutura fundiária do PNSB	51. <i>ocupação humana no PNSB</i>: indígena, caipira, proprietários residentes e não residentes, posseiros, outros invasores 52. <i>tempo de residência na área</i> 53. <i>tipo de documento das terras</i> 54. <i>tamanho do estabelecimento</i> 55. <i>condição de ocupação</i>		fonte: dados do IBGE e FUNAI, referências bibliográficas, entrevistas a moradores, documentos e relatórios de órgãos de terras estaduais, prefeituras, cadastro realizado no PNSB em 1976/77
Aspectos culturais e da organização social e política	56. <i>aspectos culturais da população indígena e caipira local</i> 57. <i>visão das comunidades locais sobre o PNSB e os principais impactos</i> 58. <i>organização social</i>: participação da população local em associações e identificação de lideranças 59. <i>características culturais da população regional</i>: arquitetura, música, artesanato, artes, danças, gastronomia e festas populares		fonte: levantamento bibliográfico, FUNAI, e questionários aplicados à população local
Demografia e condições de vida da população	60. <i>renda da população local</i> 61. <i>condições de moradia da população local</i> 62. <i>população municipal por distrito</i>: por sexo, rural e urbana 63. <i>crescimento populacional nos municípios</i>: período 1970 a 1991	tabelas e gráficos	fonte: questionários aplicados a moradores, entrevistas e censos demográficos (IBGE)

^(d) População local é a residente no PNSB ou próxima a esse.

Tabela 5.1. (continuação)

Tema abordado	Sub-temas e dados	Formato	Fonte dos dados
Infra-estrutura de serviços	64. <i>fiscalização florestal</i>: pessoal disponível, frequência de patrulhamento e escalas, postos de fiscalização, meios utilizados, atividades realizadas, registros de infrações e apreensões, parcerias 65. <i>manutenção de instalações, equipamentos, aceiros, cercas, trilhas, estradas, sinalização, coleta e destino do lixo no PNSB</i>: atividades e condições 66. <i>pessoal/infra-estrutura/equipamentos no PNSB</i> 67. <i>pesquisa e educação ambiental na região</i>: trabalhos, parcerias e convênios 68. <i>equipamentos e serviços nos municípios para apoio ao PNSB</i>: de saúde, educação, turismo, segurança pública, comunicação e energia elétrica, comércio, bancos, postos de gasolina e oficinas mecânicas, transporte, construção civil 69. <i>saneamento</i>: sistemas de esgotamento sanitário atuais e futuros; existência de projetos e programas municipais sobre novos locais de captação de águas, estações de tratamento de efluentes domésticos e aterros sanitários	tabelas, mapa de infra-estrutura e saneamento	fontes: •fiscalização: documentos administrativos e de fiscalização do PNSB, relatos e observações em campo •atividades desenvolvidas, pessoal, infra-estrutura e equipamentos: documentos do PNSB e levantamento no local •pesquisa e educação ambiental: informações cadastrais do IBAMA em um período de 10 anos e levantamento na Internet, jornais e organizações não governamentais locais •equipamentos e serviços para apoio: levantamento nos municípios •saneamento: levantamento junto a prefeituras municipais e órgãos estaduais
Aspectos institucionais	70. <i>estrutura organizacional do IBAMA</i>: estrutura administrativa e financeira 71. <i>parcerias do IBAMA com outras organizações</i> 72. <i>ações ambientais na região e instituições responsáveis</i> 73. <i>instituições regionais com potencial para parcerias</i>	tabelas	fonte: documentos do PNSB, Associação Pró-Bocaina e relatos
Aspectos jurídicos	74. <i>ações legais para conservação do patrimônio natural, histórico e cultural da Serra da Bocaina</i> 75. <i>documentos legais incidentes na área do PNSB</i> 76. <i>base legal das unidades de conservação e aspectos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação</i>	tabelas	fonte: Lex
Contexto estadual	Apresentação da divisão política-administrativa, população, uso e ocupação do solo, unidades de conservação (área, formações vegetais e atividades desenvolvidas) terras indígenas (área, população e demarcação) e órgãos estaduais (área de atuação e contato)		
Contexto federal	Identificação e localização em mapa as unidades de conservação do Brasil. Apresentação de diferentes classificações de unidades ambientais do Brasil no formato de mapas fonte: diversos estudos		

As tentativas de calcular o número de dados de entrada utilizados resultaram em imprecisões muito grandes porque esses dados são apresentados em meio à descrição dos temas tratados, sendo de difícil contabilidade. Neste caso, adotou-se como estratégia a estimativa do número de dados de entrada mediante a contabilização do que se julgou serem os principais tipos de dados - em alguns casos poderiam ser identificados como sub-temas²⁵ - utilizados em cada tema, os quais são identificados em itálico na Tabela 5.1 e numerados, totalizando 76 dados utilizados. Não foram contabilizados separadamente diversos parâmetros referentes a um tipo de dado ou provenientes do mesmo conjunto de variáveis. Por exemplo, a precipitação acumulada, a máxima de um dia e as médias mensais e anuais, da estação chuvosa e da estação seca, os meses mais úmidos e secos, são provenientes das séries de precipitações diárias, sendo associadas a um único dado de entrada: *regime pluviométrico*. Da mesma forma, as *características dos solos* e os *descritores da vegetação* usados para descrever, respectivamente, as classes de solos e os tipos de vegetação, foram contabilizados, cada qual, como um dado. Os contextos estadual e federal, por não conterem dados diretamente relacionados à área de estudo, não foram contabilizados.

Comparando os dados utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB com os dados levantados nos onze diagnósticos analisados, notam-se muitas semelhanças. Com exceção do tema arqueologia, todos os demais foram abordados no Plano de Manejo do PNSB. Como visto nos demais relatórios, o detalhamento da descrição dos temas varia muito entre eles. No diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB, observam-se temas descritos de forma bastante detalhada, como foi o caso da vegetação, cuja caracterização envolveu um grande número de descritores, incluindo ainda a descrição de fragmentos. Observam-se também outros temas apresentados com menor detalhamento, como foi o caso da demografia e condições de vida da população local, que envolveram poucos dados, sendo esses restritos às condições à época do estudo.

A avaliação dos dados de entrada e sua justificativa com base nos critérios e regras estabelecidos (Capítulo 4) é apresentada na Tabela 5.2. Na Figura 5.1 é fornecido um gráfico das pontuações atribuídas a cada critério.

²⁵ Como foi salientado no Capítulo 4 (item 4.1), a divisão temática foi estabelecida apenas para facilitar a compreensão dos dados. Não se tem como proposta a definição de uma divisão ótima a ser empregada em todos os casos.

Tabela 5.2. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Confiabilidade	
Pontuação: 4	Justificativa: Predominam dados que podem ser considerados de boa qualidade, sendo, em geral, provenientes da reunião e análise de dados secundários de origem conhecida, acrescidos de dados primários resultantes de levantamentos de campo, entrevistas e uso de fotografias aéreas ou imagens do sensor TM-LANDSAT-5. São descritos os procedimentos para a coleta de dados em campo e por meio de entrevistas, bem como as análises efetuadas. Dentre os dados utilizados, aproximadamente 20% não satisfazem as condições necessárias, sendo relatada, no relatório, a deficiência de dados secundários e a impossibilidade do seu levantamento em campo. São eles: umidade relativa do ar, vento, ocorrência de enchentes e geadas, disponibilidade hídrica, zonas hidrogeológicas, ocorrência de fogo e os dados referentes à oceanografia e estrutura fundiária do PNSB.
Padronização	
Pontuação: 2	Justificativa: Observa-se uma grande diversidade de dados de entrada utilizados, porém não são fornecidas informações sobre a padronização desses dados visando sua integração no relato do diagnóstico. Um exemplo dessa diversidade se refere às unidades de área representadas por eles. Há dados que representam toda a área estudada, outros são apresentados por unidade temática, município, distrito, comunidade, e ainda, há dados restritos aos locais visitados em campo.
Exatidão cartográfica e temática	
Pontuação: 1	Justificativa: Não são apresentados resultados da análise de exatidão cartográfica e temática.
Conveniência das escalas cartográficas	
Pontuação: 4	Justificativa: A escala de trabalho foi definida no intervalo entre 1:50.000 e 1:200.000, correspondendo à escala da base cartográfica utilizada e a escala de apresentação dos dados finais. Embora a escolha dessa escala não seja justificada, encontra-se dentro dos limites propostos por SDS/MMA (2001a) para planejamentos de abrangência municipal a regional - considerando que a área de estudo envolve diversos municípios. Todos os dados foram elaborados nesse intervalo de escala e apresentados na escala 1:200.000.
Correspondência entre escalas	
Pontuação: 3	Justificativa: A escala dos dados finais foi padronizada em 1:200.000, porém os procedimentos e regras para permitir a integração de dados de escalas diferentes não são explícitos. Conforme relato da coordenação do trabalho, em alguns temas houve dificuldades para padronizar os dados devido ao detalhamento obtido no mapeamento executado em maior escala.

Tabela 5.2. (continuação)

Abrangência geográfica	
Pontuação: 4	Justificativa: Os dados, em sua maioria, abrangem toda a área. Algumas exceções são justificadas em relação aos objetivos do trabalho, havendo dados que abrangem somente a área do PNSB (por exemplo, dados referentes à perda de solo, visitação pública e estrutura fundiária), ou a Zona de Amortecimento (por exemplo, a capacidade de uso das terras), ou ainda, dados mais abrangentes usados para caracterização da área de estudo no contexto regional. Problemas relativos à representatividade amostral na área são relatados para 11% dos dados. São eles: temperatura, umidade relativa do ar, vento, disponibilidade hídrica e os dados referentes à oceanografia.
Exatidão temporal	
Pontuação: 5	Justificativa: Grande parte dos dados utilizados foram atualizados a partir de levantamentos de campo. As exceções, observadas para 9% dos dados, referem-se à fauna (exceto aves), estrutura fundiária e população dos distritos que abrangem o PNSB e a ZA. O levantamento das espécies de mamíferos se baseou em dados secundários, não havendo um levantamento atualizado. Os dados de estrutura fundiária, embora complementados com levantamentos de campo, não permitiram a caracterização da situação atual. A caracterização demográfica dos distritos municipais se baseou no censo de 1991 e o diagnóstico foi realizado entre 2000 e 2001, sendo muito provável a ocorrência de mudanças no quadro apresentado.
Capacidade de representar a evolução e a dinâmica do ambiente	
Pontuação: 3	Justificativa: O diagnóstico apresenta um bom detalhamento da história da área relacionando eventos históricos que influíram em sua ocupação ou proteção, por exemplo, é apresentada uma listagem de ações legais para a conservação do patrimônio da Serra da Bocaina. Em relação à dinâmica, observa-se a insuficiência de dados para a análise da dinâmica populacional no PNSB e ZA. Quanto aos fenômenos cíclicos e sazonais, embora a utilização de séries de dados para caracterizá-los, essas séries apresentam falhas, por exemplo, interrupções no registro de dados e variação nos períodos registrados para os dados climáticos, ou ainda, falhas nos registros de ocorrência de fenômenos como fogo, enchentes e geadas.
Representatividade dos temas	
Pontuação: 4	Justificativa: Os dados contemplam os regulamentos legais pertinentes; os aspectos físicos, biológicos, sócio-econômicos, jurídico-institucionais e políticos; e os temas relevantes diante dos objetivos do planejamento, porém a escolha desses temas não é justificada.
Relevância	
Pontuação: 3	Justificativa: Dados referentes ao contexto estadual e federal foram descritos sem que fossem estabelecidas as relações entre esses contextos e a área de estudo, não sendo claro o seu uso no diagnóstico.
Sensibilidade para expressar as alterações ocorridas no ambiente	
Pontuação: 3	Justificativa: São utilizados dados sensíveis como a identificação de espécies da fauna e flora que expressam a qualidade do meio, porém eles não permitem uma análise prévia das alterações em curso no ambiente.
Disponibilidade e acessibilidade	
Pontuação: 1	Justificativa: Quase que a totalidade dos dados utilizados no diagnóstico não estavam disponíveis, sendo provenientes de levantamentos de campo, extensos levantamentos bibliográficos de diversas fontes e locais, e análises realizadas a partir de dados secundários.

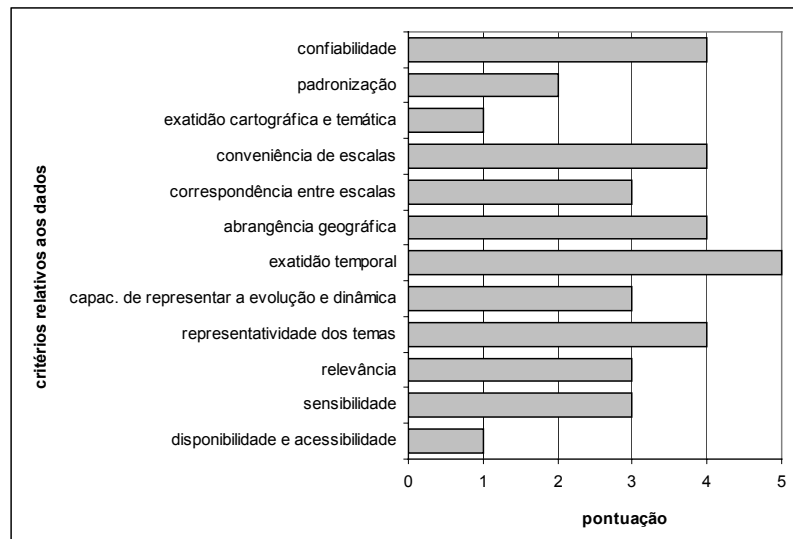


Figura 5.1. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos dados de entrada utilizados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

5.2.2. Avaliação dos métodos empregados

Os procedimentos metodológicos empregados para a elaboração do Plano de Manejo do PNSB são baseados no roteiro metodológico de planejamento de parques nacionais, reservas biológicas e estações ecológicas descrito em IBAMA (2002), o qual é uma atualização da proposta apresentada por Menezes et al. (1996).

Os procedimentos descritos para o diagnóstico do Parque e de sua Zona de Amortecimento envolveram duas etapas. Na primeira, foram coletados e analisados dados para uma caracterização geral da área. Na segunda etapa, os dados foram detalhados e analisados para a elaboração de produtos temáticos. Ainda na segunda etapa, os produtos temáticos foram integrados para a elaboração do zoneamento. Foi realizada uma terceira etapa, cujas atividades, não pertencentes à etapa de diagnóstico, envolveram a definição de ações e programas de manejo.

A sequência metodológica adotada para o diagnóstico é representada de forma simplificada na Figura 5.2.

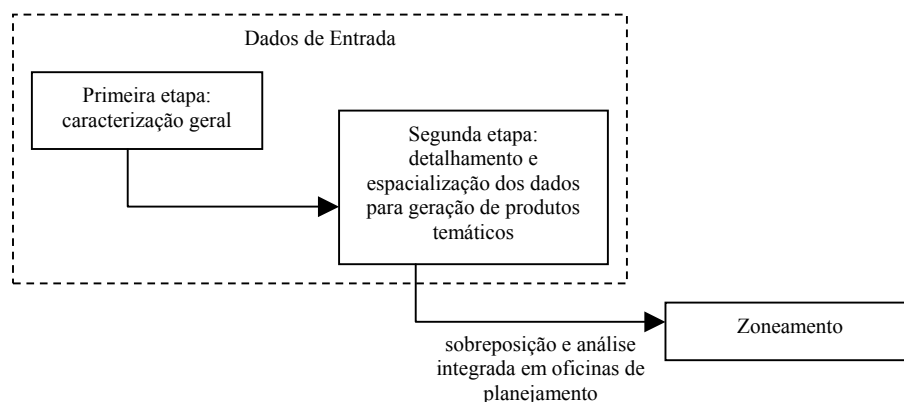


Figura 5.2. Representação simplificada da sequência metodológica do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Para a análise do diagnóstico, os produtos da primeira e segunda etapa foram considerados dados de entrada, sendo analisados e avaliados, em conjunto com os procedimentos empregados para sua obtenção, nos itens anteriores.

Os métodos objetos da presente análise e avaliação são aqueles empregados na análise integrada desses dados de entrada visando a elaboração dos produtos finais.

Segundo IBAMA (2001b), para a análise integrada dos dados temáticos, foram empregados princípios de avaliação da paisagem onde três elementos – relevo, cobertura vegetal e uso da terra – foram considerados como temas principais, entendidos como elementos-referência para o zoneamento. Todos os outros temas foram sobrepostos a esses três. A análise envolveu a avaliação das potencialidades e dos condicionantes à conservação ambiental; a caracterização dos cenários passado e atual em relação à apropriação do espaço pelo homem; e a avaliação das conformidades, impactos e conflitos com a conservação ambiental.

No relatório do Plano de Manejo do PNSB é citada a realização de oficinas de debates para a elaboração do zoneamento e o integração de mapas temáticos resultando em

mapas de síntese em que foram identificadas as unidades de zoneamento, porém não é apresentada a descrição dos procedimentos adotados nesses casos.

A avaliação dos métodos empregados com base nos critérios e regras estabelecidos (Capítulo 4) é apresentada e justificada na Tabela 5.3. Na Figura 5.3 é fornecido um gráfico das pontuações atribuídas a cada critério.

Tabela 5.3. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos métodos empregados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Validade científica do método	
Pontuação: 3	Justificativa: O método não é descrito de forma a permitir a reprodução dos resultados.
Custo do diagnóstico	
Pontuação: 5	Justificativa: O custo do diagnóstico foi de aproximadamente 60 dólares por quilômetro quadrado. Esses valores são compatíveis com os valores da referência para a escala de trabalho igual a 1:100.000 (US\$ 40,00 a 70,00 por quilômetro quadrado), que é uma escala intermediária entre as escalas de trabalho adotadas (1:50.000 e 1:200.000). Também observou-se a otimização dos custos mediante a priorização do uso de dados secundários evidenciada pelo extenso levantamento realizado e o atendimento aos objetivos previamente definidos.
Prazo para a elaboração do diagnóstico	
Pontuação: 2	Justificativa: A avaliação deste critério, nesse caso, baseia-se nos prazos decorridos para sua execução. O cronograma apresentado teve que ser reformulado devido às necessidades do planejamento que surgiram durante sua execução. Por isso, o prazo inicialmente previsto de um ano teve que ser estendido para 1,5 anos.
Recursos materiais e humanos para a elaboração do diagnóstico	
Pontuação: 2	Justificativa: Os recursos materiais previstos para a realização do diagnóstico foram insuficientes e tiveram que ser complementados. Os recursos humanos foram suficientes em número, qualificação da equipe e experiência em trabalhos semelhantes.

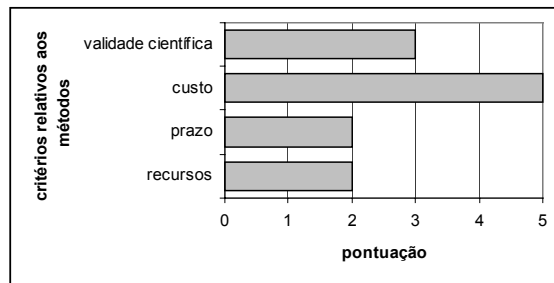


Figura 5.3. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos métodos empregados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

5.2.3. Avaliação dos indicadores elaborados

Conforme descrito nos itens anteriores, o diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB resultou na apresentação de um zoneamento da área do Parque e na proposição de ações e programas de manejo. Foram consideradas como indicadores, para a análise dos critérios propostos, as informações de síntese associadas aos produtos elaborados e resultantes da integração dos dados temáticos, apresentadas para descrever as condições do ambiente, seu estado e as atividades humanas que afetam ou são afetadas pelo ambiente.

Os indicadores observados no diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB se encontram associados às zonas e segmentos (porções das zonas) definidos no zoneamento, e ainda, foi observado um indicador geral. Esses indicadores são apresentados na Tabela 5.14, juntamente com uma pequena descrição e sua caracterização quanto ao propósito de uso (indicadores descritivos ou prescritivos), tipo de informação e relações de causa e efeito (indicadores de pressão, estado ou resposta).

Tabela 5.4. Indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e sua caracterização.

Indicador	Descrição	d/p	Categoria (tipo de informação expressa)	p/e/r
principais barreiras ao manejo do PNSB	cita três barreiras	d	problemas e conflitos	p
tipo de zona		p	potencial ou restrição de uso	e
grau de conservação da vegetação	identificados como "critérios para a definição de zonas", sendo qualitativos e avaliados como alto, médio e baixo	d	caracterização dos aspectos biológicos	e
variabilidade ambiental		d	caracterização dos aspectos físicos e biológicos	e
representatividade		d	caracterização dos aspectos biológicos	e
riqueza de espécies		d	caracterização dos aspectos biológicos	e
suscetibilidade		d	fragilidade	e
acessibilidade		d	caracterização do uso e ocupação das terras	e
grau de conservação ambiental		d	caracterização dos aspectos físicos e biológicos	e
valor de biodiversidade	qualitativos, avaliados em alto, médio e baixo	d	caracterização dos aspectos biológicos	e
intensidade da fragmentação da floresta		d	caracterização dos aspectos biológicos	e
tipo de relevo		d	caracterização dos aspectos físicos	e
vegetação		d	caracterização dos aspectos biológicos	e
precipitação	indica locais de precipitação elevada	d	caracterização dos aspectos físicos	e
tipo de uso e ocupação		d	caracterização do uso e ocupação das terras	e
principais conflitos		d	problemas e conflitos existentes	p
presença de trilhas e pontos atrativos		d	potencial ou restrição de uso	e
presença de manifestações históricas e/ou culturais		d	potencial ou restrição de uso	e

d/p: descritivo ou prescritivo

p/e/r: pressão, estado ou resposta

Com exceção das principais barreiras ao manejo, que se referem ao Parque como um todo, os demais indicadores são associados às zonas e segmentos definidos.

Os indicadores apresentados por zona ou segmento definidos para o PNSB são propostos no roteiro metodológico apresentado por IBAMA (2002), como critérios de zoneamento, cujos resultados permitem verificar a vocação das áreas, identificando e caracterizando as diferentes zonas. Esses critérios são divididos em:

- critérios físicos mensuráveis ou espacializáveis: grau de conservação e variabilidade ambiental;
- critérios indicativos de valores para a conservação: representatividade, riqueza de espécies, suscetibilidade, áreas de transição e presença de sítios arqueológicos e paleontológicos;

- critérios indicativos para vocação de uso: potencial de visitação, potencial para conscientização ambiental, presença de infra-estrutura, uso conflitante e presença de população.

A avaliação dos indicadores elaborados com base nos critérios e regras estabelecidos (Capítulo 4) é apresentada e justificada na Tabela 5.5. Na Figura 5.4 é fornecido um gráfico das pontuações atribuídas a cada critério.

Tabela 5.5. Resultado da aplicação dos critérios e regras estabelecidos para a avaliação dos indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Precisão	
Pontuação: 1	Justificativa: A variabilidade dos indicadores não é analisada e não são fornecidas estimativas de precisão.
Exatidão cartográfica e temática	
Pontuação: 1	Justificativa: Não são apresentados resultados da análise de exatidão cartográfica e temática.
Conveniência das escalas cartográficas	
Pontuação: 5	Justificativa: Os indicadores estão associados às zonas e segmentos, representando a área compreendida por seus limites, definida com base nos elementos geográficos identificados na base cartográfica em escala 1:50.000 e apresentados na escala 1:200.000, sendo compatível com a escala de trabalho.
Abrangência geográfica	
Pontuação: 1	Justificativa: Os indicadores identificados representam a área do PNSB, mas não são apresentados indicadores referentes à zona de amortecimento (ZA).
Capacidade dos limites serem implementados e gerenciados	
Pontuação: 5	Justificativa: Os limites das zonas estabelecidas são descritos e delimitados em mapa, facilitando sua identificação. Esses limites seguem, predominantemente, feições do relevo, facilitando a identificação em campo. Os limites das zonas foram utilizados como referência para o traçado das regionais administrativas e das unidades de fiscalização, considerando ainda os caminhos disponíveis para facilitar o acesso e agilizar a comunicação.

Tabela 5.5. (continuação)

Exatidão temporal	
Pontuação: 5	Justificativa: Os indicadores retratam as condições da época em que o diagnóstico foi apresentado.
Capacidade de representar a evolução e a dinâmica do ambiente	
Pontuação: 1	Justificativa: Os indicadores apresentados e sua descrição não apresentam elementos que permitam a compreensão da evolução e dinâmica do ambiente
Representatividade	
Pontuação: 2	Justificativa: Analisando os objetivos estabelecidos no planejamento - elaborar o zoneamento ambiental com base na análise integrada dos dados visando "a avaliação das potencialidades, dos condicionantes e aptidões à conservação ambiental; a caracterização dos cenários passado e atual em relação à apropriação do espaço pelo homem; e a avaliação das conformidades, impactos e conflitos com a conservação ambiental" - observa-se que o conjunto de indicadores expressa os resultados das avaliações, caracterizando o cenário atual, mas não caracteriza o passado. Também não são fornecidos indicadores de resposta da sociedade.
Relevância	
Pontuação: 4	Justificativa: Embora a escolha dos indicadores não seja justificada, não se observam indicadores irrelevantes ou desnecessários.
Sensibilidade para expressar as alterações ocorridas no ambiente	
Pontuação: 1	Justificativa: Não se observa o uso de indicadores sensíveis que representem alterações em curso no ambiente.
Interpretabilidade	
Pontuação: 3	Justificativa: Os indicadores elaborados são apresentados, em sua maioria, em tabelas, sendo associados a cada zona ou segmento, os quais são delimitados em mapas, facilitando a visualização dos resultados; o nível de síntese obtido com os indicadores e o uso de classificações de fácil compreensão - por exemplo o uso das categorias: alto, médio e baixo - auxilia na compreensão das características ambientais das diversas zonas e segmentos; porém as informações não são associadas a referências que permitam a distinção entre condições aceitáveis e críticas.
Acesso ao banco de dados	
Pontuação: 3	Justificativa: Foi utilizado o programa ARCVIEW para a estruturação do banco de dados fornecido ao IBAMA. O acesso ao banco fica restrito, portanto, aos poucos usuários que possuam o programa e saibam utilizá-lo. Neste caso, consideram-se usuários, os envolvidos na definição do Plano de Manejo - incluindo os administradores do Parque, outros técnicos do IBAMA, organizações governamentais, não governamentais e representantes da população
Caráter prescritivo	
Pontuação: 5	Justificativa: Ao indicador tipo de zona são associadas indicações e restrições ao uso, sendo, portanto, um indicador prescritivo.

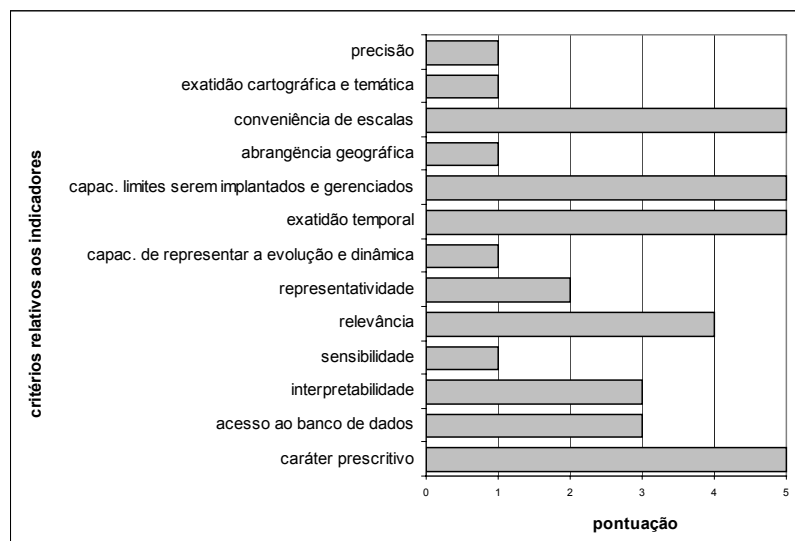


Figura 5.4. Pontuações atribuídas aos critérios relativos aos indicadores elaborados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

5.2.4. Análise da aplicação dos critérios propostos

A aplicação das regras para a avaliação, considerando cada critério estabelecido, permitiu identificar vantagens e dificuldades para seu uso.

Uma vantagem está na realização de uma análise sistemática do conjunto de dados utilizados, dos métodos empregados e indicadores elaborados, permitindo identificar os pontos fortes e fracos do diagnóstico, os quais são listados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6. Pontos fortes e fracos observados no diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Pontos Fortes	Pontos Fracos
➤ exatidão temporal dos dados: obtida em trabalhos de campo para atualizações de grande parte dos dados secundários disponíveis. ➤ custo: compatível com os valores estabelecidos como referência. ➤ conveniência das escalas cartográficas dos indicadores: a escala dos indicadores é compatível com a escala de trabalho. ➤ capacidade dos limites serem implementados e gerenciados: os limites são bem definidos e compatíveis com as unidades de administração. ➤ exatidão temporal dos indicadores: resultado do uso de dados atualizados.	➤ exatidão cartográfica e temática dos dados e indicadores espacializados: não são analisadas no diagnóstico. ➤ disponibilidade e acessibilidade dos dados: o diagnóstico demandou um extenso trabalho de levantamento bibliográfico de diversas fontes e locais, além de levantamentos de campo e análises. ➤ precisão dos indicadores: não é analisada no diagnóstico. ➤ abrangência geográfica dos indicadores: não abrangem a ZA, apenas o PNSB. ➤ capacidade de representar a evolução e a dinâmica do ambiente: não são expressas pelos indicadores, embora tenham sido contempladas pelos dados. ➤ indicadores sensíveis: não são apresentados.

O **custo** é um ponto forte do diagnóstico analisado. Porém a avaliação proposta para o critério custo tem como limitação a escassez de dados disponíveis e o uso de uma referência baseada em um levantamento que, embora reúna dados de condições bastante variadas, pode não ser representativo da diversidade de condições em que são desenvolvidos os diagnósticos. Além disso, essa referência não permite analisar os custos com base em outras variáveis do diagnóstico, por exemplo, o custo para outras escalas de trabalho, por número de habitantes, ou baseado em algumas características da área de estudo (por exemplo, complexidade) ou do tipo de planejamento. Uma avaliação mais precisa dos custos requer a definição de valores de referência baseados em um universo maior de amostras, considerando ainda as diversas variáveis que influem no custo final.

Nota-se que os pontos fracos observados na análise do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Bocaina, em sua maioria, referem-se aos indicadores. Isso pode ter ocorrido porque o diagnóstico não tinha como proposta a definição de indicadores, sendo dada maior ênfase à descrição dos temas abordados e pouco destaque às informações de síntese resultantes da análise conjunta dos dados temáticos, que nortearam a definição do

Plano. A elaboração dessas informações - que se constituem em indicadores - ficou restrita às barreiras ao manejo do Parque e à definição e caracterização das zonas e segmentos do zoneamento. Se, por um lado, as pontuações baixas para alguns critérios podem ser justificadas pelo fato de não haver a preocupação em definir indicadores, por outro, essa avaliação deixa claro alguns aspectos que poderiam ser aprimorados no diagnóstico. Reconhecendo a importância do uso de indicadores no diagnóstico, os critérios propostos para sua análise podem ser empregados como critérios para o seu desenvolvimento e seleção.

Quanto à **exatidão cartográfica e temática**, é importante ressaltar que a inclusão da análise de exatidão nos diagnósticos é muito rara. Nenhum dos relatórios descritos no item 4.1 forneceu estimativas de exatidão cartográfica ou temática para dados ou indicadores espacializados. A ausência desse tipo de informação nos diagnósticos pode estar associada à falta da prática em fornecer informações sobre a exatidão espacial dos dados, ou ainda, aos custos adicionais necessários para seu levantamento e análise. O mesmo é observado em relação à **precisão dos indicadores**. Não é comum a apresentação de estimativas de precisão associadas às informações resultantes dos diagnósticos. Observa-se, portanto, a necessidade de incluir essas análises e estabelecer padrões de precisão e exatidão de dados e indicadores para diagnósticos ambientais, uma vez que eles estão relacionados à qualidade da informação que subsidiará as demais etapas do planejamento, incluindo a definição de ações.

Analizando ainda as vantagens para a aplicação dos critérios, cabe ressaltar que, embora no estudo de caso os critérios tenham sido aplicados a um diagnóstico finalizado, eles também podem ser utilizados para a elaboração de uma proposta de diagnóstico, servindo como um roteiro para a escolha dos dados e métodos a serem utilizados e indicadores a serem elaborados. Ou ainda, os critérios podem ser empregados para análise de diferentes propostas ou procedimentos para a realização de um diagnóstico.

Dentre as dificuldades para a avaliação dos critérios, tem-se a subjetividade presente em algumas das regras estabelecidas, para as quais não há como obter uma avaliação precisa, baseada em normas ou padrões sugeridos na literatura. Uma sugestão para melhorar a qualidade dos resultados da análise é a sua realização por mais de uma pessoa, reunindo diferentes opiniões.

Outra dificuldade encontrada foi a contabilidade dos dados. No caso do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB, foram contabilizados o que se julgou serem os principais tipos de dados. Com isso se evitou que fossem contados separadamente diversos parâmetros referentes a um tipo de dado ou provenientes do mesmo conjunto de variáveis.

Para evitar dúvidas e reduzir as dificuldades da análise dos critérios, é importante ressaltar que são analisados separadamente diferentes aspectos da exatidão dos dados e de sua variabilidade:

- a **confiabilidade**, conferida pelos procedimentos adotados para a obtenção do dado, podendo ser verificada por meio de resultados de testes e medidas de erro;
- a **exatidão cartográfica e temática**, relativas aos dados representados espacialmente;
- a **abrangência geográfica**, que tem como objetivo verificar se os dados utilizados são representativos de toda a área de estudo;
- a **exatidão temporal** que tem como objetivo verificar se os dados utilizados não estão defasados; e
- a **capacidade de representar fenômenos sazonais ou cíclicos**, que também se refere ao aspecto temporal, porém, neste caso, o interesse está em conhecer a variabilidade dos dados ao longo do tempo, sendo, para isso, utilizadas séries temporais representativas dos períodos de interesse.

A aplicação dos critérios para a análise do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB permitiu verificar que cinco critérios poderiam ser alterados para melhorar sua avaliação, são eles: disponibilidade e acessibilidade dos dados, validade científica do método, prazo, disponibilidade de recursos materiais e humanos e interpretabilidade dos indicadores. A proposta final contendo os critérios e as regras para avaliação dos dados de entrada utilizados, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados na etapa de diagnóstico é fornecida no Apêndice 3, juntamente com um formulário eletrônico para a análise de diagnósticos baseada no método proposto neste trabalho.

O primeiro critério alterado foi a **disponibilidade e acessibilidade dos dados**. Esse critério é citado na literatura visando priorizar o uso de dados prontamente disponíveis e de fácil acesso para o desenvolvimento de indicadores. As duas principais razões para essa priorização são a redução dos custos e dos prazos. No caso de diagnósticos, nem sempre se

têm dados nessas condições. Em geral, é nesta etapa que se desenvolve um grande esforço para o levantamento de dados de diversas fontes e as complementações necessárias em campo. É no diagnóstico que esses dados, juntamente com os indicadores elaborados, são organizados para uso nas etapas seguintes, ou mesmo, em futuras atualizações do diagnóstico realizado. Nesse caso, é importante que os dados levantados e indicadores elaborados sejam armazenados de forma a serem facilmente recuperados e utilizados, ou seja, estejam disponíveis e acessíveis. Portanto, mais do que utilizar dados disponíveis e acessíveis, na etapa de diagnóstico, deve-se priorizar a disponibilização dos dados levantados. Como o custo e o prazo são critérios analisados à parte e a disponibilização dos dados é analisada no critério referente ao banco de dados, o critério disponibilidade e acessibilidade dos dados de entrada se mostrou redundante, podendo ser retirado da análise.

O segundo critério alterado foi a **validade científica do método**, que reunia dois diferentes aspectos relativos ao método, os quais são independentes e, portanto, podem ser separados para melhor análise. Um deles está relacionado à clareza e objetividade dos procedimentos descritos e à possibilidade de reproduzi-los gerando os mesmos resultados. O segundo, ao desenvolvimento de uma análise integrada que contemple os dados e temas tratados no diagnóstico, abrangendo os aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos.

Separando estes dois aspectos, o critério validade científica do método foi dividido em dois, conforme apresentado na Tabela 5.7. O termo validade científica do método, embora proposto na literatura, não especifica bem o objeto de análise do critério, sendo alterado para **clareza e objetividade**.

Tabela 5.7. Critérios e avaliação propostos em substituição ao critério validade científica do método.

Critério	Avaliação
clareza e objetividade	Verifica-se a ocorrência das condições: • a escolha do método é bem justificada e fundamentada; e • os procedimentos para o emprego do método são descritos com clareza e objetividade de forma a permitir a reprodução dos resultados. Atribuem-se as pontuações: 1. nos casos em que nenhuma condição é satisfeita. 3. nos casos em que somente a primeira condição é satisfeita. 4. nos casos em que somente a segunda condição é satisfeita. 5. nos casos em que ambas as condições são satisfeitas.
desenvolvimento de análise integrada	Atribuem-se as pontuações: 1. nos casos em que o método não desenvolve uma análise integrada. 3. nos casos em que o método desenvolve uma análise integrada dos elementos do meio, porém precariamente pois não contempla todo o conjunto dos dados levantados e temas tratados, ou integra separadamente os temas relacionados ao meio físico, biológico ou sócio-econômico. 5. nos casos em que o método desenvolve uma análise integrada dos elementos do meio contemplando a maioria dos dados e temas tratados no diagnóstico, integrando os aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos.

O terceiro critério é o **prazo**, que foi alterado para incluir os casos em que se analisa diagnósticos já elaborados, verificando se foram cumpridos os prazos previamente estabelecidos. A alteração realizada é apresentada na Tabela 5.8.

Tabela 5.8. Alteração da avaliação para o critério prazo.

Critério	Avaliação
prazo	Verifica-se a ocorrência das condições: - para propostas de diagnósticos: é apresentado um cronograma para a execução das atividades previstas, o cronograma é exeqüível e o prazo é viável para atender plenamente aos objetivos e necessidades do planejamento Atribuem-se as pontuações: - não é apresentado o cronograma de atividades; o cronograma é apresentado, porém inexecutável; ou o cronograma é apresentado e exeqüível, porém seu prazo é muito longo e inviável. - o cronograma é apresentado e exeqüível, porém é necessária uma completa reformulação para atender ao planejamento. - o cronograma é apresentado e exeqüível, porém o prazo não atende plenamente ao planejamento requerendo algumas adequações para viabilizá-lo. - o cronograma é apresentado, exeqüível e atende ao planejamento. - para diagnósticos concluídos: foi apresentado um cronograma para a execução das atividades e os prazos estabelecidos foram seguidos. Atribuem-se as pontuações: - não foi apresentado o cronograma de atividades; o cronograma foi apresentado, porém o prazo de execução foi muito superior ao previsto. - o cronograma apresentado sofreu uma reformulação, estendendo o prazo inicialmente previsto. - o cronograma apresentado sofreu adequações que resultaram em uma pequena ampliação do prazo inicialmente previsto. - o cronograma apresentado foi seguido sem modificações.

O quarto critério alterado foi a **disponibilidade de recursos materiais e humanos**, o qual agrupava aspectos independentes, sendo dividido para melhorar avaliação. Uma vantagem da divisão desse critério é que, ao serem analisados separadamente os recursos materiais e humanos, pode-se atribuir a eles diferentes pesos. Os novos critérios propostos são apresentados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9. Critérios e avaliação propostos em substituição ao critério disponibilidade de recursos materiais e humanos.

Critério	Avaliação
disponibilidade de recursos materiais	Verifica-se a ocorrência das condições: - os materiais e equipamentos necessários para a execução das atividades previstas são discriminados, sendo relacionadas as quantidades e especificações técnicas; - os recursos materiais, quanto às especificações técnicas, são adequados para o desenvolvimento das atividades; e - os recursos materiais, quanto à quantidade, são suficientes para o desenvolvimento das atividades. Atribuem-se as pontuações: - nos casos em que nenhuma condição é satisfeita. - nos casos em que alguma das condições não é satisfeita. - nos casos em que todas as condições são satisfeitas.
disponibilidade de recursos humanos	Verifica-se a ocorrência das condições: - a equipe técnica é relacionada, sendo informada a qualificação de todos os profissionais envolvidos; - a equipe técnica apresenta profissionais com formação nas áreas de conhecimento abrangidas pelo estudo; - o tamanho da equipe técnica é suficiente para o desenvolvimento das atividades; e - a equipe técnica apresenta profissionais com experiência em trabalhos semelhantes. Atribuem-se as pontuações: - nos casos em que nenhuma condição é satisfeita. - nos casos em que alguma das condições não é satisfeita. - nos casos em que todas as condições são satisfeitas.

O quinto critério alterado foi a **interpretabilidade dos indicadores**. A avaliação proposta (Capítulo 4) se mostrou falha por não abranger os casos em que não são apresentados indicadores, ou seja, os casos em que o diagnóstico apresenta como resultado uma descrição dos temas tratados, sem destacar informações de síntese. Para inclui-los, a avaliação foi alterada conforme descrito na Tabela 5.10.

Tabela 5.10. Alteração da avaliação para o critério interpretabilidade.

Critério	Avaliação
interpretabilidade	Verifica-se a ocorrência das condições: • são apresentados indicadores ou informações com características de indicadores como resultado do diagnóstico; • o nível de síntese obtido facilita sua compreensão sem prejudicar seu conteúdo; • são apresentadas referências que permitem a distinção entre condições aceitáveis e críticas; e • são utilizados recursos que facilitam a visualização dos resultados pelo público a que eles se destinam; Atribuem-se as pontuações: 1. nos casos em que nenhuma das condições é atendida. 2. nos casos em que a primeira condição é atendida, mas a segunda não. 3. nos casos em que a primeira e a segunda condições são atendidas, mas a terceira não. 4. nos casos em que a única condição não atendida é a quarta. 5. nos casos em que todas as condições são atendidas.

Por último, na aplicação dos critérios referentes aos indicadores, observou-se que dois desses critérios, **capacidade dos limites definidos serem implantados e gerenciados e banco de dados**, não se referem exclusivamente aos indicadores e podem ser analisados independente da apresentação de indicadores como resultado do diagnóstico. Diante disso, eles foram retirados do conjunto de critérios referentes aos indicadores, e inseridos em um novo conjunto, identificado como aspectos complementares.

5.2.5. Aplicação dos critérios alterados no estudo de caso

Devido às alterações propostas aos critérios no item 5.2.4, sua aplicação no diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB sofreu modificações. O resultado da aplicação dos critérios alterados é apresentado na Tabela 5.11.

Tabela 5.11. Resultado da aplicação dos critérios alterados ao diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Disponibilidade e acessibilidade dos dados de entrada	
O critério foi excluído	
Clareza e objetividade	
Pontuação: 3	Justificativa: A escolha do método é justificada porém o método não é descrito com clareza e objetividade de forma a permitir a reprodução dos resultados.
Desenvolvimento de análise integrada	
Pontuação: 5	Justificativa: O método pressupõe a análise integrada dos elementos do meio contemplando a maioria dos dados e temas tratados no diagnóstico, integrando os aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos.
Disponibilidade de recursos materiais	
Pontuação: 2	Justificativa: Os recursos materiais previstos para a realização do diagnóstico foram insuficientes e tiveram que ser complementados.
Disponibilidade de recursos humanos	
Pontuação: 5	Justificativa: Os recursos humanos foram suficientes em número, qualificação da equipe e experiência em trabalhos semelhantes.
Prazo	
Não houve alteração na avaliação.	
Interpretabilidade	
Não houve alteração na avaliação.	

Os critérios capacidade dos limites serem implantados e gerenciados e acesso ao banco de dados foram reunidos em um grupo identificado por aspectos complementares.

5.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITERIAL

O método multicriterial programação por compromisso é aplicado para identificar a melhor solução para um determinado problema. Ele se baseia na distância, dessa forma a solução de compromisso é aquela que apresenta a menor distância da solução ideal. No método proposto para a análise de diagnóstico, ele pode ser utilizado para comparar diferentes procedimentos metodológicos adotados para a realização de um diagnóstico ou variações de

uma mesma proposta em que são realizados ensaios de alteração visando melhorar seu desempenho.

Para testar o método multicriterial, foram realizadas duas análises. Inicialmente, ele foi aplicado considerando apenas o diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB, sendo obtida uma medida de seu desempenho. Em seguida, ele foi aplicado a um conjunto de cenários simulados. As simulações foram realizadas para testar a aplicação do método na análise do desempenho desses cenários e na comparação entre eles. Os resultados são apresentados nos itens 5.3.1 e 5.3.2.

5.3.1. Aplicação do método multicriterial ao diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina

Para a aplicação do método multicriterial, as pontuações obtidas para cada critério foram reunidas em uma matriz multicritério, a qual é apresentada na Tabela 5.12. Os pesos apresentados correspondem à moda, à média e à média expurgada dos valores atribuídos ao peso de cada critério pelos especialistas que participaram da pesquisa, conforme resultados descritos no item 4.3.

Decidiu-se aplicar a análise multicriterial sobre o conjunto de critérios descrito no Capítulo 4, incluindo as alterações propostas no item 5.2.4, as quais compreendem a eliminação de um critério, o desmembramento de dois critérios e a mudança das regras de avaliação de outros dois.

Considerando que o número de critérios alterados é pequeno em relação ao número total de critérios propostos inicialmente (5 em 29) e que a lógica das avaliações propostas a esses critérios foi mantida, sendo feitos apenas alguns ajustes para melhoria de sua aplicação, decidiu-se manter a ponderação dos critérios originais para os critérios desmembrados e alterados.

Tabela 5.12. Matriz multicritério de avaliação para a análise do diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Critério (<i>i</i>)	Peso (w_i)			Pontuação (f_i)
	Moda	Média	Média expurgada	
Referentes aos dados de entrada				
1. confiabilidade	4	4,2	4,00	4
2. padronização	4	3,8	3,67	2
3. exatidão cartográfica e temática	4	3,6	3,64	1
4. conveniência de escalas	5	3,9	3,50	4
5. correspondência entre escalas	4	3,3	3,69	3
6. abrangência geográfica	5	3,9	4,31	4
7. exatidão temporal	3	3,1	3,36	5
8. capacidade de representar a evolução e dinâmica	2	2,8	2,86	3
9. representatividade dos temas	3	3,3	3,33	4
10.relevância	3	2,9	2,77	3
11.sensibilidade	2	2,4	2,20	3
Referentes aos métodos empregados				
12.clareza e objetividade	3	3,5	3,25	3
13.desenvolvimento de análise integrada	3	3,5	3,25	5
14.custo	5	3,4	3,43	5
15.prazo	4	3,4	3,78	2
16.recursos materiais	5	3,6	3,50	2
17.recursos humanos	5	3,6	3,50	5
Referentes aos indicadores elaborados				
18.precisão	4	3,1	3,73	1
19.exatidão cartográfica e temática	3	3,6	3,40	1
20.conveniência de escalas	5	4,1	4,80	5
21.abrangência geográfica	3	3,5	3,25	1
22.exatidão temporal	3	3,2	3,31	5
23.capacidade de representar a evolução e dinâmica	3	2,8	2,69	1
24.representatividade	3	3,1	3,33	2
25.relevância	2	2,6	2,11	4
26.sensibilidade	2	2,3	2,27	1
27.interpretabilidade	4	3,6	3,60	3
28.caráter prescritivo	4	2,9	3,33	5
Complementares				
29.capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	3	3,4	3,38	5
30.acesso ao banco de dados	5	3,9	4,21	3

A análise do desempenho do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB foi realizada de forma comparativa considerando uma condição idealizada em que f_i' e f_i^* , os valores

das pontuações mínima e máxima estabelecidas, são iguais a 1 e 5, respectivamente. A medida da distância l foi calculada pela equação:

$$l = \sum_{i=1}^n w_i \left| \frac{5 - f_i}{4} \right| \quad (5.1)$$

considerando

w_i = o peso atribuído a cada critério i , em três situações: utilizando a moda, a média e a média expurgada dos pesos atribuídos pelos especialistas;

f_i = a pontuação atribuída ao critério i ,

5 é a melhor pontuação possível para o critério i e

4 é o resultado da subtração entre a melhor e a pior pontuação possível para o critério i , que são iguais a 5 e 1, respectivamente.

A medida da distância segundo a equação (5.1) é uma modificação do método programação por compromisso adotada para permitir a análise do desempenho ao se analisar um único diagnóstico.

Essa distância foi padronizada de forma que seus valores ficassem compreendidos entre 0 e 1, aplicando-se a equação (3.1):

$$lp = \frac{l}{\sum_{i=1}^n w_i}.$$

Os resultados obtidos para a distância padronizada foram analisados considerando todos os critérios e, separadamente, os critérios referentes aos dados de entrada, aos métodos, aos indicadores e os aspectos complementares. Foram ainda obtidos os resultados considerando quatro diferentes situações: sem a ponderação dos critérios (o que equivale à atribuição do peso 1 a todos os critérios) e com a ponderação segundo a moda, a média e a média expurgada dos pesos atribuídos pelos especialistas. Os resultados são fornecidos na Tabela 5.13.

Tabela 5.13. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina.

Critérios	(lp)			
	ponderação segundo a			sem peso
	moda	média	média expurgada	
todos	0,44	0,45	0,45	0,46
referentes aos dados de entrada	0,43	0,43	0,43	0,43
referentes aos métodos	0,33	0,33	0,34	0,33
referentes aos indicadores	0,55	0,58	0,58	0,59
complementares	0,31	0,27	0,29	0,25

Os menores valores obtidos para lp correspondem aos melhores resultados pois representam as menores distâncias entre o conjunto de critérios analisados e a solução ideal. Observa-se na Tabela 5.13 que os melhores resultados foram obtidos para aspectos complementares e métodos, com valores próximos, seguidos pelos dados de entrada e, por último, pelos indicadores.

Os resultados da distância padronizada sofreram pouca alteração ao se considerar as quatro situações: moda, média, média expurgada e sem peso. A maior semelhança foi observada entre os resultados obtidos considerando a média e a situação em que não foram atribuídos pesos. Analisando a distribuição das médias dos pesos dos critérios (Figura 5.5.a), pode-se verificar a pequena dispersão dos seus valores, que se concentram em torno de 3,0 e 4,0. Essa pequena dispersão observada no gráfico da Figura 5.5.a ilustra a pequena variação dos valores dos pesos, aproximando-se da situação em que os pesos não se alteram (sem peso). No caso da moda, os valores dos pesos dos critérios são mais dispersos, como mostra a Figura 5.5.c, apresentando maior variação. A distribuição das médias expurgadas dos pesos (Figura 5.5.c) apresenta uma situação intermediária entre a distribuição da média e da moda dos pesos. A distância padronizada calculada considerando a moda dos pesos tende, portanto, a apresentar maiores diferenças de valores quando comparada à distância calculada sem peso e com a média dos pesos.

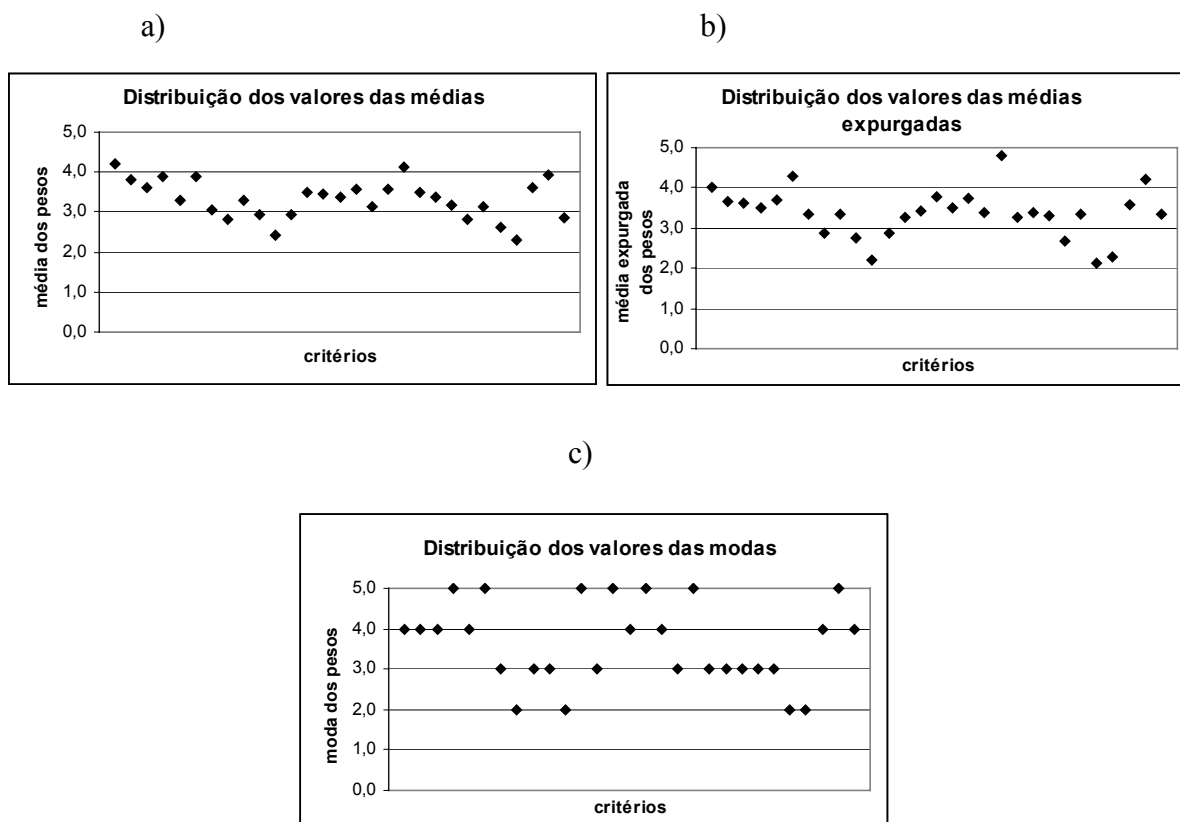


Figura 5.5. Distribuição dos valores: a) das médias, b) das médias expurgadas e c) das modas dos pesos atribuídos aos critérios.

A pequena variação entre pesos também ocorreu porque o intervalo entre os valores dos pesos, entre 0 e 5, foi pequeno. Intervalos maiores e contínuos poderiam resultar em maior dispersão dos resultados. Porém, o uso de poucos valores não atenderia às regras estabelecidas para a atribuição dos pesos, as quais se basearam na associação de um único valor, (um número inteiro), para cada condição observada: critério sem importância, pouco importante, importante e muito importante; e avaliação completamente subjetiva, pouco objetiva, razoavelmente objetiva e bastante objetiva.

É importante ressaltar que a medida da distância padronizada considerando todos os critérios recebe maior influência dos critérios relativos aos indicadores e aos dados de entrada em virtude destes serem mais numerosos que os critérios relativos aos métodos. Neste caso, admite-se que, em função do maior número de critérios a serem analisados para os dados de

entrada e para os indicadores, eles devem ter maior peso no resultado final. Porém pode-se verificar o desempenho dos dados, métodos e indicadores, separadamente, calculando-se a distância padronizada obtida pelos critérios relativos a eles, como foi apresentado na Tabela 5.13.

5.3.2 Aplicação do método multicriterial aos cenários simulados

A partir dos resultados obtidos para o diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB, foram criados cinco cenários e aplicado o método multicriterial para verificar a coerência da resposta do método.

Os cenários foram elaborados como alterações do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB. O primeiro cenário visou simular uma situação em que não é realizada uma análise integrada dos dados de entrada e, como consequência, não se apresentam indicadores como resultado. No segundo cenário, foi simulada uma situação em que ocorre uma melhoria em vários aspectos do diagnóstico, acarretando a elevação de seus custos. No terceiro cenário, reduz-se o prazo de execução do diagnóstico como resultado da diminuição dos trabalhos de atualização de dados em campo, acarretando a redução do desempenho da exatidão temporal dos dados e indicadores. O quarto cenário representa uma situação muito ruim, em que decai a qualidade geral dos dados, método e indicadores, ocorrendo apenas melhoria no desempenho do critério prazo. O último cenário representa uma situação muito boa, em que se investe na melhoria dos dados, método e indicadores, resultando em aumento de custos e prazos.

A caracterização dos três primeiros cenários é apresentada na Tabela 5.14, em que é descrita a mudança simulada no diagnóstico, a identificação do critério afetado e a nova pontuação. A matriz multicritério de avaliação para os cinco cenários e o diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB é apresentada na Tabela 5.15.

Tabela 5.14. Caracterização dos cenários simulados 1, 2 e 3.

Cenário	Mudança simulada	Critério afetado	Pontuação recebida
Cenário 1	não é realizada uma análise integrada dos dados de entrada	desenvolvimento de análise integrada	1
	não são apresentados indicadores, nem zonas ou unidades de área para fins de zoneamento	critérios relativos aos indicadores foram excluídos exceto a interpretabilidade	---
		interpretabilidade	1
		capacidade dos limites serem implementados e gerenciados	---
Cenário 2	os procedimentos e regras utilizados para as transformações e adequações necessárias à integração dos dados são apresentados	padronização dos dados	4
	a descrição do método é apresentada de forma clara e objetiva	clareza e objetividade do método	5
	o custo sofre um aumento	custo	3
	são incluídos indicadores referentes à ZA	abrangência geográfica dos indicadores	5
	o conjunto de indicadores é redefinido para atender aos objetivos do diagnóstico	representatividade dos indicadores	4
	são fornecidas referências para a distinção entre condições aceitáveis e críticas	interpretabilidade dos indicadores	4
Cenário 3	reduzem-se os levantamentos de campo para atualização dos dados e, com isso, reduz-se o prazo para elaboração do diagnóstico	exatidão temporal dos dados	3
		exatidão temporal dos indicadores	3
		prazo	3

Tabela 5.15. Matriz multicritério de avaliação para a análise dos cinco cenários simulados e do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB.

Critério (<i>i</i>)	Peso (w_i)		Pontuação (f_i)					
	Moda	Média	PNSB	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4	Cenário 5
Referentes aos dados de entrada								
1. confiabilidade	4	4,2	4	4	4	4	3	5
2. padronização	4	3,8	2	2	4	2	1	3
3. exatidão cartográfica e temática	4	3,6	1	1	1	1	1	2
4. conveniência de escalas	5	3,9	4	4	4	4	3	5
5. correspondência entre escalas	4	3,3	3	3	3	3	1	4
6. abrangência geográfica	5	3,9	4	4	4	4	3	5
7. exatidão temporal	3	3,1	5	5	5	3	4	5
8. capacidade de representar a evolução e dinâmica	2	2,8	3	3	3	3	2	4
9. representatividade dos temas	3	3,3	4	4	4	4	3	5
10.relevância	3	2,9	3	3	3	3	2	4
11.sensibilidade	2	2,4	3	3	3	3	2	5
Referentes aos métodos empregados								
12.clareza e objetividade	3	3,5	3	3	5	3	1	4
13.desenvolvimento de análise integrada	3	3,5	5	1	5	5	3	5
14.custo	5	3,4	5	5	3	5	5	1
15.prazo	4	3,4	2	2	2	3	5	1
16.recursos materiais	5	3,6	2	2	2	2	1	5
17.recursos humanos	5	3,6	5	5	5	5	2	5
Referentes aos indicadores elaborados								
18.precisão	4	3,1	1	---	1	1	1	2
19.exatidão cartográfica e temática	3	3,6	1	---	1	1	1	2
20.conveniência de escalas	5	4,1	5	---	5	5	4	5
21.abrangência geográfica	3	3,5	1	---	5	1	1	2
22.exatidão temporal	3	3,2	5	---	5	3	4	5
23.capacidade de representar a evolução e dinâmica	3	2,8	1	---	1	1	1	2
24.representatividade	3	3,1	2	---	4	2	1	3
25.relevância	2	2,6	4	---	4	4	3	5
26.sensibilidade	2	2,3	1	---	1	1	1	2
27.interpretabilidade	4	3,6	3	1	4	3	2	4
28.caráter prescritivo	4	2,9	5	---	5	5	2	5
Complementares								
29.capacidade dos limites serem implantados e gerenciados	3	3,4	5	---	5	5	4	5
30.acesso ao banco de dados	5	3,9	3	3	3	3	2	5

Tendo-se seis diferentes diagnósticos (o Plano de Manejo do PNSB e os cinco cenários), a melhor solução é aquela que apresenta a menor distância da *solução ideal*, sendo a distância calculada pela equação (2.1), considerando f_i^* e f_i' , respectivamente, os valores da melhor e pior pontuação obtida pelos seis diagnósticos analisados para o critério i . A equação para cálculo da distância padronizada (3.1) se manteve.

Como pode ser visto na Tabela 5.15, o cenário 1 não pôde ser avaliado para a maioria dos critérios relativos aos indicadores elaborados, uma vez que não foram apresentados indicadores. A ausência de valores associados a esses critérios não permitiu sua inclusão no cálculo da distância. Nesse caso, a análise dos diagnósticos foi feita considerando apenas os critérios que puderam ser avaliados²⁶. Os resultados são apresentados na Tabela 5.16.

Também foi feita a análise comparativa considerando todos os critérios, mas, nesse caso, calculou-se a distância excluindo o cenário 1. Os resultados são apresentados na Tabela 5.17.

²⁶ Os critérios excluídos foram os de número 18 a 26, 28 e 29, segundo numeração apresentada na Tabela 5.15.

Tabela 5.16. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para os cinco cenários simulados.

Diagnóstico	Critérios considerados	(lp)		
		ponderação segundo a		sem peso
		moda	média	
PNSB	todos	0,455	0,459	0,456
	referentes aos dados de entrada	0,521	0,521	0,515
	referentes aos métodos	0,330	0,332	0,333
	referentes aos indicadores	0,333	0,333	0,333
	complementares	0,667	0,667	0,667
Cenário 1	todos	0,533	0,549	0,544
	referentes aos dados de entrada	0,521	0,521	0,515
	referentes aos métodos	0,450	0,499	0,500
	referentes aos indicadores	1,000	1,000	1,000
	complementares	0,667	0,667	0,667
Cenário 2	todos	0,414	0,402	0,404
	referentes aos dados de entrada	0,453	0,452	0,455
	referentes aos métodos	0,370	0,331	0,333
	referentes aos indicadores	0,000	0,000	0,000
	complementares	0,667	0,667	0,667
Cenário 3	todos	0,483	0,493	0,496
	referentes aos dados de entrada	0,598	0,603	0,606
	referentes aos métodos	0,290	0,292	0,292
	referentes aos indicadores	0,333	0,333	0,333
	complementares	0,667	0,667	0,667
Cenário 4	todos	0,817	0,828	0,825
	referentes aos dados de entrada	0,962	0,959	0,955
	referentes aos métodos	0,580	0,591	0,583
	referentes aos indicadores	0,667	0,667	0,667
	complementares	1,000	1,000	1,000
Cenário 5	todos	0,152	0,136	0,136
	referentes aos dados de entrada	0,034	0,034	0,030
	referentes aos métodos	0,390	0,367	0,375
	referentes aos indicadores	0,000	0,000	0,000
	complementares	0,000	0,000	0,000

A distância padronizada foi calculada considerando três situações: sem a ponderação dos critérios e com a ponderação segundo a moda e a média dos pesos atribuídos pelos especialistas. Não foi utilizada a média expurgada pois, como visto no item 5.3.1, ela representa uma situação intermediária entre a moda e a média.

Os valores obtidos para a distância padronizada, apresentados na Tabela 5.16, mostram que, no contexto em que o método multicriterial foi aplicado, a atribuição de pesos não alterou significativamente o resultado. Ou seja, se colocarmos em ordem crescente as distâncias padronizadas calculadas para cada diagnóstico e conjunto de critérios, essa ordem não se modificou nas três situações. Uma única exceção foi observada para o conjunto de critérios relativos aos métodos, em que a distância padronizada calculada para o Plano de Manejo do PNSB e para o cenário 2 inverteram a posição quando comparados os resultados da ponderação pela moda e pela média. A distância calculada sem ponderação, nesse caso, apresentou valores iguais para o Plano de Manejo do PNSB e para o cenário 2. A diferença entre o Plano de Manejo e o cenário 2, em relação ao método, está na pontuação atribuída aos critérios clareza e objetividade e custo. O peso atribuído ao critério clareza e objetividade, segundo a média foi maior que o atribuído ao custo (3,5 e 3,4, respectivamente). No caso dos pesos segundo a moda, isso se inverteu, o critério clareza e objetividade recebeu peso menor que o custo (3 e 5, respectivamente).

Tabela 5.17. Distância padronizada calculada para o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para quatro cenários simulados.

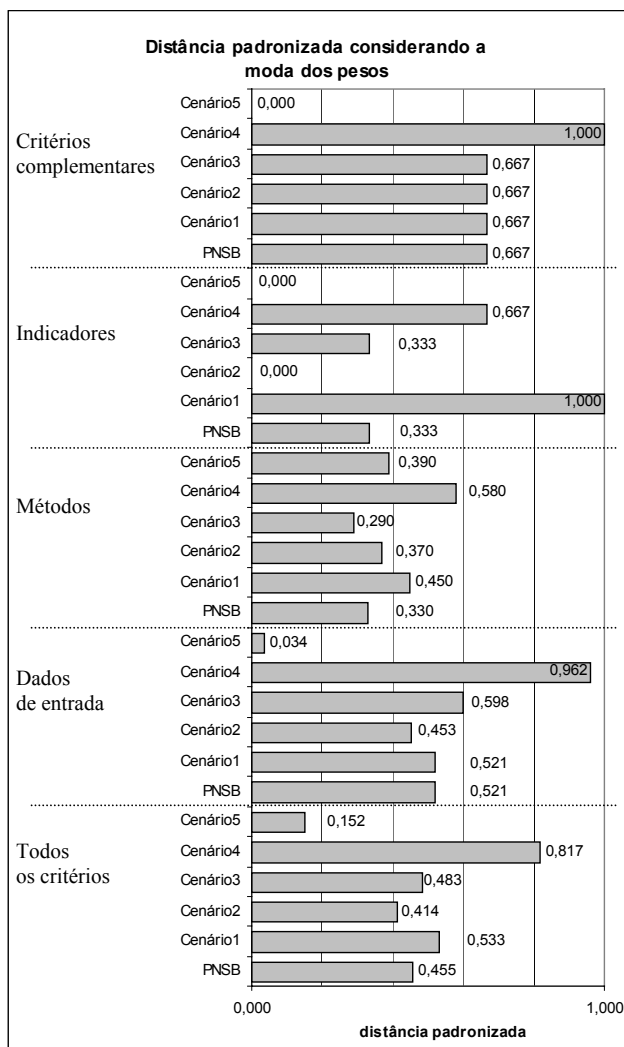
Diagnóstico	Critérios considerados	(lp)		
		ponderação segundo a		sem peso
		moda	média	
PNSB	todos	0,481	0,493	0,500
	referentes aos dados de entrada	0,521	0,521	0,515
	referentes aos métodos	0,330	0,332	0,333
	referentes aos indicadores	0,556	0,588	0,606
	complementares	0,417	0,359	0,333
Cenário 2	todos	0,400	0,394	0,406
	referentes aos dados de entrada	0,453	0,452	0,455
	referentes aos métodos	0,370	0,331	0,333
	referentes aos indicadores	0,361	0,376	0,409
	complementares	0,417	0,359	0,333
Cenário 3	todos	0,527	0,547	0,558
	referentes aos dados de entrada	0,598	0,603	0,606
	referentes aos métodos	0,290	0,292	0,292
	referentes aos indicadores	0,639	0,680	0,697
	complementares	0,417	0,359	0,333
Cenário 4	todos	0,889	0,901	0,900
	referentes aos dados de entrada	0,962	0,959	0,955
	referentes aos métodos	0,640	0,675	0,667
	referentes aos indicadores	0,958	0,954	0,955
	complementares	1,000	1,000	1,000
Cenário 5	todos	0,133	0,126	0,122
	referentes aos dados de entrada	0,034	0,034	0,030
	referentes aos métodos	0,390	0,367	0,375
	referentes aos indicadores	0,090	0,105	0,098
	complementares	0,000	0,000	0,000

Ao compararmos os resultados das Tabelas 5.16 e 5.17, verificamos que, embora os valores da distância padronizada tenham se modificado, não houve alteração na sua sequência. Ou seja, se colocarmos em ordem crescente as distâncias padronizadas calculadas para cada cenário e conjunto de critérios, essa ordem se manteve, com uma única diferença, a exclusão do cenário 1.

Na Figura 5.6, os resultados obtidos segundo a ponderação pela moda dos pesos são apresentados em gráfico, permitindo a visualização do desempenho dos diagnósticos ao se considerar todos os critérios e os critérios referentes aos dados, métodos, indicadores e

complementares. Os resultados se referem à distância padronizada para o Plano de Manejo do PNSB e os cinco cenários (a); e os resultados com a exclusão do cenário 1 (b).

a) Plano de Manejo do PNSB e cenários 1 a 5



b) Plano de Manejo do PNSB e cenários 2 a 5

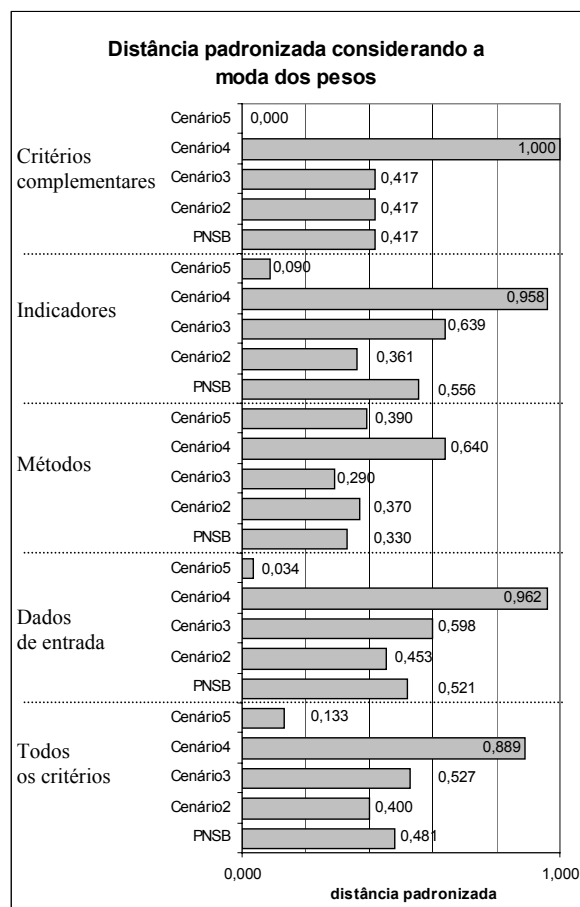


Figura 5.6. Distância padronizada para o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina e para a) cenários 1 a 5, b) cenários 2 a 5.

O cenário 5 apresentou os melhores resultados considerando todos os critérios e o conjunto de critérios relativo aos dados de entrada, indicadores e complementares. No caso do método, o cenário 3 apresentou melhor desempenho. Isso ocorreu principalmente devido ao

baixo desempenho dos critérios custo e prazo observados para o cenário 5, que o colocou em situação inferior ao 3. No cenário 5, a melhoria da qualidade dos dados de entrada, do método empregado e dos indicadores resultou nos aumentos do custo e prazo, ocorrendo uma queda na avaliação desses critérios, refletindo negativamente nas condições para a aplicação do método.

Em casos como esse, a aplicação do método multicriterial, pode indicar até que ponto é vantajoso o investimento para o aprimoramento dos dados, método e indicadores sem que o aumento de custo e prazo afete significativamente o desempenho do diagnóstico.

Os piores resultados da distância padronizada foram obtidos para o cenário 4. A única exceção ocorreu para os indicadores, cujo pior desempenho, como era esperado, foi observado para o cenário 1 (Figura 5.6.a), o qual não apresentou indicadores como resultado do diagnóstico.

Os resultados obtidos mostraram que o método multicriterial programação por compromisso respondeu de forma adequada aos diagnósticos comparados. A distância padronizada para o conjunto de critérios apresentou menor valor para a simulação do diagnóstico que reúne as melhores condições (cenário 5) e maior valor na simulação das piores condições (cenário 4).

Ao desconsiderarmos as situações extremas, representados pelos cenários 4 e 5, vemos que o desempenho dos demais diagnósticos variam para os diferentes conjuntos de critérios. Analisando o gráfico da Figura 5.6.a, observa-se que o diagnóstico 2 obteve melhor desempenho para os dados de entrada, indicadores e todos os critérios. Porém, para o método, o melhor desempenho foi obtido pelo cenário 3. No caso dos critérios complementares, o Plano de Manejo do PNSB e os cenários 1, 2 e 3 apresentaram o mesmo resultado.

A análise da distância padronizada calculada para os diversos conjuntos de critérios permitiu verificar quais os aspectos mais favoráveis e críticos do diagnóstico. No caso do cenário 3, por exemplo, embora ele tenha obtido o melhor desempenho para o método, seu desempenho total (considerando todos os critérios) foi inferior ao dos cenários 5, 2 e do Plano de Manejo do PNSB.

Esses resultados mostram que o cálculo da distância padronizada para todos os critérios, embora seja uma medida útil para a comparação entre os diagnósticos, pode ser complementado com o cálculo da distância padronizada para o conjunto de critérios relativos

aos dados de entrada, métodos e indicadores, permitindo a comparação entre os diagnósticos focada nesses conjuntos e permitindo verificar a sua influência no resultado final.

A distância calculada aqui - que, depois, é transformada em distância padronizada - é uma medida do desempenho de cada diagnóstico que considera o desempenho do conjunto de diagnósticos comparados, uma vez que ela se baseia na melhor e na pior pontuação referente a cada critério, observada nesse conjunto. Uma outra forma para medir o desempenho dos diagnósticos pode ser a partir da equação (5.1), a qual foi aplicada para a análise do desempenho do Plano de Manejo do PNSB (item 5.3.1). Nesse caso, o cálculo da distância não considera o conjunto de diagnósticos comparados, uma vez que a melhor e a pior pontuação para cada critério assumem valores constantes máximo e mínimo (iguais a 5 e 1, respectivamente). As distâncias padronizadas para o Plano de Manejo e para os cenários 2 a 5, obtidas a partir da distância calculada pela equação (5.1), são apresentados na Figura 5.7.

seqüência de ordenamento dos diagnósticos segundo os valores da distância padronizada. Esses resultados mostraram que a distância calculada pela equação (5.1) e depois padronizada apresenta respostas similares àquelas apresentadas anteriormente. Uma vantagem do emprego da equação (5.1) está nos casos em que se quer comparar e analisar o desempenho de diagnósticos para os quais a avaliação obtida em relação a alguns critérios não apresentam variação, ou seja, $f_i^* = f_i'$. Nesses casos, ao se aplicar a equação (2.1), tem-se $f_i^* - f_i' = 0$, tornando a equação sem solução. A equação (5.1) apresenta solução ao considerar $f_i^* - f_i' = 4$. A distância calculada, neste caso, pode ser utilizada como uma medida do desempenho do diagnóstico.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento realizado a partir dos diagnósticos descritos em onze relatórios de planejamento ambiental permitiu identificar as principais características dos dados utilizados, métodos empregados e indicadores elaborados, auxiliando na formulação da proposta de método para a análise de diagnóstico de planejamentos ambientais.

Os dados utilizados nesses diagnósticos se referem a diversos temas. Embora não seja justificada a seleção dos temas abordados e dos dados utilizados, observou-se que essa diversidade está associada principalmente às características da área de estudo, à disponibilidade de dados e ao procedimento metodológico adotado para a elaboração do diagnóstico. Os temas relacionados aos aspectos físicos, como geologia, geomorfologia e pedologia, juntamente com os temas vegetação, uso e ocupação da terras e atividades econômicas foram abordados em todos os diagnósticos. Foi possível observar que, nos diagnósticos analisados, esses temas são centrais, sendo usados para caracterizar o estado atual do ambiente e as pressões resultantes do uso das terras e das atividades econômicas.

A maioria dos diagnósticos (73%) utilizou dados espacializados no formato de mapas temáticos. A variação das escalas desses dados se deve, principalmente, à extensão da área de estudo - podendo se observar uma tendência em adotar maiores escalas para as menores áreas - e também à escala dos dados disponíveis.

Quanto aos métodos empregados nos diagnósticos, a maioria (82%) reuniu mais de uma abordagem, por exemplo, a sobreposição de cartas para a definição de unidades de área juntamente com o emprego de listagens para caracterizá-las e classificá-las. As abordagens empregadas com maior frequência foram a análise espacial (64%) e *ad hoc* (55%), seguidas de listagem (36%), matriz (18%), rede de interação (9%) e modelo de simulação (9%). Todos os

métodos que empregaram análise espacial o fizeram com base na sobreposição de cartas temáticas.

Seis relatórios (55%) citam que a análise de dados foi realizada por equipes multidisciplinares e, em alguns casos, em seminários e oficinas em que a participação foi ampliada (27%). Com exceção de dois diagnósticos que citam o uso de matrizes e redes para a sistematização das análises nas oficinas de planejamento, os procedimentos adotados pelas equipes multidisciplinares, em geral, não são apresentados. Observa-se, dessa forma, que os resultados obtidos estão bastante relacionados à composição da equipe técnica multidisciplinar, a qual foi responsável pela determinação dos dados a serem sobrepostos e dos procedimentos para sua análise. A subjetividade resultante desse processo é uma crítica constantemente feita aos métodos *ad hoc*, uma vez que seu desenvolvimento e os resultados obtidos dependem do grupo de pessoas envolvido.

Embora, o levantamento tenha permitido verificar a diversidade dos métodos empregados nos diagnósticos e o uso integrado de diversas abordagens, a descrição, nos relatórios, dos procedimentos adotados não se mostrou detalhada o suficiente - não apresentou com clareza todas as etapas para o desenvolvimento do método, os julgamentos e pressupostos envolvidos - de forma a permitir sua compreensão e reprodução.

A identificação de indicadores e sua caracterização segundo um modelo tridimensional, baseado no modelo proposto por Bakkes et al. (1994), auxiliou na compreensão dos resultados dos diagnósticos, permitindo verificar a abrangência da informação elaborada para atender aos três aspectos considerados: o propósito de uso, o tipo de informação expressa e as relações de causa e efeito.

Quanto ao propósito de uso, observou-se o predomínio de indicadores descritivos (89%). Esse resultado retrata bem as características dos diagnósticos estudados, os quais priorizaram a descrição dos principais elementos do meio para o conhecimento da situação ambiental da área de estudo. Os indicadores descritivos no processo de tomada de decisão têm um papel limitado uma vez que é necessária a interpretação e análise das informações expressas por eles para a definição de ações. Dessa forma, a ausência de indicadores prescritivos ou mesmo, seu reduzido número podem se constituir em uma limitação ao uso dos resultados de alguns diagnósticos para a tomada de decisão.

Quanto ao tipo de informação expressa pelos indicadores, observou-se o predomínio das informações para a caracterização ambiental, enfocando principalmente seus aspectos físicos. Embora o maior número de indicadores seja referente aos aspectos físicos, eles foram observados em um menor número de diagnósticos (55%) quando comparado ao número de diagnósticos que apresentaram indicadores do potencial ou restrições de uso (82%) e dos problemas e conflitos (73%). O predomínio de indicadores que expressam a caracterização dos diversos aspectos do ambiente também evidencia o tipo de resultado apresentado pelos diagnósticos analisados, em que foi priorizada a descrição dos temas analisados. Por outro lado, a maioria dos diagnósticos não se restringiu à descrição dos temas, apresentando informações integradas de síntese, nesses casos, na forma de indicadores do potencial ou restrições de uso e dos problemas e conflitos.

Quanto à classificação em pressão-estado-resposta, observou-se o predomínio de indicadores de estado, que ocorreram em todos os diagnósticos. Os indicadores de pressão foram observados em 82% dos diagnósticos e os indicadores de resposta, em um único diagnóstico. A ausência ou a pequena representatividade de indicadores de pressão podem se constituir em sérias restrições ao uso dos resultados do diagnóstico na tomada de decisão, uma vez que eles são essenciais à compreensão das ameaças ao ambiente, que podem resultar em alterações em seu estado. A ausência ou o pequeno número de indicadores de resposta, por sua vez, prejudica a compreensão das ações da sociedade, dificultando ou, até mesmo, impedindo que decisões sejam tomadas para a sua continuidade, fortalecimento ou reformulação diante do estado do ambiente e das pressões existentes.

Considerando que os aspectos abordados no modelo tridimensional devem ser retratados nos resultados dos diagnósticos, o emprego do modelo pode ser de grande utilidade para a seleção dos indicadores.

A revisão bibliográfica realizada com o objetivo de buscar critérios para a avaliação de diagnósticos evidenciou a escassez de propostas de avaliação tanto de diagnósticos como de planejamentos ambientais. O desenvolvimento do método proposto neste trabalho se apoiou na teoria sobre indicadores ambientais, a qual reúne critérios para a seleção de indicadores; na identificação de normas ou padrões sugeridos na literatura para o desenvolvimento de diagnósticos; e ainda, nos métodos multicriteriais de apoio à tomada de decisão.

O levantamento realizado resultou na proposição do método para a análise de diagnóstico de planejamento ambiental que envolveu a definição de critérios, sua avaliação, ponderação e análise conjunta. Os critérios, em um total de 30, são aplicados para a avaliação do conjunto de dados de entrada (11 critérios), dos métodos empregados (6), dos indicadores elaborados (11), e ainda de dois aspectos complementares. As regras para a avaliação se basearam na forma como esses critérios têm sido abordados em planejamentos ambientais.

A atribuição de pesos a cada critério foi realizada com base em uma consulta feita a especialistas por meio de um formulário, o qual foi respondido por 25% dos consultados. Algumas dúvidas e críticas ao formulário foram apresentadas pelos especialistas, principalmente associadas à sua grande extensão. Embora as dificuldades apresentadas possam ter sido responsáveis pelo pequeno retorno de questionários respondidos, as respostas obtidas permitiram a análise dos pesos atribuídos e sua aplicação ao método proposto.

A ponderação dos critérios envolveu dois aspectos: a importância do critério e a objetividade da avaliação proposta. Em geral, os critérios foram considerados importantes, porém a avaliação proposta, em alguns casos, foi julgada pouco objetiva. Isso era esperado uma vez que, para a maioria dos critérios, não há regras ou normas estabelecidas que permitam avaliações precisas. O que se busca com este trabalho é reduzir a subjetividade da avaliação, estabelecendo uma estratégia formal de análise, fundamentada no conhecimento de como estes critérios têm sido abordados em planejamentos realizados e na literatura correlata.

Embora a subjetividade da avaliação não possa ser completamente eliminada, seu efeito no resultado final da avaliação pôde ser minimizado mediante a inclusão da ponderação dos critérios segundo a objetividade da avaliação em conjunto com a importância do critério.

Ao atribuir pesos aos critérios, alguns especialistas que participaram da pesquisa observaram que os critérios são genéricos e sua importância depende do tipo de planejamento. Essa observação é válida uma vez que o método proposto foi desenvolvido com o objetivo de permitir o estabelecimento e a aplicação de uma estratégia formal de análise da etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais. Essa estratégia, para poder ser aplicada em condições diversas, teve que ser baseada em critérios genéricos, capazes de abranger essa diversidade. A aplicação do critério em um caso específico e sua importância depende do planejamento em questão. Para testar o método, foi realizada a consulta a especialistas de

forma a reunir diferentes pareceres e se obterem valores de referência. Os pesos finais obtidos são indicações e podem ser alterados visando adequá-los para os casos em que os avaliadores têm claras suas prioridades.

A aplicação da avaliação, considerando cada critério estabelecido, no estudo de caso – o diagnóstico do Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina - permitiu identificar vantagens e dificuldades para seu uso.

Uma vantagem está na realização de uma análise sistemática do conjunto de dados utilizados, dos métodos empregados e indicadores elaborados, permitindo identificar os pontos fortes e fracos do diagnóstico, ou o que pode ser aprimorado ou mantido considerando a continuidade do processo de planejamento. Embora no estudo de caso os critérios tenham sido aplicados a um diagnóstico finalizado, eles também podem ser utilizados para a elaboração de uma proposta de diagnóstico, servindo como um roteiro para a escolha dos dados e métodos a serem utilizados e indicadores a serem elaborados. Ou ainda, os critérios podem ser empregados para análise de diferentes propostas ou procedimentos para o desenvolvimento de um diagnóstico.

Dentre as dificuldades para a avaliação dos critérios, tem-se a subjetividade presente em algumas das regras estabelecidas, para as quais não há como obter uma avaliação precisa, baseada em normas ou padrões sugeridos na literatura. Uma sugestão para melhorar a qualidade dos resultados da análise é a sua realização por mais de uma pessoa, reunindo diferentes opiniões. Outra dificuldade encontrada foi a contabilidade dos dados. No caso do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB, foram contabilizados o que se julgou serem os principais tipos de dados. Com isso se evitou que fossem contados separadamente diversos parâmetros referentes a um tipo de dado ou provenientes do mesmo conjunto de variáveis.

A aplicação dos critérios para a análise do diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB permitiu ainda se fazer um refinamento na proposta inicial, sendo alterados cinco critérios. As alterações foram incluídas na proposição final do método apresentada no Apêndice 3.

A aplicação do método multicriterial programação por compromisso ao diagnóstico do Plano de Manejo do PNSB e aos cinco cenários simulados permitiu verificar que ele respondeu de forma adequada. Seus resultados para o conjunto de critérios, dados pela medida

da distância padronizada, apresentaram menor valor para a simulação do diagnóstico que reúne as melhores condições e maior valor para a simulação das piores condições.

Embora se perceba que os critérios têm importância diferenciada na análise do diagnóstico e que a objetividade das regras para avaliação também deve ter um peso na análise, no contexto em que o método multicriterial foi aplicado, a análise sem a atribuição de pesos e com a atribuição de pesos, sejam eles resultantes da moda ou da média, não alterou significativamente o resultado. Ou seja, ao se ordenar os diagnósticos segundo os valores das distâncias padronizadas, tem-se a mesma sequência nos três casos: sem peso, peso igual à média e igual à moda.

A medida da distância padronizada considerando todos os critérios recebe maior influência dos critérios relativos aos indicadores e aos dados de entrada em virtude destes serem mais numerosos que os critérios relativos aos métodos. Neste caso, admite-se que, em função do maior número de critérios a serem analisados para os dados de entrada e para os indicadores, eles devem ter maior peso no resultado final. Porém os resultados mostraram que o cálculo da distância padronizada para todos os critérios, embora seja uma medida útil para a análise e comparação entre os diagnósticos, ao ser complementada com o cálculo da distância padronizada para o conjunto de critérios relativos aos dados de entrada, métodos e indicadores permite a análise e comparação entre os diagnósticos focadas nesses conjuntos. Essa análise auxilia na identificação dos aspectos mais favoráveis ou críticos do diagnóstico e sua influência no resultado final. No caso de simulações, também pode auxiliar na identificação de aspectos que podem ser mantidos ou alterados e até que ponto essas alterações podem influir no desempenho final do diagnóstico.

Em síntese, o método proposto neste trabalho, baseado na definição de critérios que foram quantificados, ponderados e associados ao conjunto de dados utilizados, aos métodos empregados e aos indicadores elaborados, e na aplicação do método multicriterial programação por compromisso ao conjunto dos critérios, permitiu a análise do diagnóstico de um planejamento ambiental selecionado para o estudo de caso - o Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina - e ainda, apresentou respostas adequadas quando analisados cenários simulados. O método proposto auxilia na identificação de aspectos do diagnóstico

que podem ser alterados ou mantidos, ou ainda, até que ponto essas alterações influem em seu desempenho.

O método é uma primeira formulação para a análise da etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais e deve ser visto como uma ferramenta de auxílio ao planejador ou ao tomador de decisão. Sua aplicação pode resultar em alterações necessárias para adequá-lo a situações diversas, as quais, reunidas e sistematizadas podem contribuir com seu aprimoramento.

Considerando como um dos pontos fracos do método a subjetividade das regras para a avaliação dos critérios, verifica-se que é necessário estabelecer padrões de qualidade, preferencialmente que possam ser medidos, o que requer o desenvolvimento de pesquisas em planejamento ambiental que permitam avaliar de forma mais objetiva os dados de entrada utilizados, os métodos empregados e os indicadores elaborados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, Aziz Nacib; TUNDISI, José Galizia; FORNERIS, Liliana; MARINO, Marilza Cordeiro; ROCHA, Odete; TUNDISI, Takako; SCHAEFFER-NOVELLI, Yara; VUONO, Yara Strufaldi de; WATANABE, Shigueo, ed. **Glossário de Ecologia**. 2.ed. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1997. (Publicação ACIESP, 103).
- AGAR, Pilar Martin de; PABLO, Carlos L. de; PINEDA, Francisco D. Mapping the ecological structure of a territory: a case study in Madrid (Central Spain). **Environmental Management**, 19(3):345-357, May/Jun. 1995.
- ALEXANDER, E.R.; FALUDI, A. Planning and plan implementation: notes on evaluation criteria. **Environmental and Planning B: Planning and Design**, 16(2):127-140, Apr. 1989.
- ALMEIDA, Ribeiro de, coord.; ORSOLON, Ana Maria; MALHEIROS, Telma Marques; PEREIRA, Sônia Regina de Brito; AMARAL, Francisco; SILVA, Dalton Marcondes. **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio**. Rio de Janeiro: Thex, 1993.
- AMAPÁ. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA)/BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá**. Macapá: IEPA, 2002. <http://www.iepa.ap.gov.br/multimedia_zee.htm>, 15/01/2003.
- ANDERSON, James.R. Land-use classification schemes. **Photogrammetric Engineering**, 37(4):379-387, Apr. 1971.
- ANDREOLI, Cleverson Vítório; BRITO, Elisabeth do Nascimento; FERNANDES, Fernando; VEROCAI, Vera. Proposta preliminar de abordagem metodológica para análise de estudo de impactos ambientais. In: JUCHEM, Peno Ari, coord. **MAIA: manual de avaliação de impactos ambientais**. 3.ed. Convênio de Cooperação Técnica Brasil -Alemanha, Governo do Estado do Paraná. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Curitiba, 1999, 3150, p.1-16.

- ANGOLD, P.G.; GURNELL, A.M.; EDWARDS, P.J. Locational errors in maps from environmental surveys and their implications form information extraction. **Journal of Environmental Management**, 47(4):341-354, Aug. 1996.
- BAER, Willian C. General plan evaluation criteria: an approach to making better plans. **Journal of the American Planning Association**, 63(3):329-344, Summer 1997.
- BAKKES, J.A.; VAN DER BORN, G.J.; HELDER, J.C.; SWART, R.J.; HOPE, C.W.; PARKER, J.D.E. **An overview of environmental indicators**: state of the art and perspectives. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP)/Dutch National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), 1994. (UNEP/Environmental Assessment Technical Reports, 94-01; RIVM/402001001).
- BASTEDO, Jamie D.; NELSON, J.Gordon; THEBERGE, John B. Ecological approach to resource survey and planning for environmental significant areas: the ABC method. **Environmental Management**, 8(2):125-134, Mar./Apr. 1984.
- BECKER, Bertha K.; EGLER, Claudio A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 1997.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Trad. de O. Cruz. **Caderno de Ciências da Terra**, 15: 1-27, São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.
- BOJÓRQUEZ-TAPIA, Luis; ONGAY-DELHUMEAU, Enrique; EXCURRA, Exequiel. Multivariate approach for suitability assessment and environmental conflict resolution. **Journal of Environmental Management**, 41(3):187-198, Jul. 1994.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal)**. Brasília, 1997. 3v. v.1: Metodologia do Plano de Conservação para a Bacia do Alto Paraguai; v.2: Diagnóstico ambiental da Bacia do Alto Paraguai; v.3: Análise integrada e prognóstico da Bacia do Alto Paraguai.
- BUNCE, R.G.H.; BARR, C.J.; CLARKE, R.T.; HOWARD, D.C.; LANE, A.M.J. **Journal of Environmental Management**, 47(1):37-60, May 1996.

- BUTTERFIELD, Bart R.; CSUTI, Blair; SCOTT, J. MICHAEL. Modeling vertebrate distributions for GAP Analysis. In: MILLER, Ronald I., ed. **Mapping the diversity of nature**. London: Chapman & Hall, 1994. cap. 4, p.53-68.
- CRABTREE, Bob; BAYFIELD, Neil. Developing sustainable indicators for mountain ecosystems: a study of the Cairngorms, Scotland. **Journal of Environmental Management**, 52(1):1-14, Jan. 1998.
- CAIRNS JR., John; McCORMICK, Paul V.; NIEDERLEHNER, B.R. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, 263(1):1-44, 1993.
- CALVO, José F.; PALÁZON, José A.; ESTEVE, Miguel A.; SUÁREZ, María L.; TORRES, A.; VIDAL-ABARCA, María R.; RAMÍREZ-DÍAS, Luis. The use of multivariate analysis for the ecological characterization of landscape: the Mula river watershed, South-east Spain. **Journal of Environmental Management**, 34(4), 297-308, Apr. 1992.
- CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, Eduardo D.; SANO, E.E., eds. **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC, 1998. cap. 1, p. 3-11.
- CARPENTER, Richard A. Using ecological knowledge for development planning. **Environmental Management**, 4(1):13-20, Jan./Feb. 1980.
- CASAS, A.F. **Analises de las concepciones metodologicas en evaluación de impacto ambiental para su aplicación en ecossistemas tropicales**. Valencia: Universitat de Valencia, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- CONYERS, Diana; HILLS, Peter. **An introduction to development planning in the third world**. New York: John Wiley & Sons, 1984. (Public Administration in Developing Countries).
- CORNFORTH, I.S. Selecting indicators for assessing sustainable land management. **Journal of Environmental Management**, 56(3):173-179, Jul. 1999.
- CRABTREE, Bob; BAYFIELD, Neil. Developing sustainable indicators for mountain ecosystems: a study of the Cairngorms, Scotland. **Journal of Environmental Management**, 52(1):1-14, Jan. 1998.

- DALE, Virginia H.; BEYELER, Suzanne, C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, 1(1):3-10, Aug. 2001.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). **ZOPP**: planejamento de projetos orientado por objetivos: um guia de orientação para o planejamento de projetos novos e em andamento. Eschborn, República Federal da Alemanha, 1998. (Questões Fundamentais do Desenvolvimento Empresarial, unidade 04). <http://www.gtz.de/pcm/download/portug/zopp_p.pdf>, 29/11/2002.
- DEVELOPMENT WATCH. **Monitoring progress on sustainable development**: sustainable development indicators. <<http://www.undp.org/devwatch/indicatr.htm>>, 09/04/1999.
- FARIAS, Ignacio Claver, coord. **Guia para la elaboracion de estudios del medio fisico**: contenido y metodologia. 2.ed. Madrid: Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente (CEOTMA), 1984. (Serie Manuales, 3).
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- FIDALGO, Elaine Cristina Cardoso. **Exatidão no processo de mapeamento temático da vegetação de uma área de Mata Atlântica no Estado de São Paulo, a partir de imagens TM-LANDSAT**. São José dos Campos, 1995. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisas Espaciais, 1995. (INPE-5944-TDI/570).
- FILET, Martinus. Análise de capacidade de suporte ambiental: um estudo de caso. In: TAU-K-TORNISIELO, Sâmia Maria; GOBBI, Nivar; FORESTI, Celina; LIMA, Solange Terezinha de. **Análise ambiental**: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf, 1995. cap. 2D, p. 73-76.
- FRANK, Beate. **Uma abordagem para o gerenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí com ênfase no problema das enchentes**. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- FRIEDMANN, John. **Planning in the public domain**: from knowledge to action. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1987.
- FUNDAÇÃO DE APOIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (FUSP). **Plano da Bacia do Alto Tietê**: relatório da situação dos recursos hídricos: revisão II. São Paulo, outubro de 2000. CD ROM. (Trabalho contratado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê).

- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995**. São Paulo, 1998.
- GALLOPIN, Gilberto C. Situational indicators. In: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S.; MATRAVERS, R., eds. **Sustainability indicators: a report on the Project on Indicators of Sustainable Development**. 1997. cap. 1, Box 1G. (SCOPE, 58). <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope58/box1g.html>>, 10/11/2002.
- GILPIN, Alan. **Environmental Impact Assessment (EIA): cutting edge for the twenty-first century**. Cambridge: Cambridge University, 1995. cap. 5, p. 74-90.
- GIULIANO, Genevieve. A multicriteria method for transportation investment planning. **Transportation Research A**, 19A(1):29-41, Feb. 1985.
- GOUGH, Janet D; WARD, Jonet C. Environmental decision-making and lake management. **Journal of Environmental Management**, 48(1):1-15, Sep. 1996.
- GOUZEE, Nadine; MAZIIN, Bernard; BILLHARZ, Suzan. **Indicators of sustainable development for decision-making**. Federal Planning Office of Belgium, 1995. (Report of the Workshop of Ghent, Belgium, Jan. 9-11, 1995).
- HAMMOND, Allen; ADRIAANSE, Albert; RODENBURG, Eric; BRYANT, Dirk; WOODWARD, Richard. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. World Resources Institute, 1995.
- HEINEMANN, Dennis; HIGGINS, John; McALPINE, Geoff; RAISON, John; Ryan, Sarah; SAUNDERS, Denis. **A guidebook to environmental indicators**. CSIRO, Australia, 1999. <<http://www.csiro.au/csiro/envind/code/pages/20.htm>>, 08/05/2000.
- HIRVONEN, Harry. The development of regional scale ecological indicators: a Canadian approach. In: MCKENZIE, D.H.; HYATT, D.E.; MCDONALD, V.J. **Ecological Indicators**. London: Chapman & Hall, 1992. cap. 51, p. 901-915.
- HOCKINGS, Marc. Evaluating management of protected areas: integrated planning and evaluation. **Environmental Management**, 22(3):337-345, May/Jun. 1998.

- HOCKINGS, Marc; STOLTON, Sue; DUDLEY, Nigel. **Evaluating effectiveness: a framework for assessing the management of protected areas**. Cambridge: IUCN-The World Conservation Union, 2000. (Best Practice Protected Area Guidelines Series, 6, World Commission on Protected Areas).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2002**. Rio de Janeiro, 2002. (Série Estudos e Pesquisa. Informação Geográfica, 2).
- INSTITUTO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA)/FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ (FUPEF). **Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu**. Brasília: DIREC/IBAMA, 2000. CD-ROM.
<http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/planos_de_manejo/1002/html/index.htm>, 05/12/2002.
- INSTITUTO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Plano de Manejo da Reserva Biológica de UNA, BA**. 2001a.
<http://www2.ibama.gov.br/unidades/biolog/planos_de_manejo/2006/html/index.htm>, 21/05/2001.
- _____. **Plano de Manejo Parque Nacional da Serra da Bocaina**. 2001b.
<http://www2.ibama.gov.br/unidades/parques/planos_de_manejo/1023/index.htm>, 12/12/2002.
- _____. **Roteiro metodológico de planejamento: parque nacional, reserva biológica, estação ecológica**. Brasília. 2002.
- JORGENSEN, Sven Erik. Environmental management modelling. In: HANSEN, P.E.; JORGENSEN, S.E., eds. **Introduction to environmental management**. Amsterdam: Elsevier, 1991. cap. 13, p.377-395. (Developments in Environmental Modelling, 18).
- JUCHEM, Peno Ari. Projetos de aproveitamento hidrelétrico. In: JUCHEM, Peno Ari, coord. **MAIA: manual de avaliação de impactos ambientais**. 3.ed. Convênio de Cooperação Técnica Brasil -Alemanha, Governo do Estado do Paraná. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Curitiba, 1999, 7010.

- KLIJN, Franz, ed. **Ecosystem classification for environmental management**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. (Ecology & Environment, v.2)
- KURTZ, Janis C.; JACKSON, Laura E.; FISHER, William S. Strategies for evaluating indicators based on guidelines from the Environmental Agency's Office of Research and Development. **Ecological Indicators**, 1(1):49-60, Aug. 2001.
- LANE, A.M.J. The U.K. Environmental Change Network Database: an integrated information resource for long-term monitoring and research. **Journal of Environmental Management**, 51(1):87-105, Sep. 1997.
- MACLAREN, Virginia W. Urban sustainability reporting. **APA Journal**, 62(2):184-202, Spring, 1996.
- MENEZES, Edilene Oliveira de; JESUS, Fábio de; BESERRA, Margarene Maria Lima; CASES, Olatz; SAILE, Peter. **Roteiro metodológico para o planejamento de unidades de conservação de uso indireto**. 1996. <<http://www2.ibama.gov.br/unidades/guiadechefe/guia/anexos/anexo2>>, 02/06/2002.
- METZGER, Jean Paul. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **An. Acad. Bras. Ci.**, 71(3-I): 445-463, 1999.
- METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, 1(1/2):1-9, dez. 2001
- MILLER, Ronald I. Setting the scene. In: _____ ed. **Mapping the diversity of nature**. London: Chapman & Hall, 1994. cap. 1, p.3-17.
- MORAES, Antonio Carlos Robert. **Geografia: pequena história crítica**. 15.ed. São Paulo: Hucitec. 1997.
- MOREIRA, Iara Verocai Dias. Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA). In: JUCHEM, Peno Ari, coord. **MAIA: manual de avaliação de impactos ambientais**. 1.ed. Convênio de Cooperação Técnica Brasil -Alemanha, Governo do Estado do Paraná. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Curitiba, 1992, 3100, p.1-35.
- MOREIRA, Hilton Lenzi, coord. **Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás: Região Nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE-Divisão de Geociências do Centro-Oeste, 1995. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 3).

- NOU, Edla Augusta Valença; COSTA, Nelson Lara da, coords. **Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco: Sub-Bacias do Oeste Baiano e Sobradinho**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 2).
- ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Trad. de Christopher J. Tribe. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1988. Inglês.
- ODUM, Horward T. *Environment, power and society*. New York: Wiley-Interscience, 1971.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), ed. **Environmental indicators**. Paris, 1994.
- _____. ed. **Towards sustainable development: environmental indicators**. Paris, 1998.
- ORTOLANO, L. **Environmental planning and decision making**. New York: John Wiley & Sons, 1984.
- PABLO, C.L.; AGAR, P. Martin de.; BARTUREN, R.; NICOLAS, J.P.; PINEDA, F.D. Design of na information system for environmental planning and management (SIPA). **Journal of Environmental Management**, 40(3):231-243, Mar. 1994.
- PEDREIRA, Bernadete da Conceição Carvalho Gomes. **Planejamentos ambientais e apropriação de escalas para mapeamentos de cobertura vegetal**. Campinas, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1998.
- PETAK, William J. *Environmental planning and management: the need for na integrative perspective*. **Environmental Management**, 4(4):287-295, Jul./Aug. 1980.
- PIVELLO, Vânia R. *Sistemas especialistas e o manejo ambiental*. **Ambiente**, 5(1):52-57, 1991.
- _____. **Planejamento ambiental**. São Paulo: Instituto de Biociências-USP, 1998. (Conjunto de transparências apresentado na disciplina BIE 5762).
- PRADO, Hélio do. **Manual de classificação de solos do Brasil**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1996.
- PRIMDAHL, Jorgen. *Countryside planning*. In: HANSEN, P.E.; JORGENSEN, S.E., eds. **Introduction to environmental management**. Amsterdam, Elsevier, 1991. cap. 8, p.275-300. (Developments in Environmental Modelling, 18).

- QUEIROZ, Sandra Mara Pereira. Avaliação de impactos ambientais: conceitos, definições e objetivos. In: JUCHEM, Peno Ari, coord. **MAIA: manual de avaliação de impactos ambientais**. 1.ed. Convênio de Cooperação Técnica Brasil -Alemanha, Governo do Estado do Paraná. Secretaria Especial do Meio Ambiente. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Curitiba, 1992, 0310, p.1-11.
- RANIERI, Simone B. L. **Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistemas de informação geográficas (SIG)**. São Carlos, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia, USP, 1996.
- ROCHA, Jansle Viera; LAMPARELLI, Rubens A.; WEILL, Mara de Andrade Marinho. **Diagnóstico do meio físico e estabelecimento de diretrizes para o controle de erosão na Bacia do Rio Mogi Guaçu**. Relatório Técnico do Projeto do Convênio FUNCAMP/BANESPA/FEHIDRO/CBH-Mogi. Campinas: UNICAMP, 2000.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, 9:65-75, 1995.
- _____. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. 4.ed. São Paulo: Contexto, 1997. (Coleção Repensando a Geografia).
- _____. Dez anos de zoneamento: avaliação crítica. In: Workshop Dez Anos do Programa Zoneamento Ecológico (ZEE) no Brasil: avaliação e perspectivas, 2001, Brasília. **ZEE**. Brasília: SDS/MMA, 2001. CD-ROM.
- SÁNCHEZ, Roberto O. **Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal: zoneamento agroecológico**. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1991.
- _____. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso: ordenamento ecológico-paisagístico do meio natural e rural**. Cuiabá: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1992.
- SANTOS, Rozely .Ferreira dos. **Planejamento ambiental**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil-Unicamp, 1995. (Apostila da disciplina IC-755 Planejamento Ambiental).

- SANTOS, Rozely .Ferreira dos; CARVALHAIS, Helder Bicalho; PIRES, Fátima. Planejamento ambiental e sistemas de informações geográficas. **Caderno de Informações Geográficas - CIG**, 1(2), 1998. <<http://orion.cpa.unicamp.br/cigv1n2a2.html>>.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente (SMA). **Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia: Plano de Gerenciamento Costeiro**. São Paulo, 1990. (cópia do relatório fornecida pela Divisão de Planejamento do Litoral da Secretaria do Meio Ambiente).
- _____. Secretaria do Meio Ambiente (SMA). Fundação para a Conservação e Produção Florestal. **Parque Estadual Intervales: Plano de Gestão Ambiental - Fase 1**. São Paulo: SMA, 1998.
- SCOTT, J. Michael; CSUTI, Blair; CAICCO, Steven. Gap analysis: assessing protection needs. In: Hudson, W.E., ed. **Landscape linkages and biodiversity**. Washington: Island Press, 1991. cap. 1, p.15-26.
- SECRETARIA DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL/MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (SDS/MMA). **Programa Zoneamento-Ecológico**: diretrizes metodológicas para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil. Brasília, 2001a.
- _____. Workshop Dez Anos do Programa Zoneamento Ecológico (ZEE) no Brasil: avaliação e perspectivas, 2001, Brasília. **ZEE**. Brasília, 2001b. CD-ROM.
- SELMAN, P.; DOAR, N. An investigation of the potencial for landscape ecology to act as a basis for rural land use plans. **Journal of Environmental Management**, 35: 281-299, 1992.
- SHOPLEY, J.B.; FUGGLE, R.F. A comprehensive review of current environmental impact assessment methods and techniques. **Journal of Environmental Management**, 18:25-47, 1984.
- SILVA, João dos Santos Vila da. **Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal: maciço do Urucum e adjacências**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
- SLOCOMBE, D.Scott. Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development. **Environmental Management**, 17(3): 289-303, May/Jun. 1993.

- SMEETS, Edith; WETERINGS, Rob. **Environmental indicators: typology and overview**. Copenhagen: European Environment Agency, 1999. (Technical report, 25).
- SMITH, C.S.; MCDONALD, G.T. Assessing the sustainability of agriculture at the planning stage. **Journal of Environmental Management**, 52(1):15-37, Jan. 1998.
- SOTCHAVA, V.B. O estudo de geossistemas. **Métodos em questão**, 16:1-52, São Paulo: IG-USP, 1977.
- SPELLERBERG, Ian F. **Evaluation and assessment for conservation: ecological guidelines for determining priorities for nature conservation**. London: Chapman & Hall, 1992.
- STIRLING, Andrew. The appraisal of sustainability: some problems and possible responses. **Local Environment**, 4(2):111-131, 1999.
- TOMMASI, Luiz.Roberto. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB/Terragraph Artes e Informática, 1994.
- TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.
- TRICART, Jean; KIEWIETDEJONGE, Conrad. **Ecogeography and rural management: a contribution to the International Geosphere-Biosphere Programme**. London: Longman, 1992.
- TURNER, Monica G.; GARDNER, Robert H. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In: _____ eds. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. New York: Springer-Verlag, 1991. cap. 1, p.3-14. (Ecological Studies, 82).
- UNITED KINGDOM. **Quality of life counts**. 2001. <<http://www.sustainable-development.gov.uk/sustainable/quality99/>>, 19/11/2001.
- UNITED NATIONS. COMMISSION ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. [2001]. <<http://www.un.org/esa/sustdev/isd.htm>>, 11/11/2002.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED). **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992. (Versão eletrônica 1.1. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Conceptual framework to support development and use of environmental information in decision-making**. Washington, DC, 1995. (EPA-239-R-95-012).

- VOOGD, Henk. **Multicriteria evaluation for urban and regional planning**. London: Pion, 1983.
- WALZ, Rainer. Development of environmental indicator systems: experiences from Germany. **Environmental Management**, 25(6):613-623, Jun. 2000.
- WATSON, A.I.; VAUGHAN, R.A.; POWELL, M. Classification using the watershed method. **International Journal of Remote Sensing**, 13(10):1881-1890, Jul. 1992
- WESTMAN, W.E. Ecology, impact assessment, and environmental planning. New York: John Wiley & Sons, 1985.
- WINOGRAD, Manuel. **Marco conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para la toma de decisiones en Latinoamerica y el Caribe**. Cali, 1995. <http://www.ciat.cgiar.org/indicators/unepciat/paper.htm>>, 16/04/1999.
- WINOGRAD, Manuel; URIB, Francisco, coords. **Desarrollo y uso de indicadores ambientales para la planificación y la toma de decisiones en la corporación autónoma regional del Risaralda: marco conceptual y aplicación**. Cali, 1996. <<http://www.ciat.org/indicators/txtonly/unepciat/carder.htm>>, 18/04/2000.
- WORLD BANK. **Expanding the measure of wealth**. Washington, 1997. (Environmentally sustainable development studies and monographs series, 17).
- WORLD ECONOMIC FORUM. **2001 environmental sustainability index**. 2001. <<http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI>>, 03/12/2001.
- WRIGHT, Jeff R.; WIGGINGS, L.L.; JAIN, R.K.; KIM, T.J., eds. **Expert systems in environmental planning**. Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- YU, P.L. A class of solutions for group decision problems. **Management Science**, 19(8):936-946, Apr. 1973.
- YU, Chang-Ching; QUINN, John T.; DUFOURNAUD, Christian M.; HARRINGTON, Joseph J.; LOHANI, Bindu N. Effective dimensionality of environmental indicators: a principal component analysis with bootstrap confidence intervals. **Journal of Environmental Management**, 53(1):101-119, May 1998.
- ZONNEVELD, Isaak S. The land unit: a fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, 3(2):67-86, 1989.

- _____. Scope and concepts of landscape ecology as an emerging science. In:
ZONNEVELD, Isaak S.; FORMAN, Richard T.T., eds. **Changing landscapes: an
ecological perspective**. New York: Springer-Verlag, 1990. cap. 1, p.3-20.
- ZUFFO, Antônio Carlos. **Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento
ambiental de recursos hídricos**. São Carlos, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia
Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo, 1998.

APÊNDICE 1

Arquivo:

- apendice1.doc. Formulário enviado a especialistas em planejamento ambiental contendo a proposta de avaliação para cada critério e campos para preenchimento dos pesos referentes à sua importância e objetividade de avaliação.

(ARQUIVO DIGITAL EM CD)

APÊNDICE 3

Arquivos:

- apendice3.doc. Proposta final contendo os critérios e as regras para avaliação dos dados de entrada utilizados, dos métodos empregados e dos indicadores elaborados
- apendice3.xls. Formulário eletrônico para a análise de diagnósticos baseada no método proposto neste trabalho.

(ARQUIVO DIGITAL EM CD)

Apêndice 2

Descrição e caracterização dos indicadores elaborados nos diagnósticos ambientais analisados.

1. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia							
Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de gerenciamento costeiro							
Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	p/e/r	d/p	Categoria (tipo de informação expressa)
carta do potencial agrícola-extrativo	carta 1:50.000	tipo de zona	zonas definidas segundo o uso proposto		e	p	potencial ou restrição de uso
		capacidade de uso do solo	classes atribuídas a cada zona		e	d	potencial ou restrição de uso
		aptidão agrícola	classes atribuídas a cada zona		e	d	potencial ou restrição de uso
carta do potencial aquícola-pesqueiro	carta 1:50.000	tipo de área	classes: áreas vitais, de importância ambiental, de desenvolvimento e de controle ou tampão	objetivos propostos ao manejo, características relevantes	e	p	potencial ou restrição de uso
carta do potencial mineral	carta 1:50.000	potencial mineral	classes: alto, médio ou baixo, atribuídas a cada unidade de área mapeada, para os 5 bens minerais que ocorrem na região		e	d	potencial ou restrição de uso
		impactos	impactos da atividade nas etapas de prospecção e pesquisa, lavra e beneficiamento e transporte	medidas mitigadoras propostas	p	d	problemas e conflitos

p/e/r: pressão, estado ou resposta

d/p: descritivo ou prescritivo

1. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de gerenciamento costeiro

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta do potencial para o turismo e lazer	carta 1:50.000	atrativos	localização dos atrativos turísticos naturais, culturais e históricos	descrição	e	d	potencial ou restrição de uso
		loteamentos	localização, situação (implantado ou não, aprovado ou não, ocupado ou não) e densidade de ocupação (rarefeita, densa)		p	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		infra-estrutura viária disponível	localização da infra-estrutura viária	pavimentação das estradas	e	d	potencial ou restrição de uso
		abrangência de abastecimento de água	locais atendidos		e	d	potencial ou restrição de uso
		abrangência de coleta de esgoto e lixo	locais atendidos	locais de lançamento	e	d	potencial ou restrição de uso
		número de hotéis, leitos e apartamentos para hospedagem	por município		e	d	potencial ou restrição de uso

1. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de gerenciamento costeiro

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta geológica-geotécnica de aptidão à ocupação	carta 1:50.000	tipo de agrupamento geotécnico	agrupamentos geotécnicos dados por associações de classes geomorfológicas, geológicas e pedológicas	recomendações e restrições ao uso	e	d	potencial ou restrição de uso
		dinâmica superficial	ocorrência de erosão, sedimentação, rastejo, acúmulo de matéria orgânica etc. em cada agrupamento geotécnico		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipo de vegetação	tipo predominante em cada agrupamento geotécnico	descrição da vegetação e fauna	e	d	caracterização dos aspectos biológicos
		uso e ocupação	principais tipos de uso e ocupação de cada agrupamento geotécnico		e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		disponibilidade de água para abastecimento	classes atribuídas a cada agrupamento geotécnico: boa, possível, razoável, problemática, impraticável, não recomendada		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		qualificação para a aptidão	classes atribuídas a cada agrupamento geotécnico: boa, medianamente boa, regular, medianamente ruim e ruim	indicadores que compõem a qualificação geral ^(a) ; qualificação e descrição	e	d	potencial ou restrição de uso
carta de dinâmica dos ecossistemas	carta 1:50.000	tipo de zona	classificação segundo o ecossistema e subsistema	descrição dos aspectos físicos e biológicos	e	d	caracterização dos aspectos físicos e biológicos

(a) Os indicadores associados são: declividade, capacidade de suporte, instabilidade natural, erodibilidade, permeabilidade, dinâmica do lençol freático, infiltrabilidade, inundabilidade, necessidade de aterros, disponibilidade de material para aterros, disponibilidade de argila para construção, areia, material pétreo, cortes e escavações, aterros, fundações.

1. Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de gerenciamento costeiro

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta de dinâmica sócio-econômica	carta 1:50.000	ocorrência de equipamentos e serviços públicos	(escolas, saúde, luz, água) disponíveis por unidade homogênea		e	d	caracterização dos aspectos sociais
		número de núcleos populacionais	dado por unidade homogênea		e	d	caracterização dos aspectos sociais
		situação fundiária	dado por unidade homogênea		e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		principais atividades	dado por unidade homogênea	caracterização das atividades e tipo de intervenção no ambiente	e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
macrozoneamento	carta 1:50.000	tipo de unidade do macrozoneamento	classes: unidades agrícolas, extrativas, minerárias, urbanas, turísticas e de preservação	descrição das características ambientais, sócio-econômicas, propostas de uso e recomendações para cada zona	e	p	potencial ou restrição de uso

2.Ordenamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso

Objetivo: elaborar o zoneamento e contribuir para o ordenamento territorial

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
zoneamento	carta 1:1.000.000	tipo de paisagem ou eco-região	identificação das unidades de paisagem com denominação dada segundo o tipo de relevo e vegetação		e	d	caracterização dos aspectos físicos e biológicos
		precipitação	total anual		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		déficit hídrico	em número de meses		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipo de solo			e	d	caracterização dos aspectos físicos
		sistemas agroecológicos de ocupação (SAO)	identificação dos SAOs apropriados para cada paisagem delimitada		e	p	potencial ou restrição de uso

3.Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco

Objetivo: zoneamento ambiental, baseado na qualidade ambiental, como instrumento de gestão territorial e ambiental

Produto	Espaciali-zação	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
mapa de sistemas ambientais	carta 1:500.000	qualidade ambiental	classes atribuídas a cada sistema ambiental: estabilizado, derivado, desestabilizado e degradado		e	d	problemas e conflitos
		problemas e conflitos	das áreas rurais e urbanas de cada sistema ambiental		p	d	problemas e conflitos
		impactos das ações antrópicas	cita os tipos de impactos gerados por ações antrópicas na área de estudo	descrição das ações que geram impactos	p	d	problemas e conflitos
		categorais ecodinâmicas	classes: ambiente de transição, instáveis, fortemente instáveis		e	d	fragilidade

4. Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás

Objetivo: elaborar o zoneamento visando fornecer subsídios para uma política de ocupação territorial

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
zoneamento do potencial geoambiental	carta 1:500.000	potencial mineral	ocorrências minerais por geossistema		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		unidades geológicas	presentes em cada geossistema	descrição	e	d	caracterização dos aspectos físicos
		formas de relevo	presentes em cada geossistema	descrição	e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipos de solos	presentes em cada geossistema	descrição	e	d	caracterização dos aspectos físicos
		fitofisionomias	presentes em cada geossistema	descrição	e	d	caracterização dos aspectos biológicos
		usos predominantes	em cada geossistema	descrição	e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
zoneamento agroecológico	carta 1:500.000	tipo de área	classes definidas segundo o uso recomendado: atividades agrícolas, conservação e preservação	descrição de aspectos físicos, biológicos, de uso atual e recomendações de uso para cada unidade de zoneamento	e	p	potencial ou restrição de uso
carta de qualidade ambiental	carta 1:500.000	qualidade ambiental	classes atribuídas às áreas: estável, alerta e crítica		e	d	problemas e conflitos
	carta 1:500.000	impactos ambientais	localização dos locais de concentração de impactos		p	d	problemas e conflitos
	carta 1:500.000	uso dos recursos	localização dos locais de concentração		p	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras

5.Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de conservação como subsídios ao gerenciamento da bacia

Produto	Espaciali- zação	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
mapa das fragilidades portenciais e impactos ambientais	carta 1:250.000	fragilidade potencial	espacialização dos locais de fragilidade potencial	descrição da fragilidade potencial	e	d	fragilidade
		impactos ambientais	espacialização dos impactos ambientais	caracterização dos impactos e suas causas	p	d	problemas e conflitos
mapa das unidades ambientais naturais	carta 1:250.000	litologias	presentes em cada unidade ambiental natural		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		formas de relevo	presentes em cada unidade ambiental natural		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipos de solos	presentes em cada unidade ambiental natural	solos em que ocorrem inundações	e	d	caracterização dos aspectos físicos
		fitofisionomias identificadas e fisionomia dominante	em unidade ambiental natural - a fisionomia dominante pode ser dada por um tipo de uso		e	d	caracterização dos aspectos biológicos

5.Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de conservação como subsídios ao gerenciamento da bacia

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
zoneamento ambiental	carta 1:250.000	principais problemas	principais problemas que demandam ações corretivas, de incentivo ao desenvolvimento sustentável e de articulação político-institucional (não especializado)		p	d	problemas e conflitos
		solos predominantes	em cada unidade de área		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipos de vegetação	presentes em cada unidade de área		e	d	caracterização dos aspectos biológicos
		atividades econômicas predominantes	em cada unidade de área		e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		atividades potenciais	para cada unidade de área		e	p	potencial ou restrição de uso
		características especiais	unidades de área que apresentam: áreas inundáveis, áreas de recarga de aquíferos, espécies endêmicas da fauna ou flora, áreas de reprodução de espécies da fauna, unidades de conservação, áreas indígenas, sítios arqueológicos.		e	d	fragilidade

6.Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual Intervales

Objetivo: elaborar o zoneamento e o plano de gestão ambiental da unidade de conservação

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)	
zoneamento	carta - não cita escala e apresenta mapa reduzido em escala aproximada 1:170.000	tipo de zona	zonas de preservação, recuperação e uso especial	uso permitido e recomendações	e	e	p	potencial ou restrição de uso
		formas de relevo	descrição por zona		e		d	caracterização dos aspectos físicos
		dinâmica superficial	por zona		e		d	caracterização dos aspectos físicos
		declividade	por zona		e		d	caracterização dos aspectos físicos
		altitude	por zona		e		d	caracterização dos aspectos físicos
		densidade de drenagem	por zona		e		d	caracterização dos aspectos físicos
		fitofisionomia	por zona		e		d	caracterização dos aspectos biológicos
		nível de perturbação da vegetação	por zona		e		d	caracterização dos aspectos biológicos
		intervenções antrópicas ocorridas	intervenções em curso ou ocorridas no passado por zona		e		d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		principais conflitos para implantação do Parque	cita os principais conflitos existentes: problemas fundiários, extração do palmito, interesses e projetos minerários no entorno do Parque	caracterização dos conflitos	p		d	problemas e conflitos

7.Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá

Objetivo: elaborar o zoneamento como subsídio ao planejamento e gestão ambiental

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta de vulnerabilidade natural à erosão	carta 1:700.000	índice e grau de vulnerabilidade à erosão	índice de vulnerabilidade variando entre 1,4 e 2,9; classificado em graus de vulnerabilidade (alto, moderadamente alto, médio, moderadamente baixo e baixo)	descrição dos aspectos físicos e da vegetação	e	d	fragilidade
potencial natural	cartograma dos setores censitários	potencial natural	índices variando entre 1,0 (baixo) e 3,0 (alto), sendo atribuídas as classes: baixo, moderadamente baixo, médio, moderadamente alto e alto		e	d	potencial ou restrição de uso
potencial humano	cartograma dos setores censitários	potencial humano	idem anterior		e	d	potencial ou restrição de uso
potencial produtivo	cartograma dos setores censitários	potencial produtivo	idem anterior		e	d	potencial ou restrição de uso
potencial institucional	cartograma dos setores censitários	potencial institucional	idem anterior		e	d	potencial ou restrição de uso
carta de potencialidade social	carta 1:700.000	potencial social	índice composto pelos índices de potencial natural, humano, produtivo, institucional, apresentando valores entre 1,0 (baixo) e 3,0 (alto), sendo atribuídas as classes: baixo, moderadamente baixo, médio, moder. alto e alto	condição (rural ou urbana), distrito, valores dos indicadores: potencial natural, humano, produtivo e institucional	e	d	potencial ou restrição de uso

7. Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento como subsídio ao planejamento e gestão ambiental

Produto	Espaciali- zação	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta de subsídios à gestão do território	carta 1:700.000	categoria de zona e subzona	categorias: expansão produtiva, consolidação produtiva, conservação e recuperação	posição geográfica e/ou característica natural, forma de uso/situação fundiária, base institucional, principais rios, principais atividades produtivas, domínios naturais relevantes, recomendações de uso	e	p	potencial ou restrição de uso

8.Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal

Objetivo: elaborar o zoneamento como ferramenta planejamento e gerenciamento ambiental

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
mapa de aptidão agrícola	carta 1:100.000	aptidão agrícola	classes de aptidão sob 2 diferentes níveis de manejo		e	d	potencial ou restrição de uso
mapa de potencial erosivo	carta 1:100.000	potencial erosivo	classes de erodibilidade: muito forte, forte, forte a moderada, moderada, moderada a fraca, fraca e muito fraca; e classe de acumulação		e	d	fragilidade
		litologia	descrita para cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		densidade de drenagem	classes: muito alta, alta, alta a moderada, moderada, moderada a baixa , baixa e muito baixa; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		permeabilidade de drenagem	classes: muito alta, alta, alta a moderada, moderada, moderada a baixa , baixa e muito baixa; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		tipo de relevo	classes: escarpa, colina, tabuleiro, rampa, planície, planície inundada; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		declividade	classes: <2%, 2 a 5%, 5 a 10%, 10 a 20%, 20 a 40%, >40%; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		grau de coesão do litotipo	classes: coesivo, moderadamente coesivo e não coesivo; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos

8.Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento como ferramenta planejamento e gerenciamento ambiental

Produto	Espaciali- zação	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
mapa de potencial erosivo (continuação)	carta 1:100.000	estrutura - grau de fraturamento	classes: alto, moderado, fraco; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		estrutura - tropia	classes: multidirecional, tridirecional, bidirecional, unidirecional; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		morfodinâmica - grau de infiltração	classes: muito fraco, fraco, fraco a moderado, moderado, moderado a alto, alto, muito alto; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		morfodinâmica velocidade do escoamento	-muito rápido, rápido, rápido a médio, médio, médio a lento, lento, muito lento; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		morfodinâmica movimento de massa	-classes: queda de blocos, deslizamentos; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos físicos
		presença de vegetação natural	classes: presente, ausente; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		e	d	caracterização dos aspectos biológicos
		presença de atividade antrópica	classes: presente, ausente; atribuídas a cada classe de erodibilidade/inundação		p	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras

8.Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal (continuação)

Objetivo: elaborar o zoneamento como ferramenta planejamento e gerenciamento ambiental

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
carta de unidades ambientais naturais	carta 1:100.000	tipo de unidade ambiental natural	classes: denudacional estrutural ferruginoso, denudacional estrutural calcário, denudacional ferruginoso, denudacional calcário, denudacional planície, planície de inundação	descrição das principais características físicas e biológicas	e	d	caracterização dos aspectos físicos
carta de unidades ambientais sócio-econômicas	carta 1:100.000	tipo de unidade ambiental sócio-econômica	classes dadas segundo o tipo de atividade existente: comércio e serviços, extração mineral, policultura, pecuária de corte	descrição das principais características sócio-econômicas	e	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
zoneamento ambiental	carta 1:100.000	tipo de unidade de zoneamento ambiental	classes: áreas para uso agrícola, para uso pecuário, para extração mineral com restrição, para extração mineral sem restrição, para uso urbano, para preservação e criação de unidade de conservação	descrição das principais características das unidades naturais e sócio-econômicas	e	p	potencial ou restrição de uso

9.Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu

Objetivo: revisar o plano de manejo e o zoneamento da unidade de conservação

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
análise estratégica	não espacializa do	forças impulsoras	fenômenos ou condições inerentes ao Parque que contribuem ou favorecem seu manejo	avalia importância atribuindo pontos entre 1 e 18	e	d	caracterização geral
		forças restritivas	fenômenos ou condições inerentes ao Parque que comprometem ou dificultam seu manejo	avalia relevância atribuindo pontos entre 1 e 17	p	d	problemas e conflitos
		oportunidades	fenômenos ou condições externos ao Parque que contribuem ou favorecem o alcance de seus objetivos	avalia importância atribuindo pontos entre 1 e 15	e	d	caracterização geral
		ameaças	fenômenos ou condições externos ao Parque que comprometem ou dificultam o alcance de seus objetivos	avalia gravidade atribuindo pontos entre 1 e 15	p	d	problemas e conflitos
principais situações-problemas	não espacializa do	principais problemas	lista os principais problemas para o manejo da Reserva	cada problema é associado a um objetivo que norteia ações	p	d	problemas e conflitos
capacidade de suporte dos locais de visitação	não espacializa do	capacidade de suporte	capacidade de suporte para as áreas de uso público propostas; dada em número de pessoas e períodos para visitação.		e	p	potencial ou restrição de uso
zoneamento	carta 1:350.000	tipo de zona	zona: intangível, primitiva, de uso extensivo, de uso intensivo, histórico-cultural, de recuperação, de uso especial	função, objetivo geral e específico e normas	e	p	potencial ou restrição de uso

10.Plano da Bacia do Alto Tietê

Objetivo: caracterização da bacia, indicando os principais conflitos para o estabelecimento de metas

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
síntese recomendações crescimento demográfico e uso do solo urbano	não -espacializa do	população da capital e da região metropolitana de São Paulo (RMSP)	usado para indicar a pressão sobre áreas de proteção de mananciais		p	d	caracterização dos aspectos sociais
		evolução diferenciada das taxas de crescimento populacional da capital e RMSP	usado para indicar a pressão sobre áreas de proteção de mananciais		p	d	caracterização dos aspectos sociais
		evolução da proporção de habitações inadequadas	usado para indicar a pressão sobre áreas de proteção de mananciais		p	d	caracterização dos aspectos sociais
síntese recomendações transferência de águas entre bacias	não -espacializa do	participação da RMSP no Valor Adicionado Estadual	usado para indicar as pressões sobre o uso dos recursos hídricos e conflitos com bacias vizinhas		p	d	caracterização das atividades econômicas, uso e ocupação das terras
		consumo de água x disponibilidade nos meses secos	usado para indicar as pressões sobre o uso dos recursos hídricos e conflitos com bacias vizinhas		p	d	problemas e conflitos
		principais fontes de poluição	usado para indicar as pressões sobre o uso dos recursos hídricos e conflitos com bacias vizinhas		p	d	problemas e conflitos
		consumo de água para abastecimento doméstico, industrial e irrigação	dado em vazão; usado para indicar as pressões sobre o uso dos recursos hídricos e conflitos com bacias vizinhas		p	d	caracterização dos aspectos sociais
síntese recomendações qualidade das águas superficiais e subterrâneas	não -espacializa do	fatores que afetam qualidade das águas	fatores apresentados: quantidade de esgotos domésticos e industriais lançados, presença de materiais tóxicos nas análises de monitoramento da qualidade de água, manutenção dos índices de qualidade de água em níveis ruins	causas e perspectivas	p	d	problemas e conflitos

10.Plano da Bacia do Alto Tietê (continuação)

Objetivo: caracterização da bacia, indicando os principais conflitos para o estabelecimento de metas

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
síntese recomendações controle enchentes	enão -espacializa dedo	áreas de risco de inundação e escorregamento	dada em número	áreas que concentram maior número de pontos, causas do aumento das áreas de risco, perspectivas e recomendações	e	d	fragilidade
síntese recomendações distribuição recursos Programas Duração Continuada	enão -espacializa dedo aos de	número de projetos e valores solicitados e contratados	usado para indicar a distribuição dos recursos do FEHIDRO aos programas de duração continuada		r	d	caracterização dos aspectos institucionais e políticos
		destino dos recursos	proporção dos recursos destinados à gestão, às obras, à programas de capacitação e ao desenvolvimentos de sistemas de monitoramento e informação; usado para indicar a distribuição dos recursos do FEHIDRO aos programas de duração continuada	importância da capacitação e monitoramento, deficiências no sistema de monitoramento e informação	r	d	caracterização dos aspectos institucionais e políticos
		tomadores dos recursos	apresenta maiores tomadores de recursos em ordem decrescente (sociedade civil, municípios e estado); usado para indicar a distribuição dos recursos do FEHIDRO aos programas de duração continuada		r	d	caracterização dos aspectos institucionais e políticos

11.Plano de Manejo da Reserva Biológica de Barra do Una

Objetivos: elaboração do zoneamento e plano de manejo

Produto	Espacialização	Indicador	Descrição	Informações associadas	P/E/R	D/P	Categoria (tipo de informação expressa)
principais problemas	não espacializa do	principais problemas	lista os principais problemas para o manejo da Reserva		p	d	problemas e conflitos
zoneamento	carta 1:100.000	tipo de zona	zona: primitiva, de recuperação, de uso especial	proporção de área ocupada, definição, descrição, objetivos e normas	e	p	potencial ou restrição de uso