

As realidades se sucedem ao longo do tempo e deixam marcas, evidências, retratos em forma de paisagens. Elas, em si, são imutáveis. O que muda, ao longo do tempo do homem, é a interpretação que ele faz. As interpretações nada mais são do que a aspiração de se chegar cada vez mais próximo da verdade, ou seja, da "real realidade". Para os diversos caminhos da interpretação, pratica-se a observação e análise dessas marcas, dessas evidências e desses retratos deixados pela história, fragmentados nos elementos que compõem o meio. Esses, num primeiro momento, são identificados pelo "dado", ou seja, pelo princípio ou base imediata do conhecimento sobre o meio, ainda não construído ou elaborado. A decisão do planejador sobre a representação, valor e relação entre os dados é que conduz à determinação dos "indicadores". São as novas composições, infinitamente arrançadas, desse imenso fractal de indicadores que permitem o avanço do conhecimento sobre o ambiente e que permitem ter, por fim, a construção de reproduções cada vez mais representativas do todo e da verdade.

INDICADORES AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO

CAPÍTULO QUATRO

A QUESTÃO DO INDICADOR NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Todos reconhecem que os planejamentos ambientais utilizam dados de diversas naturezas. E ainda compreendem que a decisão sobre o tipo de dado, o grau de detalhe e sua manipulação dependem de diversos fatores, como área do conhecimento envolvida, importância da temática para a região de estudo, ou mesmo, a disponibilidade do dado. No entanto, na leitura de diversos trabalhos, é comum surgirem questões que motivam duras críticas. As perguntas mais comuns são: Qual a lógica usada para selecionar esse dado? Como foi identificado o dado relevante? Que critérios definem esse conjunto de dados? Por que se decidiu comparar esses e não aqueles dados? Todos os dados apresentados são igualmente úteis para atender aos objetivos? Fornecem uma nova informação desejável? Quais foram os métodos usados para levantar e sistematizar esses dados? Por que este dado é citado como tal em um momento, informação em um outro momento e parâmetro em outro? Tais perguntas ocorrem devido à habitual ausência de informações detalhadas sobre as escolhas feitas durante o processo de planejamento, tanto em relação à seleção, quanto à coleta e agrupamento dos dados.

Estas questões são debatidas, no mundo inteiro, entre especialistas que têm a responsabilidade de definir indicadores e métodos para sua obtenção. Deve-se confessar que, apesar dos avanços obtidos nos últimos vinte anos, ainda há muito por fazer. Cada vez mais é necessário agrupar experiências e informações que conduzam a uma resposta eficiente de como obter conhecimento e usá-lo em planejamentos de diferentes características.

a natureza e o conceito das informações envolvidas no planejamento ambiental

Todo planejamento que visa definir políticas e decidir alternativas requer o conhecimento sobre os componentes que formam o espaço. Para tanto, é essencial obter dados representativos da realidade, bem formulados e interpretáveis, seja por meio de levantamentos secundários, seja por observações diretas. O dado é a base do conhecimento, o elemento da informação. O dado é a medida, a quantidade ou o fato observado que pode ser apresentado na forma de números, descrições, caracteres ou mesmo símbolos. Quando o dado passa a ter uma interpretação, então ele se torna uma informação. Por sua vez, quando a informação é uma propriedade — medida, observada ou avaliada — cuja variação deve alterar a interpretação do fenômeno que representa, sem lhe alterar a natureza, ela deve ser chamada de parâmetro. Um parâmetro pode ser constante ou variável. Variável é o nome que se dá ao parâmetro capaz de apresentar diversos valores ou aspectos distintos, conforme as circunstâncias do fenômeno analisado. Para cada dado, informação, parâmetro ou variável obtido em um planejamento, deve-se reconhecer a temporalidade e o espaço de abrangência. Em geral, os dados apresentados em planejamento estão presos a um pequeno período que não permite encadear e analisar todas as relações de mudanças ao longo do tempo. Além disso, suas temporalidades distintas, relevantes aos elementos definidos para o estudo, não são analisadas. Assim, são raros os trabalhos que debatem as implicações da ação de sobrepor, a um só tempo, dados originários de temáticas como processos geomorfológicos, do ciclo da água, de uso da terra e das mudanças sociais, com escalas temporais distintas (veja Cap. 3).

A perspectiva do trabalho multitemático em planejamento ambiental resulta na necessidade de se trabalhar com um conjunto de dados, informações ou parâmetros de diferentes naturezas. Assim, dependendo da temática ou do seu enfoque, podem ser selecionados dados quantitativos, se quantificáveis, ou qualitativos, se são descritivos das características, atributos ou peculiaridades. Podem também se apresentar como binários, cuja informação baseia-

se na escolha entre dois elementos: sim ou não, existe ou não existe, zero ou um. Por outro lado, podem ser multicategóricos, ou seja, definidos por meio de muitas qualidades ou tipos. Em um intervalo finito de observação ou medida, os dados podem apresentar-se contínuos, se uniformemente distribuídos, ou discretos, se assumem valores finitos. O quadro 4.1 mostra exemplos desta variabilidade, por meio de um conjunto de temas de ocorrência comum em planejamento ambiental.

Espera-se que os planejamentos ambientais agrupem informações de diversas ordens. Porém, o importante nesse agrupamento é examinar o tipo de compatibilização a ser feita na sobreposição, comparação ou cruzamento dos elementos que compõem as temáticas. Assim, num cruzamento — como, por exemplo, do tipo de formação

Quadro 4.1 Exemplificação de tipos de dados usados em planejamento ambiental

TEMÁTICA DO PLANEJAMENTO	ELEMENTOS DA TEMÁTICA	EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO DO DADO, INFORMAÇÃO OU PARÂMETRO
meio físico (geomorfologia/pedologia)	altitude (3 m, 3,3 m, 3,33 m, 3,333 m...)	quantitativos e contínuos
meio físico (clima)	graus de iluminação (2°, 3°, 4° etc.)	quantitativos e discretos
meio biológico (cobertura vegetal)	tipos de cobertura vegetal (floresta estacional, semidecídua, em estado degradado)	qualitativos e multicategóricos
meio socioeconômico (população)	presença ou ausência de população	qualitativos e binários
meio socioeconômico (população)	número de habitantes (1000 hab)	quantitativos e discretos

Fonte: Baseado em Orea, 1980 (modificado)

vegetal, dados de qualidade de água e valores de temperatura - é necessário transformar as informações de forma a torná-las comparáveis. Essa transformação é comum para um sistema de análise binário, em que se definem limites aquém ou além de uma referência e responde-se, respectivamente, do modo sim ou não. Veja exemplo no quadro 4.2, que converte dados qualitativos multicategóricos e quantitativos contínuos em um único sistema de classificação de dados, ou seja, binária e numérica. Neste exercício, a equipe de planejamento estabeleceu uma referência ligada às prerrogativas de preservação do sistema natural que protege a presença da categoria Mata Atlântica em altitudes superiores a 1.000m.

Outra estratégia é atribuir valores (1 a n), dentro de uma escala fixa, para todas as categorias de dados avaliados (temas). Os dados podem ser transformados em números reais pela interpretação do valor do meio, analisando-se características como qualidade, potencialidade, fragilidade ou capacidade de suporte do meio. Observe alguns exemplos nos quadros 4.3 e 4.4.

É importante notar a capacidade da informação em expressar suas relações causais no meio planejado. Os dados em planejamento podem, simplesmente, significar a ocorrência de determinado fato, ou seja, determinar a existência ou não de um certo atributo no meio, sendo, nesses casos, apresentados como dados nominais. Em outras circunstâncias, o dado pode vir acompanhado da informação do seu lugar ou posição em relação a uma série ou uma seqüência de números ou fatos, sendo, então, qualificado como um dado ordinal. Se um dado é um número absoluto, que define quantitativamente um atributo, então ele representa um dado cardinal. O quadro 4.5 apresenta um exemplo dessa possível escala de avaliação.

Em planejamento, deve-se também reconhecer o nível hierárquico que o dado ocupa numa árvore de informações. Assim, por exemplo, as categorias podem ser entendidas como o conjunto dos grandes grupos genéricos ou temáticas de análise; os fatores como os elementos-objeto de análise que definirão os resultados; e os parâmetros, como as medidas dos fatores. O quadro 4.6 é um exemplo da construção dessa árvore, que permite a compreensão da estratégia para entrada dos dados e relação entre eles. Esta construção não deve ser entendida como forma definitiva, isto é, sua concepção não é rígida. Os tipos de árvore de dados, assim como o número e tipos de níveis hierárquicos, podem variar, dependendo muito da proposta de planejamento e equipe atuante. O importante é observar a ocorrência desses níveis, a relação que se pretende estabelecer entre eles e a localização dos dados que se compara, ou seja, se estão no mesmo nível ou em níveis diferentes.

Quadro 4.2 Exemplo da conversão de dados e informações

referência definida pela equipe de planejamento para conversão dos dados: destinação da mata atlântica em altitudes superiores a 1.000 m à preservação		CATEGORIAS DE INFORMAÇÕES CONVERTIDAS EM...	QUALITATIVO BINÁRIO E...	NUMÉRICO
qualitativos e multicategóricos	mata atlântica em bom estado de conservação	com valor à preservação	1	
	mata atlântica em estado secundário avançado	com valor à preservação	1	
	séries sucessionais inicial e intermediária	sem valor à preservação	0	
quantitativos contínuos	cerrado	sem valor à preservação	0	
	0 - 500m	sem valor à preservação	0	
	500 - 1.000m	sem valor à preservação	0	
	1.000 - 1.500m	com valor à preservação	1	
	>1.500m	com valor à preservação	1	

Quadro 4.3 Valores atribuídos à saúde: agentes de propagação de doenças infecto-contagiosas e parasitárias

TEMAS PARA O PLANEJAMENTO	VALORES*
recursos hídricos	7,50
solo	4,70
relevo	2,50
vento	2,00
cobertura vegetal	3,50
animais de criação	2,00
animais domésticos	2,80
animais silvestres	1,20
SUBTOTAL	25,60
infra-estrutura de saúde e educação	8,30
crescimento populacional	8,70
rede de abastecimento de água	9,00
rede coletora de esgotos	8,90
pavimentação	2,00
migração	14,00
irrigação e agricultura	8,30
represamento	8,50
agricultura não irrigada	1,50
indústrias	5,20
SUBTOTAL	74,40

* valores médios obtidos da opinião de pesquisadores que distribuíram 100 pontos, em função da importância dos temas para o planejamento voltado à saúde.

Fonte: Aguiar, 1995 (modificado)

Quadro 4.4 Valores atribuídos à saúde: níveis de criticidade e principais prejuízos à saúde pública

NÍVEIS DE CRITICIDADE	PRINCIPAIS CONFLITOS À SAÚDE PÚBLICA
3 - 5	inexistência de infra-estrutura sanitária, associada à presença de policultura
5	área industrial localizada em campo antrópico
4	assentamento urbano recente, desprovido de infra-estrutura sanitária, localizado próximo a área de concentração de nascentes

Fonte: Aguiar, 1995 (modificado)

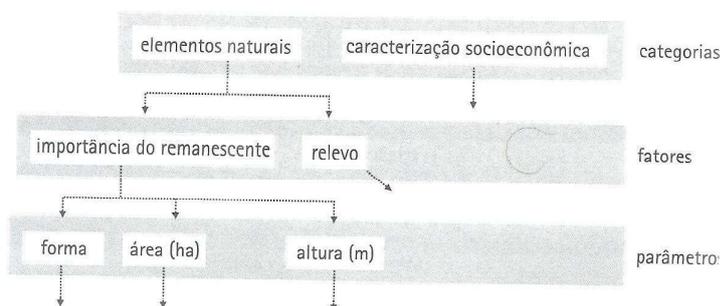
Quadro 4.5 Tipos de dados e avaliação do meio

ESCALAS	CAPACIDADE DE AVALIAÇÃO
nominal	presença/ausência
ordinal	segundo/terceiro/quarto alta/média/baixa
cardinal	45°, 2.300m

Quadro 4.6 Tipos de informação para o planejamento

ELEMENTOS NATURAIS

- características gerais: tipo e forma de vegetação, tamanho de área
- fisionomia: altura e porte
- trilhas: localização e caracterização
- raridade do remanescente e características singulares: disposição no espaço, índice de isolamento, percentual (cobertura da mata na região/cobertura florestal total), diversidade de elementos naturais
- composição em espécies e características ligadas à biodiversidade: espécies diferenciadas da fauna e flora (protegidas legalmente, em extinção, ameaçadas de extinção e raras)
- sistemas atuais de segurança: aparato contra incêndio, placas informativas, vigilância, cercas e outros

ÁRVORE DE INFORMAÇÃO**CARACTERIZAÇÕES SOCIOECONÔMICAS**

- desenvolvimento histórico da região: forma de apropriação do meio, patrimônio arquitetônico-cultural, processo de migração
- padrões socioeconômicos e culturais: faixa etária, renda familiar, atividade principal, tamanho da habitação, tipo de residência, estrutura familiar (número de integrantes), origem da população, opções de lazer e equipamentos de recreação e esportes, relação população local/meio natural
- preferências físicas e culturais: físicas (fatores regionais, variação climática, presença de água, atividades que podem ser desenvolvidas), psíquicas (familiaridade, contemplação, inspiração, ergonomia, segurança), atividades recreativo-desportivas e socioculturais
- ocupação: estrutura da aglomeração urbana existente e futura, caracterização geral e área média do lote, situação legal dos loteamentos, densidade de ocupação e terrenos ociosos, tempo de implantação dos loteamentos
- infra-estrutura atual: de serviços (água, manutenção, banheiros, atendimento médico, acessos e circulação, eletricidade, meios de comunicação), equipamentos de recreação (custos, durabilidade, espaço ocupado, necessidade das atividades estabelecidas, demanda equipamento/faixa etária), equipamentos socioculturais e comunitários, estabelecimentos industriais, transporte e segurança
- educação
- participação da comunidade - ONGs

Fonte: Thomaziello, 1999 (modificado)

Em suma, existem diferentes tipos de dados cujas informações podem ser comparadas, transformadas ou combinadas em um diagnóstico ambiental, mas é vital que se reconheçam os limites da sua interpretação e capacidade de avaliação do meio. Alguns planejamentos produzem informações temáticas extremamente detalhadas, mas que, em seguida, são cruzadas em um sistema de informações geográficas que só admite a entrada de dados por meio de um sistema binário, booleano, do tipo zero ou um. Neste caso, as informações podem ser extremamente simplificadas. Se as decisões basearem-se nos cruzamentos produzidos, as alternativas definidas a partir dessa entrada de dados também estarão simplificadas. Dessa forma, é provável que se despenda tempo, energia e dinheiro, sem reflexão nem tino. Sob essas condições, as informações produzidas passam a ter valor *persi*, restritas ao diagnóstico, mas não alimentam propostas do planejamento. Alguns planejadores esquecem que a essência do planejamento está na tomada de decisão e não na produção do inventário e construção do diagnóstico ideal.

Concluindo, a construção de imensos bancos de dados sobre o meio analisado não resulta, obrigatoriamente, num bom planejamento ambiental. O planejador deve ter o bom senso de selecionar dados que sejam objetivos, representativos, comparáveis e de fácil interpretação e, assim, construir uma base sólida para tomada de decisões. Portanto, as informações devem ser apresentadas na forma de indicadores, reconhecidos como a mais importante ferramenta do processo de planejamento ambiental.

**INDICADORES AMBIENTAIS
o conceito**

Nos últimos anos, diversas instituições vêm, exaustivamente, discutindo os conceitos e os preceitos do indicador e muitas definições têm sido formuladas. De forma geral, pode-se dizer que indicadores são parâmetros, ou funções derivadas deles, que têm a capacidade de descrever um estado ou uma resposta dos fenômenos que ocorrem em um meio. Conforme já ressaltado pela OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development*) (1994), quando um parâmetro é entendido como indicador, o seu valor transcende o número ou a característica em si, adquirindo um outro significado. Suponha um valor x de um parâmetro ligado à água. Esse valor pode ter diferentes significados

quando analisado sob a forma de indicador de qualidade em diferentes regiões. Não se pode esquecer que, para um dado ou informação, há diferentes visões, linhas de interpretação, usos e destinações, (quadro 4.7). Em outras palavras, o significado que se dá ao número ou à característica excede sua própria capacidade de expressá-lo.

Os dados de um parâmetro indicador devem vir acompanhados de perguntas sobre o estado, as pressões e as respostas do meio. Devem responder sobre as características, propriedades e qualidades do meio e estar intimamente associados aos objetivos e ao objeto do planejamento.

Bons indicadores devem ter a capacidade de gerar modelos que representem as realidades. Um indicador deve vir enriquecido de entendimento técnico, político, social e, conforme alerta Gallopin (1997), de conhecimento lógico e epistemológico. Para a EPA (*Environmental Protection Agency*) (1995), indicadores medem o avanço em direção a metas e objetivos.

Se esses conceitos forem observados, os indicadores selecionados em um planejamento ambiental deverão, inclusive, refletir os condicionantes da interpretação dada aos seus valores, sejam eles técnicos, históricos, sociais, ou mesmo lógicos, matemáticos, ou lingüísticos. Deverão identificar as relações e esclarecer sobre seus vínculos. Esta ênfase sobre o termo é para esclarecer, definitivamente, que não se pode apontar qualquer dado quantitativo como um indicador. Existem conceitos, regras e métodos para selecioná-los.

Deve-se alertar que a maior parte da literatura trata os indicadores de maneira ampla, visando obter paralelos entre as condições ambientais de diferentes países, quase sempre voltados à interpretação da sustentabilidade – social, econômica, política ou do meio natural. Buscam criar uma base comum, capaz de responder sobre a eficiência e a eficácia das medidas tomadas. Nem sempre essa literatura ajuda o planejamento ambiental voltado a pequenas áreas, como um município ou um conjunto deles.

a função

Os indicadores são fundamentais para tomadores de decisão e para a sociedade, pois permitem tanto criar cenários sobre o estado do meio, quanto aferir ou acompanhar os resultados de uma decisão tomada. São indicativos das mudanças e condições no ambiente e, se bem conduzidos, permitem representar a rede de causalidades presente num determinado meio. Os indicadores são empregados para avaliar e comparar territórios de diferentes dimensões e de diversas complexidades.

Podem ser usados para avaliar e projetar as tendências ao longo do tempo, bem como as respostas dadas pelos governos e pelos cidadãos. Podem, assim, ser úteis para prognosticar futuros cenários e nortear ações preventivas.

Num planejamento ambiental, se os indicadores forem bem selecionados, reduz-se o número de parâmetros e medidas sobre o meio, diminuindo e nortearando a amostragem. Esta função é de especial importância no planejamento, pois deve-se lembrar que, na maioria dos casos, o processo de decisão requer agilidade e eficiência no emprego de recursos, sendo inaceitável a medição de todas as variáveis ambientais. Se os indicadores forem bem estruturados, facilitarão a integração dos aspectos ambientais, simplificando o manejo do banco de dados e a apresentação das informações, sem prejuízo para a qualidade da interpretação.

Não se deve jamais esquecer que a principal característica dos indicadores é sua capacidade de quantificar e simplificar a informação.

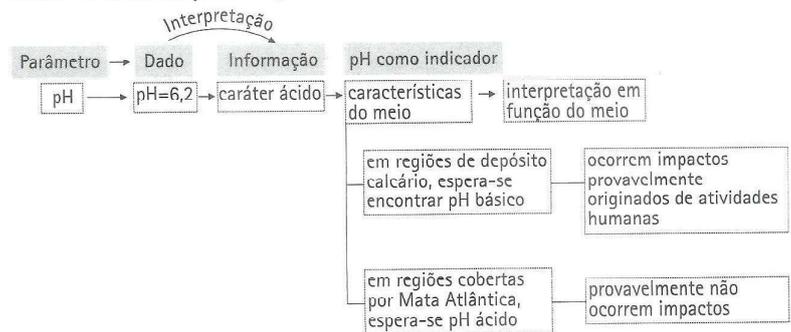
o número

Quais e quantos são os indicadores? Apesar de todos os esforços, até o presente momento tem sido difícil responder a esta questão. Os pesquisadores reconhecem que são inúmeras as informações e não existem grupos de indicadores definitivos, que devam ser sempre adotados, seja considerando um pequeno território, seja comparando continentes. Mesmo dentro de uma escala universal, não existe consenso sobre quais ou qual é o conjunto ideal de indicadores a ser adotado. O procedimento usual é, então, observar o conceito e aplicá-lo para a situação em que se insere o planejamento. A título de ilustração, o anexo I apresenta uma lista de fatores e parâmetros que podem vir a ser usados como indicadores, mas que, sem dúvida, não pretende ser exaustiva.

Reconhece-se, de fato, que o número de indicadores a ser utilizado num planejamento está fortemente ligado à escala e ao espaço físico em que se está trabalhando. Winograd (1995) indicou esta relação, conforme mostra o quadro 4.8. É óbvio que para cada dimensão há indicadores específicos, que podem ser avaliados em função das limitações impostas pelo grau de generalização.

Em planejamento ambiental é comum priorizar os indicadores do meio natural em detrimento daqueles que expressam aspectos sociais, culturais e econômicos. Não que estes sejam relegados no processo, mas são normalmente inseridos à medida que se apresentam mais relacionados aos elementos do meio natural, como água, solo ou flora. Fidalgo, uma estudiosa de indicadores, ressalta o exemplo de Bakkes e colaboradores. Esses autores usam o termo

Quadro 4.7 Caracterização de um parâmetro como indicador



Quadro 4.8 Mudança no número de indicadores ambientais em função da escala e área de planejamento

DIMENSÃO	NÚMERO DE INDICADORES	EXEMPLOS DE INDICADORES QUE PODEM SER AVALIADOS
global	10 a 20	emissão de CO ₂
regional	50 a 100	emissão de CO ₂ , principais atividades humanas
bacia hidrográfica	250 a 500	tipos de uso da terra, tipos de cobertura vegetal
unidade de produção agrícola	1000 a 1500	emissão de CO ₂ , principais atividades humanas, tipos de uso da terra, tipos de cobertura vegetal, ocorrência de gado, emissão de monóxido de carbono, equipamentos rurais e urbanos.

Fonte: Baseado em Winograd, 1995, e Fidalgo, 2003 (modificado)

indicadores socioeconômicos-ambientais para deixar claro aos leitores que a seleção e manejo dos dados populacionais e socioeconômicos de um trabalho de planejamento foram orientados segundo sua relação direta com os subsistemas ambientais naturais. Assim, é importante evidenciar que não se pretendeu esgotar as possibilidades de avaliação dos subsistemas populacional e socioeconômico (ou seja, aqueles que se referem a aspectos relativos ao homem).

Não se pode dizer que este é o melhor caminho. Para imbuir o planejamento ambiental de lógica e reflexão

ainda é necessário muito trabalho de pesquisa e empenho sobre a decisão relativa ao número e tipo de indicadores ideais ao processo.

a qualidade

É senso comum que um indicador é de qualidade quando tem a capacidade de medir, analisar e expressar, com fidelidade, o fenômeno ao qual se refere. Em planejamento ambiental este conceito aplica-se a partir de um amplo espectro de considerações. Nessa área do conhecimento, a qualidade de um indicador ambiental deve ser medida por meio de um conjunto de características que denotam sua relevância, mensurabilidade, confiabilidade, tempo de resposta ao estímulo, integridade, estabilidade, solidez, relação com as prioridades do planejamento, utilidade para o usuário, eficiência e eficácia. Muitos pesquisadores, tentados a obter o indicador ideal, seja para planejamentos ou para medidas do desenvolvimento sustentável, enumeram muitos critérios ou características desejáveis que permitam avaliar sua qualidade.

Especificamente para planejamento ambiental, estas características devem ser verificadas por um mínimo de 27 requisitos.

A **fonte de informação** é o primeiro deles. Se o dado for secundário, deve-se observar a confiabilidade da sua origem: se de órgão oficial, instituição creditada, organização não governamental, jornal, entrevista de rua etc. Em outras palavras, se existe e qual é o grau de responsabilidade do profissional ou dos organismos sobre a informação, o que significa se o indicador está teórica e tecnicamente bem fundamentado.

Deve-se observar a **forma de coleta e elaboração do dado** pelo organismo em questão: se o indicador foi adequadamente documentado e se houve **atualização da informação em intervalos regulares**.

Se o dado for primário, deve-se observar a **clareza e objetividade dos procedimentos** para sua obtenção, bem como sua repetibilidade, gerando dados que possam ser comparados.

A precisão e exatidão da informação é outro aspecto a se considerar a partir da análise do rigor empregado na determinação do valor, medida ou informação, e pode ser completado pelo erro ou desvio associado. Em suma, o indicador deve ter **validade científica**, em função da sua elaboração e explicitação quanto ao modo de obtenção e medida.

É recomendado que o indicador apresente limites ou **valores de referência** associados, para que o usuário possa estabelecer comparações e julgar a relevância do seu valor.

Deve-se tomar o cuidado para que um indicador não apresente **redundância**, ou seja, que diferentes dados coletados não expressem a mesma informação. É um erro comum em planejamento destacar um fenômeno da mesma forma por diferentes dados que, em conjunto, representam realmente uma só informação.

As informações devem ter **conformidade temporal**, ou seja, deve-se averiguar o tempo decorrido entre a coleta do dado e a realidade que se deseja representar. Neste aspecto, é evidente que, para cada temática, há um intervalo de tempo aceitável, que deve ser julgado pelo seu especialista.

A **representatividade** refere-se à capacidade de retratar os problemas da área de estudo, ou de atender às metas e aos objetivos definidos no planejamento, e a **tradução** refere-se à capacidade do indicador de permitir a perfeita distinção dos limites entre condições aceitáveis e inaceitáveis, seja do ponto de vista científico, técnico ou legal.

De modo geral, não é conveniente um indicador que dê respostas descomedidas, como tudo ou nada, ou mesmo um valor de variabilidade natural extrema. Algumas vezes, a informação é pertinente, mas não tem a **conveniência da escala cartográfica** ou a **abrangência geográfica** necessária. Em outras palavras, deve haver, em primeiro lugar, compatibilidade entre a escala da informação e a escala adotada para o estudo. Além disso, a abrangência da informação deve cobrir, efetivamente, a área de planejamento, mesmo sob a forma de estimativa. Também é interessante que se incluam no planejamento os indicadores voltados ao futuro monitoramento da área de estudo pelo gestor, com escalas e abrangências compatíveis às ações de acompanhamento, avaliação e controle do meio.

A informação é mais confiável se ela tem alta **sensibilidade às mudanças**. À medida que ocorrem as alterações no ambiente, mesmo que pequenas, a resposta do dado é imediata, mudando seu valor; e se for de **natureza preventiva**, que seja capaz de sinalizar a degradação antes da ocorrência de sérios danos. Deve existir similaridade nas escalas de tempo e suscetibilidade entre as mudanças do meio e o indicador. Se esta sensibilidade às mudanças se mantém ao longo do tempo, pode-se gerar **séries temporais** de dados (lineares, cíclicos ou sazonais), comumente entendidos como ótimos tradutores dos fenômenos de diferentes dinâmicas em um determinado tempo. 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.

Outro importante item de avaliação é a **conectividade** do indicador com outros do meio, ou seja, os elos de ligação entre as diversas informações e as respostas integradas às suas mudanças. Além disso, é importante observar se um indicador é **integrador**, se tem a capacidade de sintetizar informação de vários outros indicadores. Também é importante observar o **tipo de relação** no espaço que pode ser interpretado pelo indicador. Assim, por exemplo, um indicador pode expressar relações determinísticas, nas quais causa e efeito estão condicionados um ao outro, prevendo-se relações constantes entre fenômenos encadeados; relações aleatórias, nas quais causa e efeito são multidimensionais e podem depender de fatores sujeitos ao acaso; relações estratégicas, quando o resultado da causa e efeito, bem como seu desencadeamento, depende da estratégia dos organismos e ambiente envolvidos; ou relações de incerteza, quando causa e efeito representam muitas possibilidades, com resultados imprevisíveis.

Deve-se considerar se a informação é **prescritiva** - aquela que é analítica e apresenta recomendações ao desenvolvimento de alternativas -, constituindo um bom indicador. Em contrapartida, a informação de natureza **descritiva** restringe-se à descrição das propriedades do meio, sem a pretensão de fornecer subsídios diretos à tomada de decisão.

No que se refere a dados espacializados, deve-se considerar o indicador que tem **capacidade de linha divisória**, que apresenta limites bem definidos no espaço, de forma a facilitar, geográfica e operacionalmente, o gerenciamento das propostas do planejamento.

Finalmente, deve-se considerar três importantes aspectos, de ordem não técnica, sobre os indicadores escolhidos. Primeiro, em relação à sua **disponibilidade**, ou a pronta recuperação da informação sobre o indicador, sem perda de tempo que impeça ou dificulte o planejamento. Em segundo, a **acessibilidade** ou a facilidade de obtê-lo, e em terceiro, o **custo** eficaz, que corresponde ao valor ideal para obtenção da informação em função da quantidade de dados, da unidade de área e da escala de trabalho. Em suma, pretende-se que haja uma relação custo/benefício razoável.

Diante da lógica, essas três últimas características são óbvias. No entanto, a experiência prática não mostra isso. Não é difícil encontrar exemplos de planejamentos cujos técnicos, por estarem numa determinada instituição ou conhecerem caminhos específicos, têm acessos privilegiados à informação ou fazem uso de banco de dados de alto custo. Decorrido um tempo, na revisão do planejamento, ou no próprio estágio de implantação e monitoramento, uma nova equipe não dá seqüência ao estudo anterior, não por desacreditá-lo, mas por não ter acesso ao banco de dados ou possibilidade financeira de continuar dentro da mesma linha. Em geral, a opção que resta é iniciar o processo do tempo zero, o que acarreta um atraso substancial para a qualidade ambiental na região.

Quando existe participação popular, uma questão primordial a ser considerada é a compreensão do indicador, ou sua **facilidade em informar** o grupo de pessoas que tomará as decisões quanto aos rumos do planejamento, bem como sua **capacidade de atrair atenção**, despertando o interesse da comunidade sobre ele.

A observação desse conjunto de propriedades deve favorecer a seleção mais lógica e rigorosa dos indicadores, permitindo uma melhor exposição dos fatos, aproximando-se da realidade local e gerando maior confiabilidade na aplicação de

modelos, cenários ou sistemas de informação. No entanto, como afirma a própria OECD, não existe o indicador ideal, aquele que atende, na prática, a todas estas características de forma absoluta. Assim, é necessário analisar o contexto, de forma a selecionar o grupo de indicadores que melhor o qualifique. O melhor conjunto dependerá dos objetivos do trabalho, das características do espaço trabalhado e da possibilidade de obter os dados. Para cada estudo regional deve haver um conjunto particular de indicadores. Nem todas as 27 propriedades apresentadas são importantes em um mesmo estudo.

Quando se tem um conjunto de indicadores de qualidade heterogênea costuma-se, na prática, atribuir pesos diferentes a cada um deles, diretamente proporcionais ao valor médio de qualidade, atribuído em função da análise do conjunto de características apresentadas. No entanto, essa estratégia sempre se baseia em uma análise subjetiva, motivo de crítica por parte de muitos planejadores.

Hoje, grupos que trabalham com o ideal do desenvolvimento sustentável reúnem esforços no sentido de padronizar um conjunto de indicadores, de forma que possam ser usados e comparados por diversos países, na busca de políticas integradas. No entanto, a diversidade das características dos ambientes, do conhecimento, dos conceitos, das metodologias de medidas e do conteúdo de bancos de dados locais tem dificultado tal empreitada. Acredita-se que, para se atingir os chamados indicadores ideais, um longo caminho na pesquisa ainda deva ser trilhado.

a organização

Em planejamento ambiental, as informações obtidas por meio dos indicadores selecionados, obrigatoriamente devem ser sistematizadas, ordenadas e agrupadas. Devem conduzir à síntese para que realmente possam subsidiar a decisão. Se por um lado esta asserção parece óbvia, por outro pode-se afirmar que não é assim que são feitos vários planejamentos ambientais no Brasil. De forma geral, reúne-se um vasto número de indicadores que levam a um grande banco de dados, cujas informações vão se somando ou se confrontando duas a duas, por uma seqüência que raramente é descrita. No entanto, essa seqüência é relevante e pode afetar os resultados do planejamento. Fica por conta do leitor a responsabilidade de interpretar a organização dos indicadores e a estruturação dos dados.

Uma proposta de organização é pensar os diferentes níveis de informação dentro de uma pirâmide (Fig. 4.1). Em sua base estão concentrados os dados que, agregados, informam sobre os indicadores. Esses, por sua vez, são sintetizados em índices, organizando-se, dessa forma, conjuntos dependentes, com níveis crescentes de informação, sendo o ápice a forma mais simples de representar um conjunto complexo de dados. Quanto mais próximo do ápice, mais estruturada é a informação resultante da combinação de dados. Apesar de ser um conceito de fácil entendimento, não é tão fácil sua aplicação, pois a separação entre uma camada e outra nem sempre é evidente.

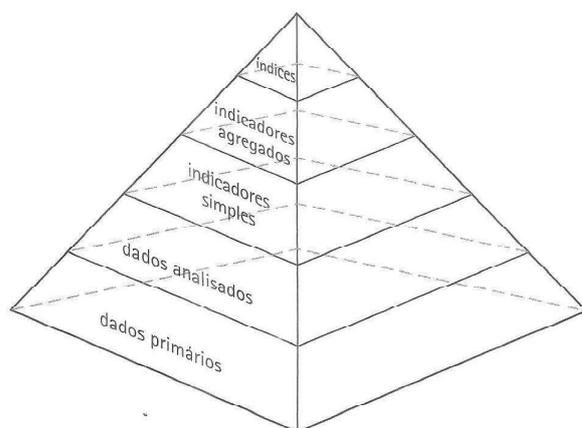


Fig. 4.1 Pirâmide da informação. Fonte: Winograd, 1995, e Fidalgo, 2003 (modificado)

Dessa proposta, o uso de índices como representação da síntese de informações é amplamente aceito pela comunidade científica. Uma única medida para cada temática identificada no planejamento pode interessar a muitos pesquisadores. De uma maneira geral, o índice, mais que o indicador simples, é capaz de simplificar, quantificar, comunicar e expressar de forma resumida os fenômenos complexos, a partir da agregação de dados e informações.

Cabe discutir a conceituação de índice. Os índices são entendidos como o resultado da combinação de um conjunto de parâmetros associados uns aos outros por meio de uma relação pré-estabelecida que dá origem a um novo e único valor. Nesta associação são atribuídos valores relativos a cada parâmetro que compõe o índice, e a relação pode ser estabelecida por meio de estatística, formulação analítica ou cálculo de razão matemática.

Cumprir ainda distinguir entre índice e indicadores agregados. Se a associação entre parâmetros (ou indicadores) não envolve ponderações ou outras técnicas analíticas, estamos diante de indicadores agregados. Um indicador simples é o nome dado àquele que representa um único parâmetro.

Da mesma forma que se relaciona número de indicadores e escala, deve-se estabelecer a relação entre escala, nível de informação adequada e adequação para o uso de índices. Fidalgo (2003), baseada em um site da International Center for Tropical Agricultural, específico sobre indicadores, resumiu estas relações, conforme apresenta o quadro 4.9.

No Brasil, a construção da pirâmide de dados para todos os temas envolvidos num planejamento não é aplicada na prática. Alguns indicadores agregados ou índices são construídos especialmente em função do conhecimento ou da percepção do problema ambiental. Em geral, técnicos e especialistas aceitam a proposição de índices, mas preferem trabalhar com informações detalhadas. Os índices são mais utilizados em função do público e dos tomadores de decisão, que não se interessam por detalhes e preferem quadros resumidos dos principais fatos. Por outro lado, alguns grupos sociais têm dificuldade em compreender o significado do índice ou do indicador agregado, podendo prejudicar a interpretação e a tomada de decisão.

Quadro 4.9 Relação entre escala, nível de informação e uso.

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

Fonte: Fidalgo, 2003, modificado de Winograd, 1995

Para o Brasil, também é importante considerar que a elaboração de índices significa um custo elevado, raramente viável. A proposta de Heinemann e colaboradores (1999) é mais próxima de nossa realidade. Esses autores sugerem que a pirâmide seja construída, mas que exista no topo somente um indicador simples (e não índice) global do sistema, que pode ser monitorado a baixo custo. À medida que se forma, a pirâmide revela níveis de custo cada vez mais altos. Assim, quanto mais se trabalha em níveis menores, mais o trabalho é viável economicamente. Qual o limite de decisão para a passagem de nível? Depende da capacidade do planejador de avaliar a necessidade de mudança de patamar, para revelar as características e relações dos fenômenos estudados necessárias ao planejamento.

Outra limitação do uso de índices no Brasil é a dificuldade de promover a associação clara entre metas do planejamento e a interpretação do índice selecionado. Como já foi afirmado por alguns autores, quando não se puder expressar a relação clara entre índice e objetivos, o melhor é utilizar dados e indicadores simples para identificar problemas e áreas prioritárias de ação.

Apesar de bem aceito, não se deve jamais esquecer as limitações advindas do uso dos índices. Às vezes eles não são cientificamente válidos ou tecnicamente robustos. Os componentes e os critérios de ponderação são escolhidos pela importância subjetiva dada por aqueles que os definem. É importante lembrar que mudanças na escolha dos componentes ou da ponderação podem apresentar diferentes respostas. Manipulados, de boa ou má fé, podem resultar na interpretação indevida dos fatos.

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA A ESTRUTURAÇÃO DOS INDICADORES a coleta de dados

Planejamentos ambientais utilizam dados secundários e primários. Como já citado, os secundários são obtidos por meio de levantamentos nos mais diferentes tipos de organismos ou instituições. Apresentam-se desde a forma de trabalhos de pesquisa até simples cadastros ou apontamentos. Já a coleção de dados primários é feita por procedimentos metodológicos, orientados para responder a uma pergunta sobre o meio e/ou para testar uma hipótese não respondida pelas informações de levantamentos anteriormente realizados.

A coleta de dados sobre os indicadores selecionados, sejam de natureza primária ou secundária, exige procedimentos metodológicos que devem ser claramente explicitados pela equipe de trabalho. Sem dúvida, cada área de conhecimento dentro do projeto tem suas próprias estratégias de trabalho, mas é importante que o grupo tenha a preocupação de, minimamente, compatibilizá-las. O quadro 4.10 ilustra alguns métodos que auxiliam na busca de informações.

Uma vez adotado o método (ou métodos) de coleta de dados é importante a descrição do seu procedimento, para prevenir limitações de interpretação que advêm de falhas de sua capacidade de representação. Assim, por exemplo, a descrição da coleta por inventário deve incluir, pelo menos: (a) os critérios de seleção dos indicadores, (b) a estratégia para **compilação** de dados ou informações (tabela, gráfico), (c) o tipo e características da amostragem de campo, (d) a justificativa do nível de detalhamento adotado, (e) as limitações ou impasses ocorridos durante os levantamentos e (f) as fontes bibliográficas ou instituições que deram suporte ao levantamento.

Para o coordenador do planejamento ambiental é de grande valia organizar os indicadores a partir de um protocolo que comporte em uma coluna as questões-chave do planejamento e, na outra, questões relativas aos indicadores

Quadro 4.10 Algumas estratégias comumente usadas no levantamento de dados para planejamento ambientais

ESTRATÉGIA	CARACTERIZAÇÃO	APLICAÇÕES
tipo predominante de levantamento de dados: secundários		
inventário	Levantamento sistemático sob uma estrutura pré-definida de coleta de dados de cada indicador (como tabulamentos ou diagramas), visando a seu conhecimento.	Provê informação estruturada sobre o indicador na forma de catálogos, registros ou listagens. Deve permitir integração. É obtido por levantamentos secundários, mas pode também originar-se de amostragem de campo (observação direta) ou imagens orbitais (observação indireta).
estatísticas oficiais	Informações compostas de elementos numéricos sobre o indicador ambiental, com regularidade temporal, que representam sob forma analítica ou gráfica os acontecimentos, suas tendências e limites dos fenômenos.	Provêm informações detalhadas e precisas obtidas, comumente, a partir de documentos como censos e anuários. Permitem identificar a qualidade do indicador, sua evolução e tirar conclusões ou fazer predições com base no conjunto de dados.
tipo predominante de levantamento de dados: primários		
inquirição	Obtenção de informações sobre o indicador por meio de uma série de questões ou perguntas, estruturadas ou não, apresentadas ao questionado na forma escrita, como entrevistas, ou mesmo como consulta a registros.	Permite tabular respostas e levantar informações com relativa rapidez e baixo custo. No entanto, perguntas mal formuladas podem conduzir à obtenção de informações inadequadas ou respostas não verdadeiras.
observação	O coletor de informações passa a fazer parte do meio avaliado e por observação de eventos específicos, seja dos elementos naturais ou relativos à vida das pessoas, obtém os dados necessários sobre os indicadores pré-selecionados.	Esta técnica confere melhor entendimento e maior credibilidade dos dados. Porém, consome muito tempo e recursos, necessitando muitas vezes de total disponibilidade do coletor.
avaliação ecológica rápida+	Esta técnica determina, a partir de visitas de campo expeditas, informações observáveis em uma transecção pré-estabelecida pela equipe, como presença de comunidades e habitats em paisagens distintas, ou presença de espécies raras, ameaçadas de extinção e endêmicas.	Esses levantamentos são mais comumente usados para coletar informações sobre indicadores de qualidade do meio e do estado de conservação ou da presença de elementos de grande expressão ambiental. Podem permitir a distribuição das informações em mapas ou croquis, desde que se tenha a localização das transecções.
amostragem de campo #	Levantamentos a partir de transecções, sistema de malhas etc.	Permite levantar ou aferir dados <i>in loco</i> de forma sistematizada e/ou estatística, dependendo do caminho metodológico traçado. Seus resultados podem auxiliar como dados de entrada no delineamento do espaço.
tipo predominante de levantamento de dados: múltiplos		
listagem*	Esta técnica refere-se mais à forma de organização do dado do que propriamente ao tipo de coleta. Os dados podem ser coletados como uma relação de indicadores seguidos de questões, fontes de informações e/ou maneiras de obtenção da informação que, quando respondidas, resultam no conjunto de dados necessários ao desenvolvimento do trabalho.	Esta técnica é mais usada pelo coordenador da equipe, que, por meio desta abordagem, torna seu grupo mais objetivo no encaminhamento dos levantamentos e controla a quantidade e a qualidade da informação. Se bem estruturada, pode orientar a análise do banco de dados, auxiliando na etapa do diagnóstico.
matriz*	Matrizes de dados são levantamentos organizados por meio de listagens bidimensionais, tendo em um eixo os indicadores e no outro os principais problemas ambientais a serem analisados. A obtenção dos dados deve permitir reconhecer não só o valor do dado ou da informação, mas o seu grau de relação com os problemas ocorrentes.	De forma semelhante às listagens, a construção de uma matriz auxilia o coordenador e a equipe a ordenar os dados de forma interpretativa, auxiliando na etapa de diagnóstico.
redes de interação*	As redes representam uma forma de relacionar as informações obtidas por levantamentos primários ou secundários. Os dados são encadeados em gráficos ou diagramas na estrutura de um modelo de interação.	Esta forma de representação dos dados levantados permite apontar suas interações, facilitando a interpretação do diagnóstico e prognóstico ambiental.

+ Desenvolvida pelas ONGs norte-americanas Conservation International e The Nature Conservance

Descritas em IBGE, 1999

*Adaptações de métodos utilizados em estudos de impacto ambiental (veja Cap. 6).

Fonte: Santos e Pivello, 1997 (modificado)

como o que avaliar, como avaliar, sua relação com o problema, origem da informação, em qual espaço temporal e físico etc., como se faz usualmente em auditorias ambientais (quadro 4.11). Esta é uma forma preliminar de organização que pode resultar numa súmula dos preceitos para seleção e organização do banco de dados.

a estruturação dos indicadores organizados

Uma vez definido o conjunto de indicadores a ser adotado num planejamento e a estratégia para os levantamentos, pelo menos duas observações devem ser feitas. Primeiro, da necessidade de rearranjar grupos de indicadores de acordo com o propósito da medida ou observação do meio. Assim, é comum agrupar indicadores que se destinam a expressar as condições de qualidade ou estado do meio. Outro grupo pode ser formado pelos indicadores que reflitam as políticas setoriais, outro pelas pressões ou impactos das atividades humanas sobre o meio, outro pelas relações sociais, outro pelas qualidades ambientais da área, e assim por diante. Algumas vezes, os indicadores são organizados pela natureza da informação, como fisiográfica, topográfica, econômica, cultural, legal. Outras, pelas questões-chave do planejamento, como impactos econômicos, saúde, valor visual das paisagens, recreação. Se por um lado essas estratégias de agrupamento auxiliam o processo de planejamento, por outro, muitas vezes tornam-se ambíguas, pois alguns indicadores podem se sobrepor em dois ou mais grupos, superestimando seu papel.

O quadro 4.6 é um exemplo de estruturação das informações que se baseia na Árvore de Batelle. Este exemplo é formado por indicadores simples que se agrupam em categorias, mas não conduzem a índices ou indicadores agregados que representem, efetivamente, esses conjuntos. Diferentemente, o SCOPE (*Scientific Comittee on Problems of the Environment*) (1995) pretendeu organizar os dados de forma a garantir a obtenção de indicadores agregados. Desta forma, reuniu os indicadores simples em 4 grupos ou categorias: esgotamento das fontes de recursos, contaminação, riscos para o meio e bem estar humano, sendo que cada um deles era representado por um valor final do conjunto de indicadores trabalhados.

A forma mais usual de organizar os indicadores, principalmente quando o planejamento fundamenta-se em princípios de desenvolvimento sustentável, é por meio da estrutura da OECD, que

Quadro 4.11 Protocolo para estruturação dos indicadores

fator ambiental	o que checar (o quê?)	como checar (como?)	razão principal da ocorrência (por quê?)	espaço físico ou temporal (onde e quando?)
cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • espaço territorial protegido • presença de formações vegetacionais protegidas e pressionadas pelas atividades nas bordas da área • implantação do reflorestamento ciliar exigido por lei • definição de uma área de conservação como medida compensatória da perda de cobertura pelo enchimento do reservatório • controle das interferências antrópicas sobre a cobertura vegetal (corte de madeira, extrativismo, perda de espécies protegidas por lei, ameaçadas de extinção, bosqueamento etc) • interferência na vegetação resultante da elevação do nível freático • existência de cobertura vegetal que pode ser classificada como expressiva ou singular e não está sob tombamento • utilização de espécies exóticas (como grama introduzida nos taludes) que hoje competem com as espécies regionais lindeiras 	<ul style="list-style-type: none"> • mapeamento de uso e ocupação da terra e das áreas protegidas • mapeamento fotográfico • levantamento em campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Código Florestal, protege margens (que atenua erosão) fixa duna e faixa de proteção ao longo de ferrovias e rodovias, protege sítios de excepcional beleza, asila exemplares da fauna e flora ameaçados e assegura bem-estar público, pouso de aves de arribação, encosta com 45 graus, linha de cumeeira, faixa marginal dos corpos d'água, Reserva Particular do Patrimônio Natural, Reserva Ecológica, ARIE, Áreas Naturais Tombadas, Reservas Biológicas, Reservas Extrativistas, Estações Ecológicas, APA, Parques, Cavidades Naturais Subterrâneas, áreas circundantes às unidades de conservação (raio de 10 km), Mata Atlântica, Reserva da Biosfera, Refúgio de Vida Silvestre, Horto Florestal, Floresta Nacional/ Estadual/Municipal, Santuário da Vida Silvestre e outras unidades. • Atos legais para: mangue, restinga, mata atlântica de encosta e topo, estádios sucessionais de mata atlântica, cobertura de influência fluvial ou lacustre (brejos, várzeas), floresta estacional. 	região do litoral do Estado de São Paulo a cada 3 anos

recomenda a adoção de três grupos de indicadores: do **estado** do meio e dos recursos naturais (ar, água, recursos vivos), das **pressões** das atividades humanas sobre o meio (energia, transporte, indústria, agricultura) e das **respostas** da sociedade e dos agentes responsáveis pelo resultado das pressões e condições do estado. O Banco Mundial, por exemplo, usa essa estratégia para criar uma matriz na qual um dos eixos reúne as categorias de indicadores agregados e no outro, os três grupos indicados pela OECD.

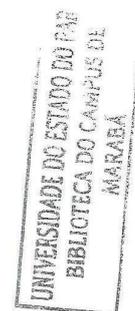
Essas propostas metodológicas aqui expostas são caminhos simples de organização de dados. Hoje, vários pesquisadores preocupam-se em estruturar os indicadores e parâmetros correlatos na forma de modelos que orientem a seleção de indicadores e permitam melhor entendimento e descrição dos sistemas ambientais estudados.

a classificação de indicadores

Diversos autores enfatizam a importância da construção de um modelo para classificar e sistematizar conjuntos de indicadores. De forma geral, esses modelos são capazes de representar as relações de causa e efeito, explicitando os âmbitos que compõem o meio, ou seja, o natural, o **antrópico**, o **antropizado**, o institucional, o econômico e o social. Sob o enfoque de desenvolvimento sustentável, eles expressam metas (como exploração a partir da capacidade suporte, respeito às necessidades humanas básicas), agrupam indicadores por setores governamentais (como saúde e transporte) e preocupam-se em apontar temas de interesse comunitário (como lixo e emprego).

O modelo mais citado em planejamento é o de Pressão-Estado-Resposta desenvolvido pela OECD, publicado em 1994 e revisado em 1998. A base de sua construção é a causalidade: as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente, alterando a quantidade e a qualidade de recursos naturais, ou seja, mudando o seu estado. As mudanças afetam a qualidade do ambiente. A sociedade responde a essas mudanças ambientais com políticas ambientais, econômicas ou setoriais (a resposta da sociedade), almejando deter, reverter, mitigar ou prevenir os efeitos negativos da pressão do homem sobre o meio. Para cada fator de causalidade deve haver um conjunto específico de indicadores ambientais que responderão por suas características internas, ou de relação com os outros dois fatores vizinhos. Assim, o modelo organiza-se em três blocos de indicadores, ou seja, de pressão, de estado (ou condições do meio) e das respostas sociais (Fig. 4.2).

Os indicadores ambientais de cada fator de causalidade são reordenados por afinidade temática. Assim, por exemplo, em relação ao fator pressão, pode-se categorizar indicadores dentro dos setores de transportes, energia e agricultura. Como fator estado pode-se reunir os indicadores nos temas biodiversidade, eutrofização, contaminação tóxica, paisagens culturais, degradação do solo etc. Para o tema biodiversidade seria possível ter os indicadores diversidade de espécies, complexidade estrutural dos remanescentes vegetacionais, espécies raras, endêmicas, em extinção etc.



Desta forma, em cada compartimento do modelo representado por um fator de causalidade abre-se uma rede múltipla e sistematizada de indicadores. Os grupos ordenados dentro do compartimento devem ser capazes não só de diagnosticar os fatores de causalidade como relacioná-los. Assim, cada setor do compartimento pressão, com seu conjunto específico de indicadores ambientais (como, por exemplo, transporte), deve estar ligado às políticas setoriais do fator resposta (políticas em transporte). A Fig. 4.3 é um pequeno exemplo de aplicação desse modelo em um trabalho que teve por objetivo quantificar e qualificar indicadores usuais em planejamento ambiental.

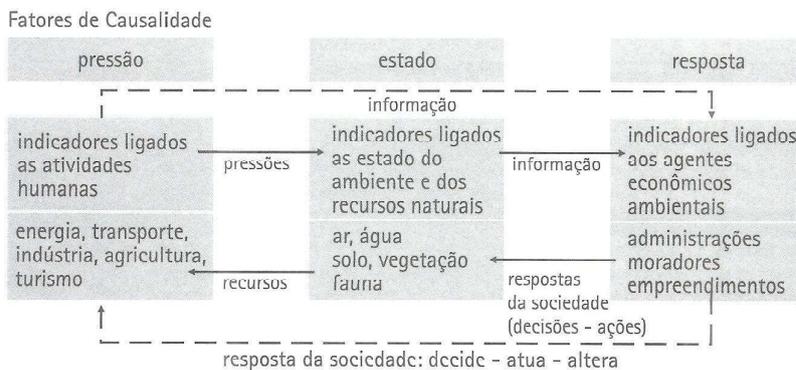


Fig. 4.2 Modelo pressão-estado-resposta (PER). Fonte: Adaptado de OECD, 1994

abrangente e apropriado para reunir indicadores econômicos, sociais e institucionais que se relacionam às atividades humanas, processos e padrões de impacto.

Também é importante considerar que indicadores de pressão sobre o ambiente referem-se somente às ações humanas sobre o meio. Nesse contexto, o efeito reduz-se à definição de impacto como consequência da atividade do homem e não abre espaço para as mudanças causadas pelos eventos naturais, que podem ser fortes fontes de pressão. As temáticas ou setores indicados pela OECD também não costumam se ajustar a planejamentos regionais, dado o seu enfoque global ou generalizado de apresentação. Alguns planejadores têm tentado listar temáticas globais em função das características regionais, mas não têm alcançado o sucesso esperado. Enfim, para planejamento ambiental, o modelo Pressão-Estado-Resposta é interessante, mas alguns ajustes sempre devem ser feitos, seja na estrutura do modelo ou em sua interpretação.

Estudiosos do assunto, como Gouzee, Hammond e suas equipes (1995), também adaptaram o modelo Pressão-Estado-Resposta por meio do agrupamento dos indicadores ambientais em índices relacionados a quatro temas: recursos renováveis e não-renováveis (indicadores da apropriação de matéria e energia pelo homem), poluição e contaminação (indicadores da introdução de elementos no meio e alterações no fluxo de resíduos e poluentes pelo homem), capacidade de resposta do meio às intervenções humanas (indicadores da diminuição da capacidade do meio em fornecer benefícios ao homem ou dar suporte à vida) e ameaças à saúde e ao bem-estar humano (indicadores da exposição do homem aos fatores de risco e consequências à saúde). Esses autores priorizaram os indicadores de pressão.

Winograd (1995) também adaptou o modelo da OECD pela inclusão de outras categorias de indicador (modelo Pressão/Estado-Impacto/Efeito-Resposta). Além da tríade pressão-estado-resposta, considerou indicadores dos impactos sobre o ambiente e a sociedade, e indicadores dos progressos para a sustentabilidade, que procuravam identificar as possíveis pressões, efeitos e respostas, em cenários alternativos simulados. Um ano depois da apresentação desse modelo, Winograd e Uriñ propuseram a substituição dos indicadores dos progressos para a sustentabilidade por indicadores de gestão, com o intuito agora de observar os instrumentos e mecanismos de gestão, a capacidade institucional e a execução de normas, planos e projetos, bem como as políticas a serem criadas.

Smeets e Weterings (1999) sugerem uma adaptação do modelo Pressão-Estado-Resposta para Força Condutora-Pressão-Estado-Impacto-Resposta. A descrição de impacto é semelhante à de Winograd, ou seja, quando o estado do ambiente muda, ocorrem impactos na saúde humana e sobre os elementos da natureza, gerando respostas da sociedade sobre as forças condutoras, as pressões, ou o estado. Força condutora é o agente que induz ao desenvolvimento da sociedade e às correspondentes mudanças no estilo de vida, níveis de consumo e padrões de produção. E tais mudanças causam pressões ao ambiente. Este modelo reduz um pouco o problema da linearidade causa-efeito, dada a apresentação das interações entre a resposta da sociedade e os outros compartimentos do modelo. Amplia ainda a tipologia para os indicadores, que passam a ser agrupados em indicadores: descritivos (que diagnosticam as forças, pressões, estados,

Esse modelo é bastante atraente, pois estabelece uma forma clara e sistemática de organizar um conjunto grande de indicadores, fatores e elementos do meio. No entanto, sugere, pela própria construção, uma interação linear entre os fatores, o que não se concretiza na maioria dos ambientes. De forma geral, as relações são intrincadas e complexas. É difícil para os planejadores definir um indicador dentro de um único fator de causalidade, pois muitas vezes, em um determinado tempo, ele mede pressão e, em outros, resposta. Em outras palavras, os efeitos de determinadas ações são causas de outros. Outras vezes, é difícil definir dentro do modelo um determinado indicador. De acordo com o Development Watch, por exemplo, o termo pressão deveria ser substituído pelo termo força condutora que, segundo os planejadores, é mais

impactos e respostas), de desempenho (que comparam e medem a distância entre as condições reais e as almejadas), de eficiência (que indicam a relação positiva ou negativa entre o processo e o produto e sua matéria-prima, de fonte natural ou das emissões e resíduos gerados por unidade de produto esperado) e de bem-estar total (que integram as dimensões econômica, social e ambiental numa medida única de bem-estar).

Cairns e colaboradores (1993), preocupados com o monitoramento do meio, sugerem a construção de um modelo a partir da compartimentação dos indicadores classificados em: indicadores de conformidade (respondem se os objetivos previstos ao monitoramento estão sendo atingidos), indicadores de diagnóstico (reconhecem as causas de desconformidade) e indicadores de prevenção (identificam problemas antes que acarretem impactos ao meio).

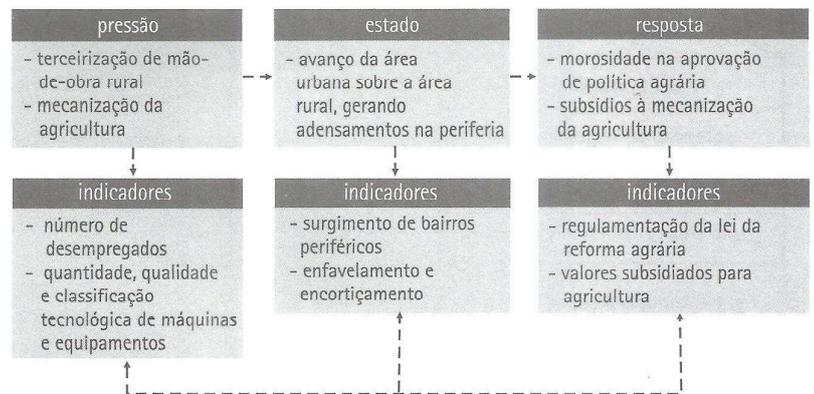


Fig. 4.3 Ilustração da aplicação do modelo PER

O modelo tridimensional de Fidalgo, 2003, baseado em Bakkes e colaboradores (1994) propõe classificar os indicadores em três eixos comparados entre si como uma matriz tridimensional (Fig. 4.4), com vistas ao planejamento. O primeiro eixo refere-se aos objetivos e propósitos em cada etapa do trabalho (diagnóstico, prognóstico, monitoramento), o segundo eixo contém temas envolvidos (recursos hídricos, vegetação natural, acidificação, eutrofização) e o terceiro eixo refere-se às relações de causa e efeito, conforme descrito pela OECD.

Apesar do esforço dos pesquisadores em adaptar ou melhorar o modelo pressão-estado-resposta, até o presente momento as dificuldades de sua aplicação prática continuam. A revista científica *Ecological Modelling* vem, nos últimos anos, apresentando publicações nessa direção, mas sempre destacando discussões sobre a ambigüidade de classificação dos indicadores e sobre a dificuldade em obter indicadores ajustados aos modelos e em evidenciar as relações no espaço. Além disso, segundo afirma a própria OECD, há uma vontade ou necessidade de preponderar o uso de indicadores de pressão em detrimento dos de estado, pela dificuldade em obter a informação, em tempo real, das condições do meio ou pelo seu custo, o que desequilibra a interpretação do modelo. Apesar das dificuldades da aplicação dos modelos, deve-se reconhecer que essas classificações permitem, com maior eficiência, atribuir e avaliar as medidas ou alternativas indicadas nas etapas finais do planejamento. Assim, por exemplo, julga-se um bom planejamento ambiental aquele que atua fortemente sobre os indicadores de pressão, pois isso significa atuar sobre as fontes dos problemas. Assim, a melhoria do estado do ambiente é uma consequência esperada e a sociedade investirá menos para mitigar impactos. Se as alternativas finais incidem sobre os indicadores de estado, então são apresentadas muito mais medidas remediadoras ou minimizadoras dos problemas identificados. Futuramente, estes problemas poderão acentuar-se, uma vez que não foi controlada a fonte geradora. É dessa forma, por exemplo, que se constroem planejamentos que atuam sobre as demandas e não sobre os limites potenciais do meio. É também dessa forma que se criam planejamentos que não visam a mudar políticas, encontrar soluções junto à sociedade, nem trabalhar sobre os princípios de equidade social e equilíbrio ambiental, como dita o ideal do desenvolvimento sustentável. Esses modelos permitem, no mínimo, identificar os indicadores usados no estudo e observar, com objetividade, os seus caminhos decisórios, comumente só percebidos nas entrelinhas do trabalho.

a ponderação

Como visto nos itens anteriores deste capítulo, as etapas de trabalho em relação aos indicadores compreendem (a) sua identificação, (b) a identificação dos parâmetros que respondem pela análise do indicador, (c) a avaliação da qualidade do dado ou informação que responde sobre os parâmetros e indicadores, (d) a seleção do método para coleta dos dados que compõem os parâmetros e indicadores, e (e) a aplicação de um método para estruturação e classificação dos indicadores. Com grande frequência, a qualificação e classificação dos indicadores denotam que é necessário atribuir graus diferentes de importância aos parâmetros ou aos próprios indicadores. Essa prerrogativa se expressa, preferencialmente, por meio da atribuição de pesos ou expoentes às informações obtidas, de forma que se criem graus de importância relativa. A ponderação, algumas vezes, supera seu objetivo de expressar, de forma quantitativa, a importância dos indicadores voltados ao diagnóstico. Pesos podem também ser atribuídos para valorização de critérios que avaliam as diferentes alternativas levantadas nas comparações finais do planejamento.

A decisão sobre os valores do peso ou expoente a ser aplicado aos parâmetros e indicadores depende da aplicação de métodos de ponderação. Apesar da existência de inúmeros métodos, a valoração das informações é sempre uma difícil

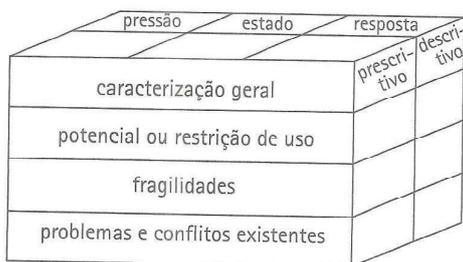


Fig. 4.4 Ilustração do modelo tridimensional baseado em Bakkes. Fonte: Fidalgo, 2003 (modificado)

tarefa. A maioria dos métodos admite que os valores atribuídos aos elementos ponderados são subjetivos, de forma comum enunciados pelos chamados opinadores – especialistas a quem se confia a tarefa de tal decisão. Desta maneira, o resultado é dependente de fatores como o tipo de formação do opinador, o grau de informação que ele tem sobre os elementos a serem valorados ou até mesmo em função das características de sua personalidade, como tendências pessoais de atribuir valores sempre altos, ou sempre baixos. Deve-se considerar que existem valores que são dados dentro de uma visão da importância técnica do elemento, outros valores em função de sua importância socioeconômica, outros em função das expectativas pessoais, outros porque, intuitivamente, o opinador deixa-se afetar pelo custo gerado pela ação corretiva deduzida do elemento, e assim por diante. Por esta razão é muito comum que os valores atribuídos por um grupo de indivíduos estejam em conflito com os valores que outro grupo estabelece.

A eficiência da valoração dependerá, sobretudo, da rigidez do método em identificar estas deficiências e corrigi-las o máximo possível, como também do número e diversidade de indivíduos que atuam como opinadores, de forma a obter melhores médias.

A APLICAÇÃO E OS LIMITES NO USO DE INDICADORES

Muitos autores alertam sobre os erros cometidos durante o levantamento e interpretação de indicadores ambientais. Os indicadores ambientais devem ser entendidos como parte do processo de planejamento, e não um fim em si mesmos. É preciso tomar muito cuidado, priorizando o uso da informação e não sua simples obtenção. Aqueles que buscam construir um banco excessivo de dados, sem estruturá-los e organizá-los devidamente, poderão terminar seu trabalho na etapa do diagnóstico, o que, sem dúvida, frustra o planejamento ambiental.

Os indicadores são apenas instrumentos de análise que podem levar a leituras errôneas ou necessitar de informações complementares. Se interpretados dentro de seu contexto, se retratarem as condições de pressão, de qualidade ou o estado do meio e das respostas da sociedade, esses possíveis erros serão minimizados.

Em planejamento, é importante lembrar sempre que os indicadores devem ser compreendidos pelo usuário ou por quem fará parte do processo de decisão. Sua função de comunicação é imprescindível para o planejador que pretende trabalhar para e junto aos grupos sociais.

Hoje, a maior falha no uso de indicadores é a incapacidade dos planejadores de avaliar sua eficiência e eficácia nos resultados do planejamento. Como medir, objetivamente, se uma informação é de boa qualidade, bem formulada e representativa da realidade? Como se mede a relação esperada entre o conjunto de indicadores utilizados e as alternativas propostas? Os resultados fazem jus à qualidade dos dados? Estas são questões atuais às quais se deve estar atento. Para reduzir essas subjetividades é necessário definir, num futuro próximo, um conjunto sólido de critérios que permita aos planejadores ou aos órgãos oficiais e agências de planejamento elaborarem tais julgamentos (veja Cap. 8).

Pelas considerações apresentadas, é claro que não se tem ainda uma verdadeira compreensão da realidade de uma área planejada, bem como das conseqüências advindas de ações humanas, ou mesmo das alterações naturais. O produto do diagnóstico é parcial, sujeito a erros e de difícil avaliação, uma vez que não sabemos julgar com precisão os caminhos para a seleção e a qualidade dos indicadores que levaram a esse resultado. Estar sujeito a essas considerações reforça o conceito de que planejamentos devem ser permanentemente revistos e adequados às transformações não diagnosticadas ou mal interpretadas no trabalho inicial. São as retroalimentações e a interpretação contínua ao longo do tempo que constroem alternativas cada vez mais sólidas e ligadas ao mundo real.

LEITURA RECOMENDADA

OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development). Towards sustainable development: environmental indicators. Paris, 1998.

BAKKES, J. A. et al. An overview of environmental indicators: state of the art and perspectives. UNEP/Environmental Assessment Technical Reports, 94-01; RIVM/402001001. UNEP/Dutch National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM). Nairobi, 1994.

Para compreender um território com uma visão holística, o planejamento ambiental faz uso das diversas disciplinas construídas ao longo da história da Ciência, que por sua vez, desconstruíram o todo em partes ou elementos, constituindo cada qual uma temática ou tema para estudo. Não se pode perder de vista que cada disciplina desenvolveu sua própria história, conceitos e métodos. Juntar partes de cada uma pensando formar uma metadisciplina que retome o conceito do todo indivisível é, no mínimo, um terrível engano.

TEMÁTICAS E TEMAS USADOS EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL

CAPÍTULO CINCO

O objetivo do planejamento ambiental é estabelecer normas para territórios complexos e, para tanto, ele precisa estar suficientemente ligado à realidade em seus múltiplos aspectos. Tem que interpretar o meio em relação à sua composição, estrutura, processo e função, como um todo contínuo no espaço. Por essa razão, seu diagnóstico procura compreender o meio de forma global, por intermédio do levantamento de dados ligados a diversas disciplinas. A tendência é apresentar as disciplinas numa seqüência que represente a evolução das transformações e a velocidade de mudança no espaço estudado. Assim, o inventário principia pelos elementos climáticos e geológicos e caminha em direção às disciplinas que falam da ação do homem no espaço. Os temas que abordam as características dos objetos e das ações humanas fundamentam o debate de todos os outros temas do planejamento. Afinal, eles revelam a coerência (ou incoerência) entre a estrutura espacial, dinâmica populacional e condições de vida da população e, ainda, traduzem o significado social e político do que foi descrito como estado do meio pelos temas do meio físico e biológico.

Existe uma vertente de planejamento cuja preocupação central é o estabelecimento de políticas baseadas na análise da tecnologia desenvolvida e distribuída na sociedade e a velocidade de mudança a ela associada. Alguns planejadores esforçam-se em associar esta vertente com a de cenários construídos por meio de imagens de sensores remotos e dados estatísticos. Nessa tentativa, muitos conceitos, premissas e métodos se chocam, sendo um caminho em que muito há de se caminhar.

Na sistematização da apresentação das disciplinas é necessário compreender que existem, pelo menos, dois níveis de informação a serem considerados: o das temáticas e o dos temas. O tema refere-se a uma determinada matéria que contém conceitos e métodos particulares. Cada tema é um núcleo próprio de dados que gera uma composição específica de informações. Nesta proposta de sistematização, o clima, a geologia, a vegetação, o uso da terra, a renda e a educação da população são exemplos de temas. Algumas vezes, o tema é subdividido em subtemas, como, por exemplo, o clima, dividido em precipitação e temperatura.

Os temas podem ser derivados, ou seja, pode-se construir um conjunto de informações que abrangem dois ou mais temas. Assim, por exemplo, a declividade é um tema derivado, pois seus dados de entrada originam-se dos resultados obtidos por outro tema – curvas de nível. Conceitua-se temática como um conjunto de temas que, quando associados, permitem uma análise que é a síntese de uma fração particular do meio.

A interdisciplinaridade nos planejamentos ambientais brasileiros foi inicialmente criada mais por exigência da prática que por teoria e método, resultando numa metadisciplina formada de partes do conhecimento. Na realidade, apesar de várias tentativas e avanços nessa questão (veja Cap. 7), até hoje não se tem clareza conceitual e metodológica acerca do caminho para se unir os temas, de forma a recriar, efetivamente, a paisagem global e as suas múltiplas relações de estado, pressão e resposta. Vários planejadores sugerem adotar o termo transdisciplinaridade ao invés de interdisciplinaridade, justamente porque reflete melhor a necessidade de vincular os temas numa única direção, sempre relativizando a importância de um em relação aos outros. A transdisciplinaridade exige procedimentos e conceitos simples, comuns e pré-estruturados, de forma que possam ser entendidos pelas diferentes disciplinas. Além disso, deve-se manter o conhecimento especializado original, para preservar a qualidade do trabalho. Pode-se dizer que até o presente momento, esse é um discurso teórico, pressuposto em pesquisa e prática.

Nessa questão também é vital ter o cuidado de não cair no enciclopedismo e acreditar que a apresentação de um número infindável de temas e informações resulte, automaticamente, em um produto que reflita o meio indivisível.

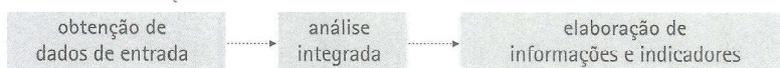
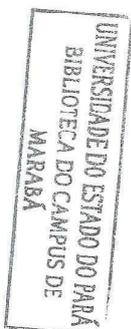


Fig. 5.1 Representação do tratamento metodológico comumente adotado em diagnóstico ambiental

DIAGNÓSTICO E TEMAS AMBIENTAIS

O diagnóstico é um momento do planejamento que envolve, pelo menos, três fases, cada qual compreende um processo: a seleção e obtenção dos dados de entrada, a análise integrada e a elaboração de indicadores que servirão de base para a tomada de decisão (Fig. 5.1).

Os dados, informações ou parâmetros de entrada, de diferentes naturezas (veja Cap. 4), costumam ser agrupados em temas simples e derivados, que facilitam a compreensão e a descrição do meio. Não existe um único conjunto de temas para todos os planejamentos ambientais. Assim, não há uma padronização pré-estabelecida de conteúdo temático (quadro 5.1). No entanto, alguns deles são muito frequentes, como os que retratam as pressões humanas e o estado do meio em seus diferentes planos (Fig. 3.7).

O estado do meio costuma ser avaliado por temas relacionados aos aspectos físicos (climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrologia) e biológicos (vegetação e fauna). As pressões são verificadas pela avaliação das atividades humanas, sociais e econômicas (uso da terra, demografia, condições de vida da população, infra-estrutura de serviços). Já as respostas da sociedade às pressões podem ser observadas pelos aspectos jurídicos, institucionais e de organização política. É óbvio que esta sistematização é simplista e, se por um lado facilita a interpretação, por outro costuma gerar polêmica sobre a representatividade dos elementos que compõem o espaço, bem como sobre a adequação da atribuição de um dos papéis de força motriz, ou pressão, ou estado, ou impacto ou resposta para cada tema.

No Brasil, apesar de se reconhecer que o sucesso de um planejamento depende dos temas escolhidos, é muito raro encontrar justificativas sobre sua seleção, e do conteúdo de cada um deles. A prática mostra que é comum essa decisão basear-se na disponibilidade dos dados de entrada. Quando o planejador reconhece a importância de um determinado tema que não foi apresentado, acaba por propor a realização de

Sobre os 11 planejamentos:

Quanto à localização geográfica, quatro dos 11 planejamentos situam-se no Centro-Oeste envolvendo uma área superior a 1,3 milhões km². São o Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso; o Zoneamento Geoambiental e Agroecológico da Região Nordeste de Goiás; o Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguaí; e o Zoneamento Ambiental da Borda Oeste do Pantanal.

Dois planejamentos situam-se na região Nordeste, totalizando uma área de 223 mil km². São o Diagnóstico da Qualidade Ambiental da Bacia do Rio São Francisco, Sub-bacias Oeste Baiano e Sobradinho, e o Plano de Manejo da Reserva Biológica de Barra do Una.

Três dos planejamentos situam-se na região Sudeste, totalizando apenas 9 mil km². São o Macrozoneamento do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia; o Plano de Gestão Ambiental do Parque Estadual Intervales; e o Plano da Bacia do Alto Tietê.

Um planejamento é da região Sul – o Plano de Manejo do Parque Nacional do Iguaçu, com 2 mil km², e um, na região Norte: Zoneamento Ecológico-econômico da Área Sul do Estado do Amapá, com 25 mil km².

Quadro 5.1 Resultado da análise de 11 planejamentos ambientais sobre os temas abordados em seus diagnósticos

TEMA	DADOS, SUBTEMAS	PROPORÇÃO, %
clima 91%	precipitação	91
	temperatura	82
	classificação climática	73
	umidade relativa do ar	55
	insolação / nebulosidade	45
	ventos	36
	balanço hídrico	36
	radiação solar	18
	massas de ar	18
	pressão atmosférica	9
geologia 100%	unidades geológicas (descrição da estrutura, litologia e/ou evolução ou 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
	qualidade de água	45
	uso e consumo de água	45
	fontes de poluição	36
arqueologia 36%	sítios arqueológicos (localização ou identificação de áreas de ocorrência potencial)	100
fauna 64%	espécies (identificação de locais de ocorrência, habitat, dieta, abundância, status, endemismo, espécies migratórias e de importância econômica)	100
vegetação 100%	tipos de vegetação	100
	espécies (riqueza, status, 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)	64
estrutura fundiária 82%	distribuição dos estabelecimentos	55
	condição do produtor	45
	projetos de colonização e assentamentos	36
	situação fundiária das UCs	27
	situação jurídica das áreas indígenas	9
	ocupações de terra (localização)	9
aspectos culturais e da organização social e política - 64%	cultura popular	45
	cultura indígena	9
	cultura quilombola	9
	organização social e política	27
demografia e condições de vida da população 82%	demografia	-
	saúde	64
	trabalho e renda	64
	educação	55
	condições de moradia	36
	outros (lazer, propriedades de veículos, de aviões, etc.)	45
infra-estrutura de serviços 82%	saneamento	82
	saúde	73
	transporte	73
	energia elétrica	55
	educação	36
	comunicação	36
	infra-estrutura das uc's	27
	lazer	27
	habitação	18
	segurança pública	18
aspectos jurídicos e institucionais 82%	legislação ambiental	55
	programas ou projetos ambientais existentes	36
	identificação de instituições e sua atuação	27

Fonte: Fidalgo, 2003 (modificado)

estudos, pesquisas ou monitoramentos "mais pormenorizados". São raros os planejamentos que optam por realizar levantamentos de dados primários, ao menos em áreas reduzidas (mas estatisticamente significantes), de forma a fortalecer o diagnóstico e, em consequência, as decisões.

Além disso, existe uma fragilidade muito grande nos planejamentos quanto à apresentação das relações entre estado, impacto e resposta. Assim, por exemplo, seleciona-se um tema básico – como curvas de nível –, para extrapolar um resultado indicador da inclinação do terreno – declividade. As relações desse indicador com o potencial agrícola e com a erosão são quase sempre muito claras. No entanto, quando se trata de relacioná-lo com a conservação da fauna, ou diversidade da flora, o mais comum é que esses elos passem despercebidos. Sob essas condições, as interpretações da complexidade do meio ficam pobres. Nesse caso, é mais razoável trabalhar com um número menor de temas, mas que apresentem dados de entrada espacial e temporalmente bem definidos e relacionados.

Essas limitações adicionam-se a outros procedimentos usuais inadequados (apresentados em outros capítulos) que, em conjunto, têm distanciado o planejamento ambiental do rigor exigido pela ciência. Se assim ocorre, o planejamento não pode ser visto como matéria de pesquisa científica.

Em planejamento ambiental é aconselhável que os temas ou indicadores sejam representados no espaço, pois esta estratégia facilita a interpretação, integração e manejo das informações por meio de documentação cartográfica. Podem ser mapeados quaisquer elementos do meio, seja físico, biótico, social, econômico ou cultural. Porém, a capacidade de representação dos fenômenos está diretamente limitada à subjetividade do dado de entrada, à abrangência no espaço ou ao tipo de informação. Assim, mapeamentos auxiliam a compreensão sobre o meio, mas não podem ser entendidos como ferramenta única para a tomada de decisão.

GEOLOGIA

A maior parte dos planejamentos ambientais apresenta dados referentes à geologia, quase sempre espacializados em mapas cujo objetivo é fornecer informações litológicas e estruturais do substrato rochoso da área planejada e subsidiar os estudos relativos à ocorrência de minerais e materiais de importância econômica, tanto de rochas quanto de depósitos inconsolidados.

De forma geral, o substrato rochoso e o clima são os primeiros tópicos a serem tratados em planejamento. Essa estrutura se deve ao fato de que os estudos geológicos apresentam as informações mais remotas sobre a formação, a evolução e a estabilidade terrestre, e auxiliam muito na construção dos cenários passados e atuais. Os planejamentos utilizam dados secundários e, algumas vezes, sistematizam e ajustam mapas geológicos existentes por meio da interpretação de imagens de sensores remotos e trabalhos de campo.

No Brasil, o padrão é compilar cartas topográficas e geológicas, ajustando-as com imagens de radar ou satélite TM. Desta forma, a sistematização dos dados envolve atualização e uniformização da legenda do mapa e transferência dos dados para uma base geo-referenciada. As informações mapeadas costumam ser modeladas em SIG (Sistema de Informação Geográfica) (veja Cap. 8). São, simultaneamente, levantados dados em empresas de mineração sobre ocorrências de lavras e garimpos e no DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), sobre as solicitações de pesquisa e licença de lavra. Os trabalhos de interpretação e campo são entendidos como complementares, sendo comum o produto final ter uma escala determinada pelos mapas geológicos existentes, ou seja, entre 1:500.000 e 1:250.000 (Fig. 5.2).

Esses estudos costumam indicar as unidades geológicas, sua estrutura, estratigrafia, litologia e evolução. As informações servem para a análise dos tipos e da dinâmica superficial dos terrenos. Elas subsidiam as interpretações sobre o relevo, solo e processos de erosão, entre outros dados. Como produto, definem e valorizam a composição, disposição, origem e evolução das rochas e minerais; indicam minérios; e ainda permitem ao pesquisador deduzir a permeabilidade do solo, o tipo de vegetação e a disponibilidade de água superficial e subterrânea e de recursos minerais. Acima de tudo, essas informações demonstram a capacidade de suporte das ocupações e ações

humanas sobre o meio físico. Alguns estudos definem as características mecânicas das rochas para relacioná-las com a capacidade de suporte às macroestruturas. Os aspectos geotécnicos caracterizam o comportamento físico-mecânico dos materiais e deduzem suas respostas às interferências humanas. Algumas vezes, apresentam índices que auxiliam a interpretação, como, por exemplo, o índice de resistência das rochas ao processo natural de erosão. Outros apresentam mapas espeleológicos, com a localização de grutas, cavernas, tocas e abismos. Outras vezes, quando educação ambiental tem um grande peso no planejamento, a interpretação das formações geológicas e do substrato rochoso também deve estar voltada para a definição de programas educacionais.

Por meio dessas estratégias, diferenciam-se várias unidades de mapeamento, pressupondo-se que, em cada uma delas, haja uma semelhança cronolitoestratigráfica, de forma que o comportamento da unidade frente a uma atividade seja similar.

Como as mudanças geológicas ocorrem em uma grande escala temporal, os dados geológicos são mais estáveis, ou seja, seus processos dinâmicos são mais contínuos no tempo e espaço, sendo uma informação confiável como unidade espacial. Além disso, são dados secundários de fácil obtenção e não exigem ter data recente. Por outro lado, a transformação do dado geológico em informação ou indicador não é tão simples assim. É necessário um ótimo geólogo que consiga traduzir ou transcodificar o dado acadêmico para uma linguagem que permita entender o substrato geológico quanto à sua dinâmica físico-química, relações com outros elementos do meio, potencialidades e limitações no espaço superficial e no subsolo.

CLIMA

O clima, o substrato rochoso e o relevo são os temas de maior hierarquia para caracterizar e ordenar as paisagens. Como tema de diagnóstico, o estudo do clima busca esclarecer a influência desse elemento na vida, na saúde, na distribuição e nas atividades humanas da área planejada (quadro 5.2). Em larga escala temporal, os dados permitem reconhecer a influência do clima sobre o solo, a fauna e a flora, auxiliando na compreensão do cenário atual.

Sob esses princípios, o clima deve ser relacionado aos outros temas e, para tanto, são necessários dados de longo prazo e inúmeras variáveis. No entanto, é bastante raro um planejamento ambiental que considere todo o conjunto de condições meteorológicas (precipitação, temperatura, umidade, pressão atmosférica, radiação solar, insolação e ventos) de sua área de estudo. A maioria dos trabalhos prende-se a duas variáveis apresentadas como subtemas: a precipitação e a temperatura (quadro 5.1). Alguns dados são levantados em função de especificidades locais, como a caracterização de períodos de cheias e secas, ilhas de calor ou inversão térmica.

Sempre que possível, o planejador utiliza séries históricas de dados obtidos em postos pluviométricos e estações meteorológicas espalhados pelo País. A literatura reconhece a necessidade de utilizar médias de pelo menos 30 anos de registros contínuos. Infelizmente,

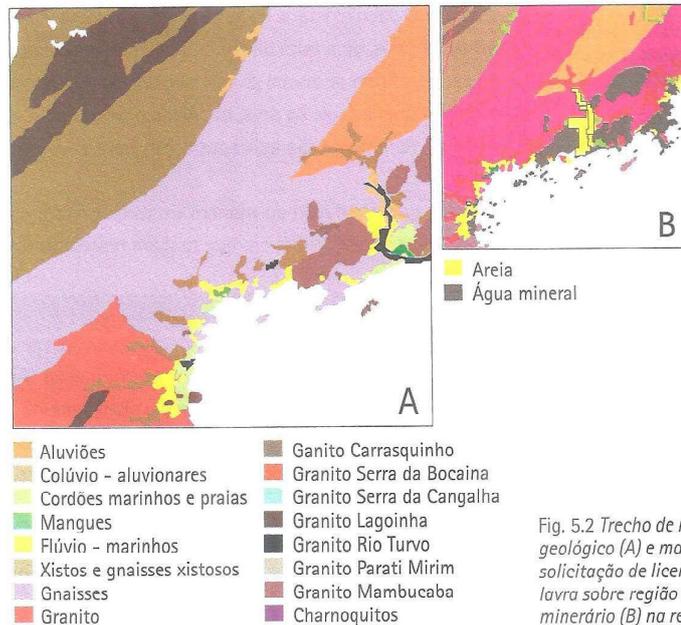


Fig. 5.2 Trecho de mapa geológico (A) e mapa de solicitação de licenças de lavra sobre região de potencial mineral (B) na região de Angra dos Reis. Fonte: MMA, 2001 (modificado)

Quadro 5.2 As relações de causa e efeito entre fatores climáticos e condições específicas do meio podem orientar sobre os tipos de doenças que ameaçam uma população

FATOR	CAUSA/EFEITO	POTENCIAL PARA DESENVOLVIMENTO DOS AGENTES PATOGENICOS
precipitação	altas precipitações determinam a formação de criadouros de insetos-vetores e a manutenção de larvas de ovos de helmintos.	<i>Aedes aegypti</i> <i>Aedes albopictus</i> <i>Anopheles spp</i> <i>Ascaris lumbricoides</i> Larvas de ancilostomatídeos <i>Strongyloides stercoralis</i>
vento	a direção e velocidade do vento controla a dispersão de poluentes, promovendo maior sensibilidade da população aos agentes.	agentes alérgicos predispondo a agente oportunista.

Fonte: Aguiar et al., 1999 (modificado)

esta é uma condição rara. Falhas corriqueiras são a inexistência de estações completas, ausência de dados dos últimos 10 ou 20 anos, ou a falta de continuidade de dados recolhidos de diferentes séries temporais. Também é comum que os dados refiram-se a uma só variável, ou não possam ser extrapolados para toda a área de estudo, ou correspondam a uma pequena faixa da área, ou, ainda, que os dados de duas estações abrangendo a área de estudo tenham séries diversas. Raramente são aplicados testes para a seleção das séries históricas.

Mais do que a redução do número de variáveis, o grande problema para o planejamento em relação ao clima é a ausência de séries confiáveis, que tenham representatividade e que sejam espacial ou temporalmente reproduzíveis.

Os planejamentos se esforçam em apresentar, pelo menos, os subtemas precipitação e temperatura, que são fenômenos essenciais do ciclo hidrológico. A evapotranspiração, apesar de seu grande interesse prático para agricultura e atividades florestais, raramente é apresentada como informação. O mesmo pode-se afirmar para **radiação e insolação**, que podem responder a questões importantes para o planejamento, como adequação e temporalidade do turismo, construção ou crescimento de cultivos agroflorestais. O vento, raramente caracterizado (direção, intensidade e velocidade), afeta os fenômenos de dispersão de contaminantes, polinização, produção de energia, prejuízos à vegetação.

De forma geral, o planejamento trabalha em nível de macroclima e mesoclima, ou seja, utiliza dados atribuídos a grandes regiões ou zonas climáticas, ou descreve o clima geral e as alterações resultantes dos aspectos da paisagem, como relevo e altitude. São raros os trabalhos que descrevem o microclima. Portanto, o tema clima costuma apresentar os dados sistematizados em macro ou mesoescala. No Brasil, esta decisão deve-se, basicamente, à ausência de dados pontuais e suficientemente abrangentes a uma região. A ausência de estações meteorológicas e a deficiência das estimativas amostrais – pelo custo ou pela falta de tempo para pesquisa – são as causas desse problema. Em consequência, apesar do reconhecimento da importância do tema para tomadas de decisão, principalmente no que se refere ao uso da terra, as informações são generalizadas e muito pouco utilizadas para o ordenamento do espaço e o levantamento de alternativas regionais. Como forma de atenuar tais limitações, costuma-se descrever as feições locais que afetam diretamente a caracterização realizada em escala mais generalizada. Assim, assinalam-se as barreiras naturais que podem mudar ou gerar fenômenos, como a variação topográfica do relevo, produzindo o efeito orográfico e intervindo na orientação das massas de ar; os vales e depressões, que interferem no movimento dos ventos locais; as encostas e vertentes, cuja exposição e orientação alteram a distribuição da radiação; massas de água, que alteram umidade e temperatura; cor, tipo e rugosidade da vegetação e solo, que alteram radiação; e presença de núcleos urbanos.

Os dados de entrada para o diagnóstico são obtidos de órgãos oficiais como o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a ANA (Agência Nacional de Águas) ou o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Eles são sistematizados, agrupados, trabalhados estatisticamente e apresentados em gráficos, tabelas ou mapas interpolados ou com **isolinhas**. Podem ser apresentados mapas de isolinhas como isoietas (isolinhas de precipitação pluviométrica) e isotermas (isolinhas de temperatura), bem como características de duração do fenômeno (por exemplo, número de dias em que a média de temperatura é maior que 12° C) e frequência (como frequência média de dias de chuva ou seca). São menos comuns dados de frequência acumulada (por exemplo, precipitações acumuladas em um determinado período de tempo) e relação intensidade-duração-frequência (intervalos de recorrência ou retorno relativos à precipitação), entre outros (Fig. 5.3).

Gráficos e diagramas são muito utilizados para representar a variação, os ciclos e a variabilidade dos parâmetros ao longo do tempo. Quando se tem dados consistentes, são apresentados os diagramas de **balanço hídrico** ou climodiagramas, que informam sobre a quantidade, o excedente e o déficit hídrico durante as diferentes estações (Fig. 5.3). Muitas dessas informações são transformadas em índices, cuja complexidade é função do número de subtemas que agrupam.

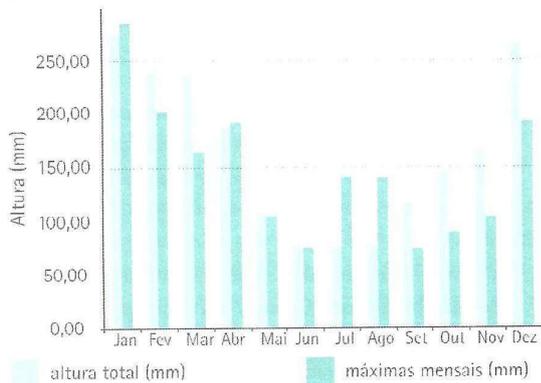
Os resultados estimam riscos de seca, inundações, períodos propícios ou inadequados a culturas agrícolas, probabilidade de perda de colheita, rendimento de colheitas. As informações hidroclimatológicas subsidiam planos de irrigação, alternativas para conservação do solo, obras de engenharia e avaliação dos impactos decorrentes da mudança de uso do solo.

ETAPA 01 - Coleta de dados - exemplo de ficha de coleta de dados

	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	ano
Temperatura Média (°C)													
Temperatura Máxima (°C)													
Temperatura Mínima (°C)													
Precipitação Total (mm)													
Evaporação Total (mm)													
Umidade Relativa (%)													

Fig. 5.3 Ilustração dos passos e possíveis resultados apresentados em planejamento sobre o tema clima.

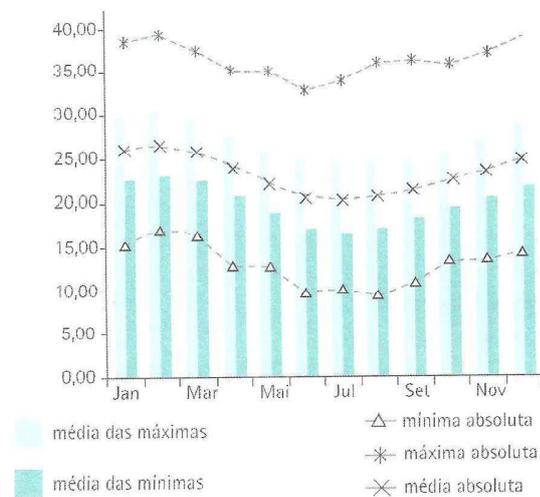
ETAPA 02 - Sistematização dos dados - exemplo de gráficos



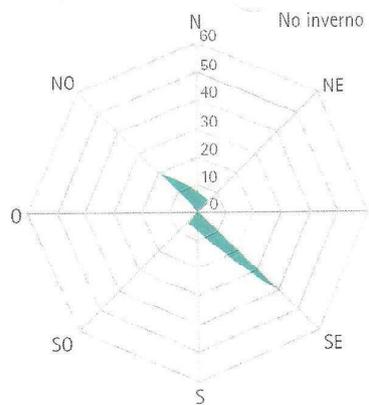
Umidade relativa do ar - Estação Experimental Cunha (1981 - 1991) - SMA

mês	umidade (%)		
	médias máximas	médias mínimas	média das médias
jan	92,59	60,25	80,53
fev	91,10	56,63	78,59
mar	93,60	59,10	82,27
abr	93,93	60,00	81,86
maio	95,12	57,34	82,21
jun	94,24	54,32	78,55
jul	94,27	50,08	78,36
ago	94,05	49,60	77,69
set	93,38	54,51	79,88
out	92,63	59,21	81,27
nov	92,63	57,00	80,23
dez	93,51	61,02	81,73

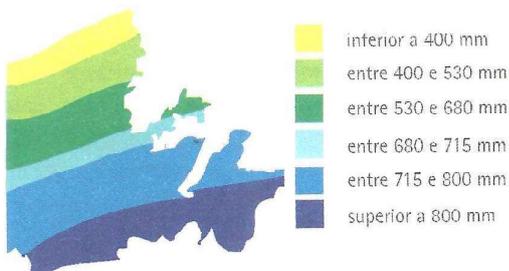
Temperatura do ar - Estação Angra dos Reis (1961-1990) (INMET)



Frequência média de direção do vento (%)

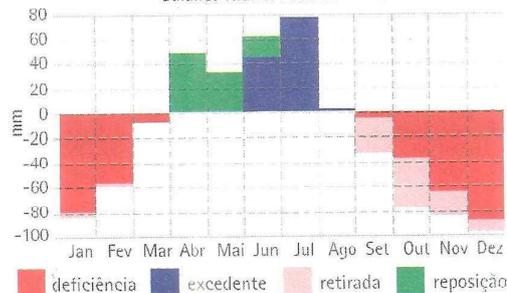


ETAPA 03 - Interpretação dos dados



Precipitação acumulada entre abril e setembro - período de seca em Ubatuba, SP. Fonte: MMA, 20 1 (modificada)

Balanco Hídrico Normal Mensal



Representação gráfica completa do balanço hídrico climatológico. Fonte: EMBRAPA, 2004

GEOMORFOLOGIA

Para estudos integrados da paisagem, os dados de geomorfologia são considerados imprescindíveis. A análise do relevo permite sintetizar a história das interações dinâmicas que ocorreram entre o **substrato litológico**, a tectônica e as variações climáticas. O estudo da conformação atual do terreno permite deduzir a tipologia e intensidade dos processos erosivos e deposicionais, a distribuição, textura e composição dos solos, bem como a capacidade potencial de uso. Associados a outros elementos do meio, os dados de geomorfologia podem auxiliar na interpretação de fenômenos como inundações e variações climáticas locais. São informações vitais para avaliar **movimentos de massa** e instabilidades dos terrenos.

Quadro 5.3 Exemplos de prováveis relações entre relevo e outros elementos do meio

TIPO GEOMORFOLÓGICO	DECLIVIDADE	SOLO	PROCESSOS FÍSICOS	VEGETAÇÃO	PROVÁVEL UNIDADE DE PLANEJAMENTO
escarpa	15° - 55°	de solo residual a rocha exposta	movimentos de massa, ocorrência de processos de rastejo, escorregamentos planares, queda de blocos, entalhe fluvial de forma generalizada e intensa	floresta preservada	destinada à unidade de conservação
planície fluvial	0°-5°	argilas, silte, areia	depósito fluvial	mata ciliar	destinada à recuperação das margens

Quadro 5.4 Planilha de campo utilizada para avaliação dos parâmetros descritores do relevo

PARÂMETROS DESCRITORES DO RELEVO	
formas de relevo descrição:	colinas morrotes morros montanhas escarpas
tipo de relevo e declividade descrição:	plano (<5%) suavemente ondulado (5%-15%) ondulado (15-25%) abrupto (25-45%) muito abrupto (>45%)
classes de declividade das encostas descrição:	a (0-3%) b (3-6%) c (6-12%) d (12-30%) e (30-45%) f (>45%)
tipo de declividade descrição:	acentuada moderada
estabilidade de taludes descrição:	baixa média alta
diferenças de altitudes descrição:	pequenas grandes peculiaridades
formas derivadas dos interflúvios descrição das formas e da ação dos agentes externos (vento, água):	forma do interflúvio grau de complexidade ocorrência de movimentos em massa
inclinação de encostas (face N, S, L) descrição:	similares encostas diferenciadas (face?)
descrição da complexidade topográfica: simples de formas	uniforme, associação complexa de formas, associação
listagem dos potenciais ou restrições/outras características (afloramentos, picos, bacia ou incidência visual, facilidade natural de acesso, rochas instáveis, precipícios etc) para propostas de manejo, educação e turismo:	
qualificação das paisagens e dos mirantes:	
atribuição de valor ambiental ao sistema de relevo (1, 2, 3, 4, 5):	

Cada tipo ou forma do relevo está associado a um conjunto fisionômico característico e a composições específicas de cobertura vegetal e distribuição da fauna, permitindo ampla correlação. Ainda através do modelo do terreno, pode-se obter informações sobre os fenômenos hidrológicos, declividade, velocidade de drenagem ou mesmo sobre a disponibilidade de água para as plantas (quadro 5.3).

Os dados geomorfológicos permitem interpretar uma questão indispensável para o planejamento ambiental: a relação entre as configurações superficiais do terreno, a distribuição dos núcleos ou aglomerados humanos e dos usos do solo em função das limitações impostas pelo relevo. Assim, uma **escarpa** representa uma barreira para a ocupação urbana e para o surgimento de elos de ligação entre comunidades que estão em vertentes opostas, uma linha de costa com portos naturais sugere uma vocação pesqueira para a região, enquanto vales amplos representam espaço e disponibilidade de água para agricultura e abastecimento humanos. Estas deduções são possíveis porque se sabe que os principais atributos do meio físico são interdependentes, de maneira que a ocupação da terra e os usos do solo estão subordinados a essas combinações.

Cabe ressaltar mais uma razão para incluir esse tema em planejamento ambiental. Sempre se espera que o planejamento apresente um conjunto de medidas que devam ser administradas num espaço definido, por limites claramente determinados. As formas de relevo ou suas linhas de configuração são limites fáceis de observar, que auxiliam a ação do gerenciador em campo.

Em virtude desse conjunto de características, é muito comum que o relevo seja o tema de referência para os estudos em planejamento ambiental e determinante dos espaços gerenciais. Tema de referência é a raiz do planejamento, a informação básica para a qual convergem os outros temas que, em grupo, elaboram o diagnóstico. Cada equipe pode selecionar um tema de referência, dependendo dos objetivos e metas do planejamento. A geomorfologia é o mais comum entre eles.

De maneira geral, o relevo é expresso por unidades espaciais (ou compartimentos geomorfológicos) que correspondem ao domínio e à região geomorfológica (como planaltos, depressões), aos tipos de relevo (como planícies, morrotes, morros e montanhas) ou aos sistemas de relevo. Essas unidades são mapeadas e, para tanto, são compilados dados existentes e executados levantamentos complementares de campo sobre o substrato rochoso, os limites do relevo e da cobertura detrítica. São utilizadas cartas topográficas (para observação das curvas de nível, altitude, exposição de encostas, rede hidrográfica etc), mapas geológicos e geomorfológicos existentes (como as cartas do Projeto RADAMBRASIL, para auxílio à interpretação) e imagens de sensor remoto (para definição das linhas topográficas, limites do tipo, formas de relevo etc). A escala de trabalho é variável. Existem representações desde a escala 1:1.000.000 até escalas de detalhe (1:25.000 a 1:10.000), embora seja mais comum o uso de escalas entre 1:250.000 e 1:50.000. Em alguns casos, é necessária uma escala específica que represente uma determinada associação. Assim, por exemplo, pode-se desejar relacionar os tipos de vegetação que ocorrem nos topos de montanhas e fundo de vales com a situação topográfica local. Neste caso, é claro que o nível de detalhamento deverá estar em consonância com a proposta do mapeamento fitofisionômico.

A partir dessas escalas podem ser avaliados inúmeros parâmetros. A planilha de campo descrita no quadro 5.4 exemplifica os mais usuais.

Os mapas geomorfológicos representam, num primeiro momento, as formas de relevo que definem as unidades mapeadas. Num segundo momento, para cada uma das unidades costuma-se descrever a morfologia do relevo, a morfometria e processos morfogenéticos (relativos a gênese e tamanho), a dinâmica atual, os padrões de formas e das vertentes, a configuração do sistema de drenagem e o grau de dissecação, conforme mostra o quadro 5.5 e Fig. 5.4. A análise dos terrenos permite descrevê-los quanto a suas fragilidades e potencialidades naturais (quadro 5.6), bem como em relação às consequências da intervenção humana.

O pesquisador Ross propõe que os mapas sejam apresentados em grupamentos taxonômicos de sucessivas ordens (ou táxons). O primeiro táxon é a representação de unidades morfoestruturais, representadas por características litológicas e geotectônicas, as quais, evidentemente, estão associadas às suas gêneses. Tem-se como exemplo de morfoestrutura as bacias sedimentares ou as plataformas. O segundo táxon refere-se às unidades morfoesculturais,

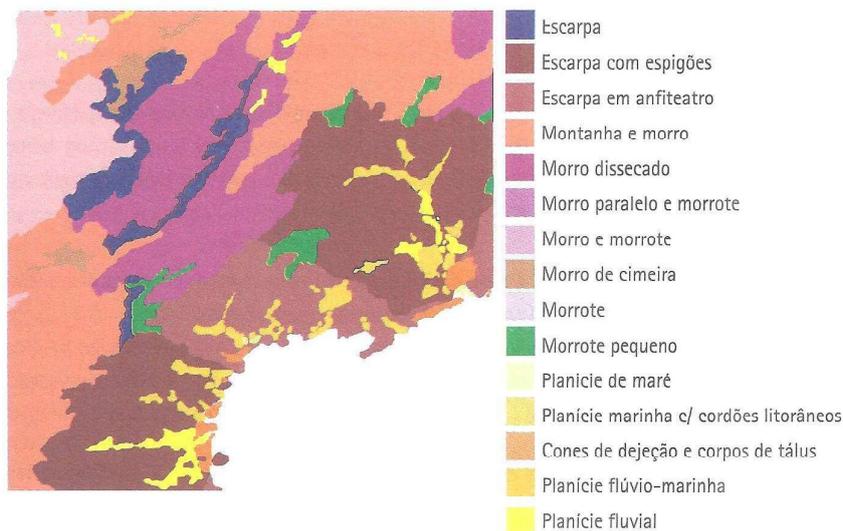


Fig. 5.4 Ilustração de mapa de tipos de relevo, idealizado para o plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Este mapa foi a base para a superposição dos outros no processo de construção e delimitação das unidades ambientais. Fonte: MMA, 2001 (modificado)

PRINCIPAIS FEIÇÕES DOS PLANALTOS ISOLADOS DO PLANALTO DA BOCAINA

planalto	escarpas limitrofes	intervalo topo (m)	cota máxima (m)	altura média de topos (m)	observações
cabeceiras do rio Paraitinga e mirante	Serra da Bocaina (1.875m) Alto da Vaca Branca	1.500 a 1.850	1.842	1.680	O rio Paraitinga corre, em um grande trecho, em cotas abaixo de 1.500 m e vale aberto. Predominam relevos serranos e montanhosos. Na sua extremidade oeste, ocorre pequeno planalto situado acima de 1.800 m, no encontro da Serra da Bocaina com a Serra do Quebra-Cangalha.

Quadro 5.5 Exemplo da descrição do relevo em relação aos tipos, morfologia, morfometria e processos morfogenéticos

TIPOS DE RELEVO	MORFOGRAFIA, SUBSTRATO ROCHOSO, COBERTURA E SOLOS	DINÂMICA SUPERFICIAL
colinas médias amplitude: 30 a 105m comp. de rampa: 400 a 1.650m inclinação: 5% a 25% altitudes: 410 a 480m	formas subníveladas; topos amplos, convexos a sub-horizontais; perfil de vertente contínuo, segmentos retilíneos e convexos; vales erosivos abertos; canais em rocha alterada e sã; padrão de drenagem subdendrítico a sub-retangular de média a baixa densidade; são sustentadas por arenitos muito finos a médios, ocasionalmente com lentes de siltitos arenosos e argila, podendo apresentar cimentação carbonática, e basaltos; solos de alteração arenosos a areno-siltosos e a solos superficiais areno-silto-argilosos nos sedimentos arenosos e de textura argilosa, e argilo-arenosa nos basaltos. Os solos predominantes deste relevo são representados pelos latossolos vermelho-escuros (latossolos vermelhos - sp) e apresentam-se associados aos podzólicos e areias quartzosas de textura média e arenosa/média. Também aparecem os podzólicos vermelho-amarelos (argissolos vermelho-amarelos - sp), que se apresentam com textura arenosa/média, na média vertente, associados aos latossolos vermelho-escuros de baixa fertilidade.	Erosão laminar, ravinas e boçorocas são frequentes e intensas. Ocasionalmente pode ocorrer rastejo. O embate de ondas provoca pequenos escorregamentos que formam margens abruptas, com pequenas falésias.
planícies fluviais declividades: <2%	formas planas com planície de inundação e baixos terraços. Podem apresentar margens abruptas, devido à erosão lateral do canal. Associam-se áreas alagadas e pantanosas. São formadas por areia fina a muito fina, silte, argila, argila orgânica e camadas de cascalho em arranjos diversos. Apresentam solos aluviais, hidromórficos e areias quartzosas (solos glei pouco húmicos)	Nos baixos terraços a erosão laminar e em sulcos são processos de baixa intensidade e localizados. Nas planícies de inundação ocorre erosão lateral do canal e deposição de sedimentos finos por decantação durante as cheias.

Fonte: CESP, 2001, e Brasil, 2001 (modificado)

atuais (ravinas, voçorocas, terracetes de rastejo, deslizamentos, corridas de lama, depósitos aluvionares, bancos de assoreamento, cortes, aterros, desmontes etc).

Como sugerido no quadro 5.7, a cada unidade geomorfológica podem-se também atribuir índices ou ponderações que expressem, para o planejamento, um valor interpretativo. Pode-se, por exemplo, relacionar à unidade um índice que reflita a dissecação do relevo – que, por sua vez, traduz a fragilidade dos terrenos, a susceptibilidade do território a processos erosivos, a erodibilidade ou a fragilidade a processos de escorregamentos.

É necessário repetir que os dados geomorfológicos são a base para a elaboração dos mapas de susceptibilidade a deslizamentos ou movimentos de massa, cujo resultado é importantíssimo para alternativas de minimização de riscos de acidentes. Em suma, as informações sobre o relevo, somadas aos dados geológicos e de solo, permitem avaliar os tipos de terreno, com suas relações de fragilidades e potencialidades naturais, bem como as conseqüências da intervenção

humana. Cada unidade de terreno representa, então, a síntese dos elementos físicos que a constituem.

Quadro 5.6 Tipos de terrenos e suas relações de fragilidades e potencialidades naturais ou conseqüentes da intervenção humana

TIPO DE TERRENO	RELEVOS ASSOCIADOS	FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES
montanhosos e escarpados do planalto	montanhas e morros escarpas	encostas de alta declividade; alta susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos; severas restrições ao uso agropecuário; favoráveis à proteção e abrigo de fauna e flora e, também, a turismo e recreação
morros e morrotes de planaltos isolados	morros e morrotes paralelos morrotes pequenos morrotes de cimeira morros dissecados	encostas de média declividade e segmentos de alta declividade; moderada a alta susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos; favoráveis ao uso agropecuário, com medidas severas de implantação e manejo

Fonte: Santos et al., 2001 (modificado)

SOLOS

Uma vez que o solo é o suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra, seu estudo é imprescindível para o planejamento. Quando se analisa o solo, pode-se deduzir sua potencialidade e fragilidade como elemento natural, como recurso produtivo, como substrato de atividades construtivas ou como concentrador de impactos.

Já se disse que o solo é um tema importante para explicar o fenômeno de erosão e assoreamento, cuja compreensão é primordial ao planejamento. Em área rural, esses fenômenos estão muito ligados à agricultura, reconhecida por alterar substancialmente o meio, gerando impactos severos e rompendo o equilíbrio natural. Sem dúvida, o solo é o elemento conectivo entre essa atividade e o meio. As ações da agricultura devem pressupor os limites do solo e destinar seu uso ou ocupação em função de suas possibilidades de aproveitamento racional. Para o espaço urbano, a mesma lógica pode ser usada quando se pensa, por exemplo, na implantação e operação de obras civis, nas quais a característica do material de superfície pode definir a aptidão (ou restrição) para diferentes usos, como estradas, sistemas de tratamento, construção de canais, sistemas de drenagem etc.

É por essa razão que os solos são tipificados em função de suas potencialidades e fragilidades frente às atividades humanas e às intempéries naturais. O esforço é dirigido para a sua conservação, seja em relação à necessidade de preservação do recurso sob o enfoque da produtividade, seja em virtude da vulnerabilidade ou baixa fertilidade que caracteriza a maioria dos solos brasileiros.

Os planejamentos costumam identificar e espacializar a distribuição das unidades de solos, identificadas em campo ou compiladas de outros levantamentos e mapeamentos pré-existentes. São bastante utilizados os levantamentos pedológicos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL (1983) e por pesquisadores de órgãos oficiais como EMBRAPA, EMBRAPA/SOLOS - CNPS, IAC (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA/SOLOS - Centro Nacional de Pesquisas de Solos e Instituto Agronômico de Campinas). As compilações são feitas em diferentes escalas, quase sempre entre 1:50.000 e 1:1.000.000 (Fig. 5.6), comumente como mapas de síntese (1:250.000 a 1:1.000.000). A interpretação de imagens de sensores remotos e o reconhecimento de campo permitem detalhar e auxiliar no mapeamento das informações, quase sempre apresentando perfis ou ilustrações dos tipos de solo, bem como sua relação com os outros elementos naturais da paisagem (Fig. 5.7). Algumas vezes, são realizadas análises de laboratório que ajudam a pormenorizar as características dos tipos de solo.

Para a interpretação dos solos são utilizadas características relacionadas aos fatores determinantes de suas propriedades físicas e químicas e aos elementos motores da pedogênese. Esses são os elementos definidos no planejamento como os parâmetros descritores dos tipos de solo, conforme exemplifica a planilha de campo

Quadro 5.7 Breve descrição das formas de relevo de acordo com a proposta apresentada por Ross (2000) e índices de dissecação do relevo

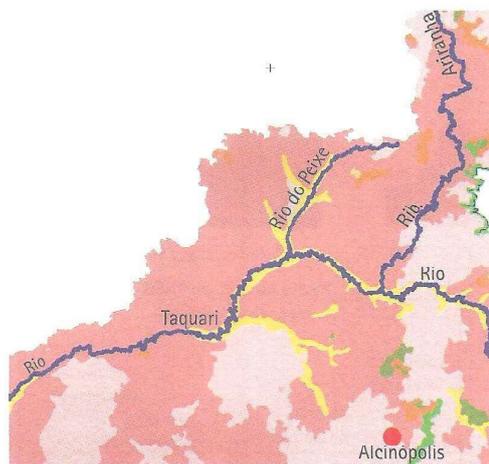
formas estruturais	Dst	superfície estrutural tabular; superfície aplainada de topo parcial ou totalmente coincidente com a estrutura geológica, limitada por escarpas e retrabalhada por processos de pediplanação
	Dep	superfície pediplanada; superfície de aplanamento elaborada por processos de pediplanação
formas erosivas	Dpd	pedimento; forma de relevo efetuada por recuo paralelo de vertente, resultando encostas de declive fraco, ligando dois planos altimétricos diferentes
	Det	superfície erosiva tabular; relevo residual de topo aplanado, provavelmente testemunho de superfície aplanada e geralmente limitado por escarpas erosivas
formas de acumulação	Apf	planície fluvial; área aplanada resultante de acumulação fluvial, periódica ou permanentemente alagada
tipos de dissecação das formas erosivas	Da	formas aguçadas; relevos de topos contínuos e aguçados com diferentes ordens de grandeza e aprofundamentos de drenagem, separados geralmente por vales em "v"
	Dc	formas convexas; relevo de topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento de drenagem, separadas por vales de fundo plano e / ou em "v"
	Dt	formas tabulares; relevos de topos aplanados com diferentes ordens de grandeza e aprofundamentos de drenagem, separados por vales de fundo plano

MATRIZ DOS ÍNDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

dimensão interfluvial média (classes)	muito grande (1) > 3.750m	grande (2) 1.750 a 3.750m	média (3) 750 a 1.750m	pequena (4) 250 a 750m	muito pequena (5) < 250m
grau de entalhamento dos vales (classes)					
muito fraco (1) (< de 20 m)	11	12	13	14	15
fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
muito forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

dados morfométricos dos padrões de formas semelhantes: o primeiro dígito indica o grau de entalhamento dos vales e o segundo dígito indica a dimensão interfluvial média.

Fonte: Borges et al., 1997, Ross, 2000, e Santos et al., 2002 (modificado)



formas estruturais	tipos de dissecação de formas erosivas
dst - superfície estrutural tabular	da - formas aguçadas
formas erosivas	dc - formas convexas
dpd - pedimento	dt - formas tabulares
dep - superfície pediplanada	formas de acumulação
det - superfície erosiva tabular	apf - área de planície fluvial
drenagem	
corpos d'água	

Fig. 5.5 Unidades geomorfológicas de acordo com a classificação do quadro 5.7. Trata-se de um trabalho de zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do alto curso do rio Taquari, MT e MS, onde o principal impacto é a erosão com forte assoreamento no baixo curso. A classificação empregada foi de grande valia para o entendimento da dinâmica do processo impactante. Por exemplo, se a forma estrutural dt for identificada como uma unidade dt1,2, será interpretada de acordo com o quadro 5.7 como uma forma erosiva tabular com índice de dissecação muito fraco. Neste mesmo caso, a altimetria é < 20m e a dimensão interfluvial varia entre 1.750m e 3.750m, indicando processos erosivos de baixa intensidade. Fonte: Silva, 2000 (modificado)

do quadro 5.8. De forma geral, os mapas apresentam uma classificação que relaciona um conjunto de características para cada tipo de solo. Mapas destinados a representar uma característica isolada são raros.

No Brasil, a definição e a descrição das legendas dos mapas de solos variam bastante. Muitas vezes, as classes estão relacionadas às suas características de formação ou composição, outras, às suas qualidades, como restrições e aptidões de uso agrícola ou vulnerabilidade aos processos erosivos. As informações de qualidade são apresentadas na forma de mapas derivados, pois associam diferentes elementos como tipo de solo, escoamento de águas, relevo e precipitação. Obviamente, os planejamentos apresentam alternativas norteadas pela classificação adotada para caracterizar os solos ou pelo mapa derivado selecionado. Outras escolhas de classificação ou de derivação poderiam induzir outras alternativas, em relação aos tipos ou à forma de uso e ocupação, para a área planejada.

A grande limitação no uso do mapa de tipos de solo é a interpretação do significado da homogeneidade de uma determinada unidade: a cada escala de representação há

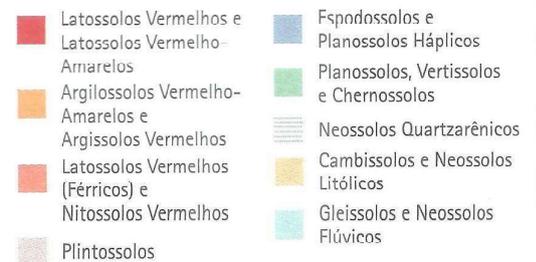
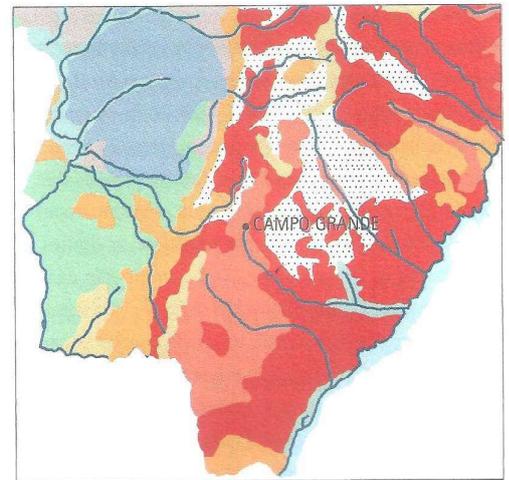


Fig. 5.6 Trecho de mapa de tipos de solo na região Centro-Oeste. Fonte: Lepsch, 2002.

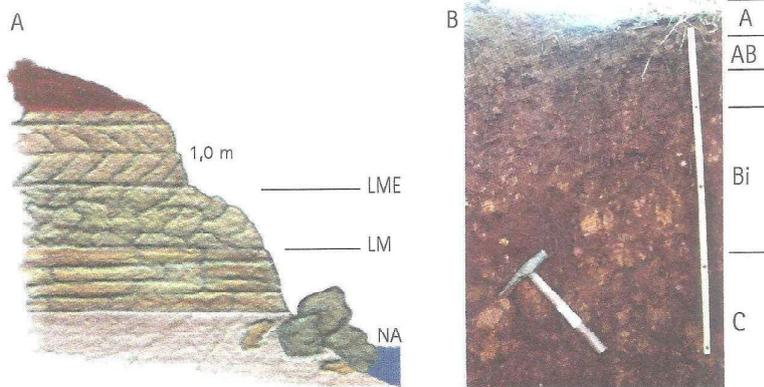
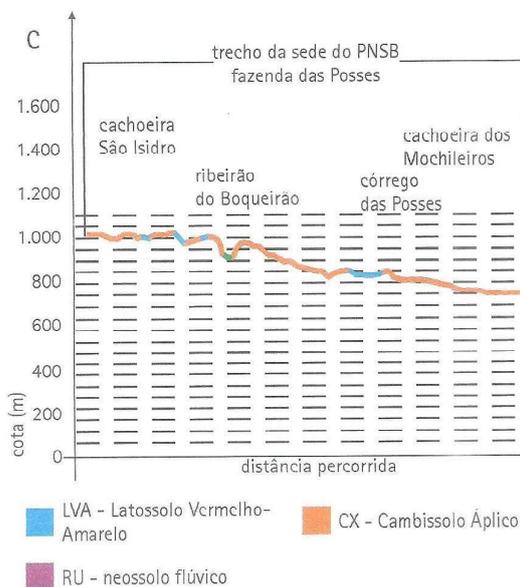


Fig. 5.7 Tipo de ilustração: (A) seção na margem do rio Paraná, em Ilha Solteira, contendo solos litólicos, blocos e camadas de laterita maciça, rocha fraturada formando blocos angulosos, solo argiloso; (B) perfil do cambissolo. Nota-se fragmentos de rocha semidecompostos no horizonte B incipiente (Bi); (C) representação esquemática do trecho da trilha do ouro no Parque Nacional da Serra da Bocaina, ressaltando a variação dos solos em escala métrica. Esse detalhamento dos solos associados às respectivas fisionomias vegetacionais conduziu a uma interpretação mais acurada do meio. Isso permitiu refinar a delimitação das áreas a serem preservadas.



um conjunto de unidades, com um nível específico de detalhamento (Fig. 5.8). Além disso, quando ocorre um padrão intrincado de tipos de solo em pequenas áreas, a representação cartográfica é feita através da categoria "associação", que merece uma atenção especial no momento de sugerir alternativas para essas áreas.

A situação é mais complexa quando se observam os mapas derivados, obtidos com diferentes critérios e métodos. Porém, o maior impasse concentra-se no hábito de qualificar o solo por características físico-químicas, ligadas à fertilidade ou aos fatores limitantes para agricultura. Apesar de se reconhecer que o solo apresenta atributos físicos, químicos e biológicos interligados, só se privilegiam algumas características físico-químicas. Os atributos biológicos, a fauna do solo e as relações entre eles são raramente considerados. De fato, pouco se discute sobre a função ecológica do solo.

DECLIVIDADE

A declividade é avaliada em planejamento com o objetivo de observar as inclinações de um terreno em relação a um eixo horizontal.

Construído a partir da análise das distâncias entre curvas de nível, a declividade, gradiente do declive, é um tema derivado, que representa, de forma contínua,

a inclinação e as formas do terreno. Este tema permite inferir informações como formas da paisagem, erosão, potencialidades para uso agrícola, restrições para ocupação urbana, manejos e práticas conservacionistas. Para tanto, pressupõe-se que a área pertencente a uma determinada classe, representada em ângulo de inclinação ou porcentagem de declividade (quadro 5.9), possui uma certa homogeneidade que responde de maneira semelhante frente a uma atividade ou pressão humana.

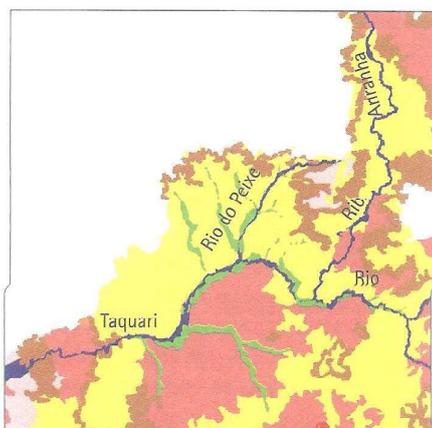
Em geral o mapa de declividade é produzido pela transformação dos dados vetoriais das curvas de nível em dados matriciais (Fig. 5.9A) que, por sua vez, são interpolados em softwares específicos para a geração do Modelo Numérico de Terreno – ou MNT (Fig. 5.9B). A partir das informações de altitudes contidas nos MNTs processados, são criados os mapas de declividade em porcentagem (Fig. 5.9C), que resultam em classes de declividade (Fig. 5.9D).

Existem várias propostas de faixas de declividade, de acordo com os objetivos do planejamento. Pode-se, por exemplo, adotar as faixas pressupostas nos sistemas de capacidade de uso dos solos ou outras motivadas pela preocupação com o relevo, erosão e urbanização.

Pressupõe-se que uma área pertença a uma determinada classe de declividade quando exibe uma certa homogeneidade de resposta frente a uma atividade ou pressão humana. Esta é uma dedução muitas vezes equivocada. Não se pode esquecer que a homogeneidade do terreno representada em mapa está pré-determinada e limitada pela escolha dos intervalos entre curvas de nível, o que pode resultar num bom ou mau produto para as tomadas de decisão no planejamento. No Brasil, a maior parte dos planejamentos ambientais define o mapa de declividade a partir das bases cartográficas oferecidas pelos órgãos oficiais. Algumas dessas bases estão disponíveis somente em escalas generalizadas (1:100.000, às vezes até 1:250.000) e, conseqüentemente, com grande equidistância entre as curvas de nível (50 a 100 metros). Nestes casos, a probabilidade de erro é alta, principalmente em áreas de relevo suave a moderado. Também é necessário lembrar que a declividade deve ser sempre analisada junto a outros parâmetros, como tipo e conteúdo de água de solo e cobertura vegetal. É a interpretação conjunta que permitirá deduzir, por exemplo, a estabilidade da classe de declividade para deslizamentos ou a capacidade de suportar ações como urbanização.

Quadro 5.8 Exemplo de planilha de campo para os parâmetros descritores dos tipos de solo

tipo de rocha:	
tipo de solo:	
profundidade do solo (m)	muito raso (<0,25) raso (0,25-0,50) moderado a profundo (0,50-1) profundo (1-2) muito profundo (>2)
espessura do horizonte	0 A B C
características e subdivisões dos horizontes	O o O d A 1 A2A3
textura (% de argila/silte)	muito argiloso (>60) argiloso (35-60) médio (<35) siltoso (>50) arenoso (<15)
estrutura	prismática colunar angular laminar granular
consistência	plasticidade e pegajosidade friabilidade dureza ou tenacidade
materia orgânica (%)	< 2 2-4 4-10 >10
fertilidade aparente	alta média baixa
presença de	fragmentos finos fragmentos grosseiros matacões (30cm diâmetro) afloramentos rochosos
quantidade de matacões/ afloramentos	raro: cob. 1-10% superf. solo pouco abundante: cob. 10 - 50% sup. solo abundante: cob. >50%
pedregosidade	sem pedras pedras abundantes (15-50% volume solo) pedras muito abundantes (>50% volume solo)
permeabilidade	baixa média alta
estabilidade estrutural (% de agregados)	baixa média alta
salinidade	baixa média alta
produtividade aparente	baixa média alta
quantidade de serapilheira	baixa média alta
riscos de deslizamento	nulo baixo médio alto
riscos de inundação	nulo baixo médio alto
erosão	laminar em sulco voçoroca eólica depósitos de erosão colúvio deslizamento em massa desbarrancamento
erosão - frequência/ profundidade	severa moderada ligeira freqüente ocasional superficiais: <10cm rasos 10-15cm profundos >15cm
características peculiares	mudança textural abrupta presença de nódulos, cerosidade... toxicidade de... saturação de bases baixa capacidade de troca excesso de sais, carbonatos... deficiência de oxigênio presença de turfas, várzeas, brejos, lagos de várzeas
perda potencial do solo (t/ha/ano):	
outras observações:	
valor do sistema solo (0 a 5):	



- Lea - latossolo vermelho escuro álico
- Ra - solos litólicos álicos
- Pva - podzólico vermelho - amarelo álico
- Lva - latossolo vermelho - amarelo álico
- Aqa - areias quartzosas álicas
- HAQa - areias quartzosas hidromórficas álicas

Fig. 5.8 Mapa de solos da região do alto curso do rio Taquari, MS e MT cuja unidade latossolo exibe 5 diferentes sub-ordens que apresentam diferentes associações e propriedades. Mapeamento realizado na escala 1:50.000.

CAPACIDADE DE USO DA TERRA

O tema derivado capacidade de uso é bastante desenvolvido em planejamento, pois fornece duas respostas básicas: o potencial de uso da área (ou o uso adequado, com práticas adequadas, voltadas à conservação e proteção do recurso) e a ocorrência de inadequação de uso (ou a ocorrência de conflitos envolvendo o uso atual e o uso recomendável). Nesse segundo caso, pode-se também deduzir sobre a sub ou sobre-utilização das terras, indicando o estado de degradação.

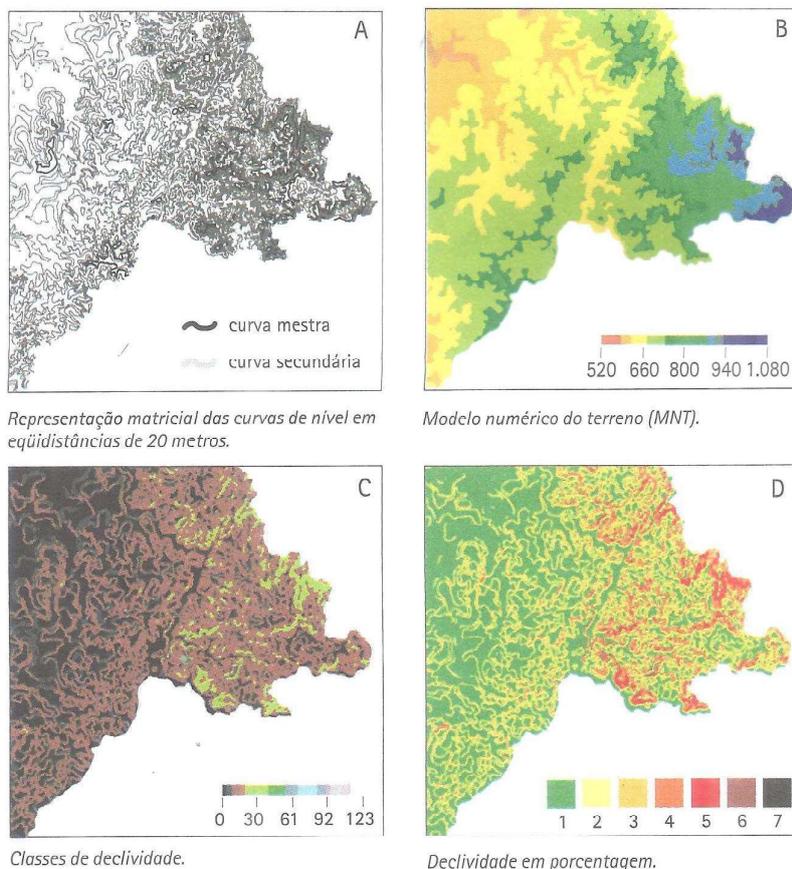
Em suma, essa análise norteia muitas tomadas de decisão do ponto de vista da conservação ambiental, da vocação agropecuária, do risco de erosão, da produtividade, do controle de impactos ou da indicação de tecnologias adequadas.

O método para obtenção dessa informação é dado pela sobreposição e integração hierarquizada de outros temas relativos ao meio físico, resultando, de forma geral, em um mapa. No entanto, o número e temas selecionados para compor esse mapa variam em função do tipo de classificação utilizado pelo planejador, dos dados disponíveis ou dos objetivos propostos.

São usadas informações sobre as características do clima, do solo, do relevo, da topografia ou da declividade, que limitam o uso agrícola e/ou impõem risco de degradação da terra. Existem exemplos em que são utilizados somente dois temas (classes de declividade e tipos de solo) e outros em que são usados até doze temas. Nos casos em que o número de temas é muito grande, geram-se informações intermediárias (como erodibilidade) que, por sua vez, são cruzadas entre si. O produto é um mapa que delimita as classes de capacidade de uso, podendo conter informações sobre a natureza da limitação da classe (subclasses). A Fig. 5.10 apresenta um exemplo da classificação de capacidade de uso das terras bastante citada em planejamento: ele relaciona basicamente os tipos de solo, classes de declividade e formas do relevo. Outras escolhas de derivação de mapas devem produzir outros usos ou formas de uso para a área planejada.

No sistema de Lepsch (2002), o grau de limitação aumenta da classe I (com muitas alternativas de uso viáveis) para a classe VIII (com raras alternativas de uso, pelo risco de degradação ou limitações em grau muito severo).

Como seria de se esperar, as diferenças metodológicas prejudicam a compreensão dos planejadores acerca do verdadeiro significado das classes de uso. Além disso, existe uma série de outras pressuposições básicas nas classificações - como a de que as terras são classificadas admitindo que os melhoramentos menores (calagem, drenagem) já estejam estabelecidos, ou que determinadas ações sejam possíveis, desde que associadas



Representação matricial das curvas de nível em equidistâncias de 20 metros.

Modelo numérico do terreno (MNT).

Classes de declividade.

Declividade em porcentagem.

Fig. 5.9 Caracterização de uma região no município de Campinas, SP, mostrando as etapas e mapas resultantes para obtenção das classes de declividade. Fonte: Petrobras, 2003 (modificado)

a um nível alto de manejo – que requerem a existência de agricultores esclarecidos e capitalizados. Por essa razão, deve haver um cuidado especial em apresentar o método, os resultados e suas limitações. Além disso, seja qual for a estratégia metodológica adotada, sempre deve-se lembrar que a capacidade de uso não fornece todos os elementos necessários ao planejamento das atividades agropecuárias. Há ainda que considerar, de forma contundente, as esferas econômica, política e social. Portanto, é importante observar o mapa derivado produzido, porque as respostas do planejamento não devem caminhar numa única direção.

ESPELEOLOGIA

Levantamentos espeleológicos são realizados para identificar e observar o estado de conservação de cavidades naturais subterrâneas como cavernas, grutas, lapas, furnas ou abismos, considerados de grande beleza cênica. Esse tema, de forma geral, destina-se a reconhecer o valor natural e educacional das formações geológicas.

Para sua identificação, são realizadas visitas de campo, entrevistas com a população local e ainda levantamentos em bibliotecas, órgãos ligados ao turismo e prefeituras. O resultado é, pelo menos, uma lista das cavidades identificadas pelo nome, localização, acesso, história natural e estado de conservação. Tal tarefa pode ser auxiliada pela avaliação de outros temas, como geologia e recursos hídricos. As áreas podem ser mapeadas e, em alguns casos, as formas de interferência antrópica (dentro e ao redor da formação geológica de interesse) podem ser identificadas e qualificadas (Fig. 5.11). Os mapeamentos podem apresentar o desenho do relevo e topografia interna, como salões, galerias, lagos, condutos, declives, etc.

As cavidades subterrâneas apresentam particularidades que devem ser consideradas no planejamento, como sua possível vinculação a sítios arqueológicos e paleontológicos, presença de vegetação e fauna específicas. Além disso, deve-se observar o tipo de uso que se faz delas. É muito comum o uso de cavidades para manifestações religiosas, depósitos de material, abrigos e visitação. Reconhece-se que estas ações causam impactos que devam ser avaliados. No entanto, os planejamentos atuais carecem de procedimentos metodológicos que permitam valorar, devidamente, as pressões e os efeitos conseqüentes. Alguns trabalhos aplicam medidas da capacidade de suporte à visitação de forma semelhante à aplicada para trilhas, mas pouco se sabe, efetivamente, da eficiência desses regulamentos. Além dos espeleotemas, devem ser identificados todos os sítios de interesse cultural, arqueológico e de excepcional beleza natural como cachoeiras, cânions e mirantes, entre outros.

HIDROGRAFIA, BACIAS HIDROGRÁFICAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS

Uma bacia hidrográfica circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes e subafluentes permanentes ou intermitentes. Seu conceito está associado à noção de sistema, nascentes, divisores de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Toda ocorrência de eventos em uma bacia hidrográfica, de origem antrópica ou natural, interfere na dinâmica desse sistema, na quantidade dos cursos de água e sua qualidade. A medida de algumas de suas variáveis permite interpretar, pelo menos parcialmente, a soma de eventos. Essa é uma das peculiaridades

Quadro 5.9 Exemplos de equivalência entre a representação em graus e percentuais dedeclividade

PERCENTAGEM	ÂNGULO
1	35'
2	1°09'
50	26°34'
100	45°

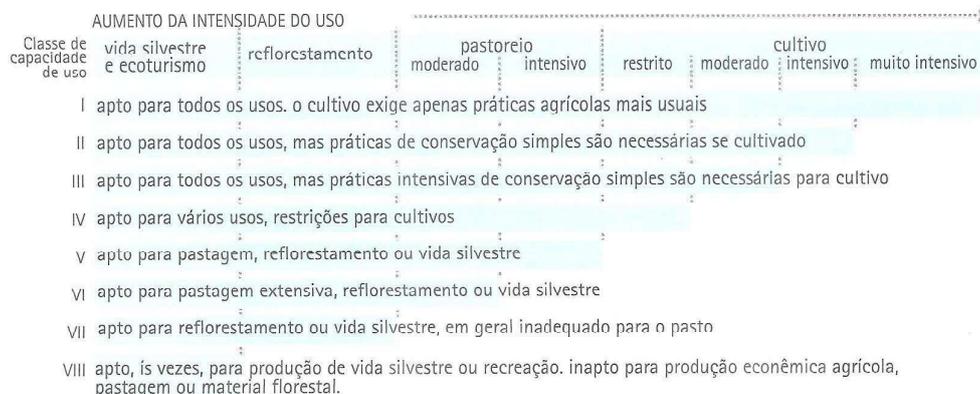
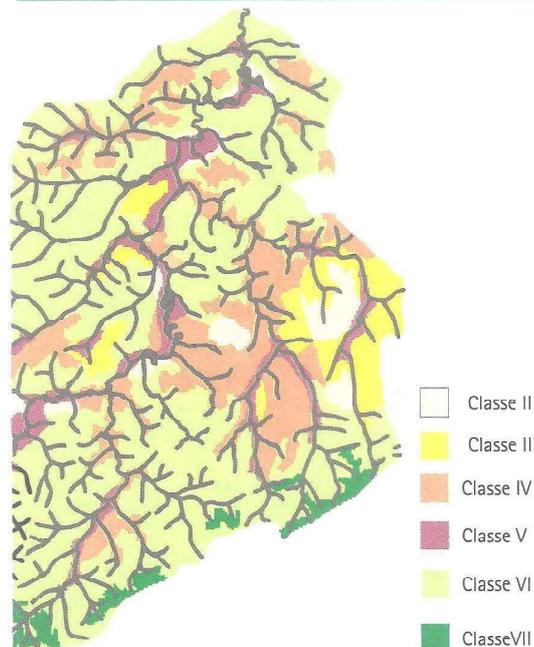


Fig. 5.10 Classes de capacidade de uso e usos adequados, de acordo com a classificação apresentada por Lepsch. O mapa representa trecho do baixo curso do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo. Os cultivos praticados na região são predominantemente anuais e localizam-se próximos aos cursos d'água em cujas margens predominam as classes III a V. Grosso modo, as práticas de cultivo são compatíveis com a capacidade de uso dos solos, exceto pelas práticas de conservação. Fontes: Sabesp, 1997 e Lepsch, 2002 (modificado)

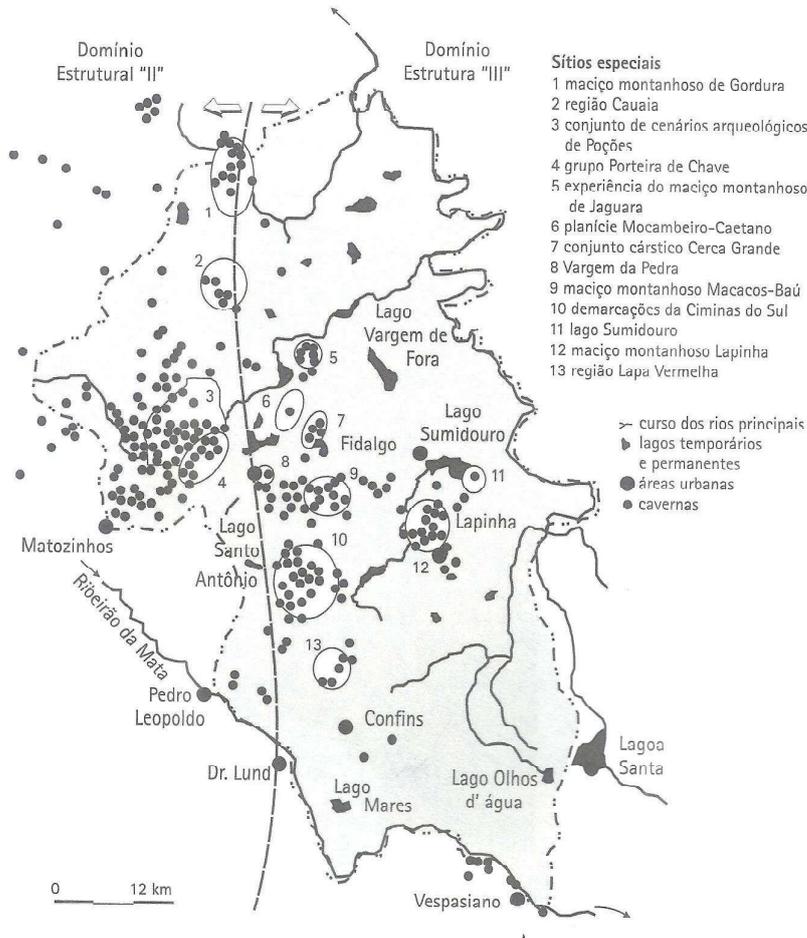


Fig. 5.11 Ilustração de mapa espeleológico na Espanha. Fonte: www.altavista.com/imagens (modificado)

Boa parte desses descritores pode ser apresentada dentro de um sistema de classificação. Para cada um deles existe, na literatura acadêmica, uma gama de tipos de classificação que vem sendo desenvolvida desde o século XIX.

De forma geral, o primeiro passo é inventariar as formas presentes na rede hídrica: rios, córregos, ribeirões, lagos (naturais ou implantados), ilhas, meandros abandonados, lagoas marginais, zonas úmidas (brejos, mangues), represas, açudes, canais. Outras representações, como cascatas e fontes, dependem de uma escala de detalhe. Além da compreensão da distribuição dos elementos de drenagem no espaço, esse tipo de informação pode auxiliar outros temas, como a fauna e seus subtemas (ictiofauna) (Fig. 5.12).



Fig. 5.12 Truta (*Salmo trutta*) é uma espécie de peixe encontrada em cabeceiras, vale encaixado e com pequeno volume caudal.

O planejamento pode usar classificações relacionadas à textura, ao tipo e à hierarquia dos cursos de água. A textura da rede hídrica é definida pelo espaçamento entre os tributários, podendo-se inferir o tipo de terreno ocorrente (Fig. 5.13). Assim, por exemplo, rede de textura fina pode ser relacionada a áreas declivosas com solos de baixa permeabilidade.

O tipo de drenagem refere-se à configuração e disposição da ramificação de drenagem e dos ângulos formados entre os tributários, permitindo inferências sobre a rocha e o solo, conforme exemplifica a Fig. 5.14.

A hierarquia fluvial é um processo que estabelece uma classificação para cada curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica. Ela consiste em numerar os cursos em ordem crescente. Os menores canais, sem tributários (da nascente à confluência), são os canais de primeira ordem. A união de dois canais de primeira ordem forma um canal de segunda ordem, e assim sucessivamente, até o rio principal (de enésima ordem). A área superficial que

que induz os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão (veja Cap. 3). Conseqüentemente, é muito comum constatar que o banco de dados do planejamento está estruturado em função dessas unidades. Somado a isso, não há dúvidas de que é essencial a proteção à água, por sua condição de elemento fundamental para a vida e para as atividades humanas.

A estratégia dos planejadores é analisar as propriedades, a distribuição e a circulação da água, para interpretar potencialidades e restrições de uso. O método usual é mapear inicialmente a hidrografia, com todas as drenagens que compõem a rede hídrica. A base da informação para construção dessa rede pode ser obtida através de cartas topográficas de órgãos oficiais ou por imagens obtidas de sensores remotos.

A rede de drenagem pode ser caracterizada a partir de diferentes parâmetros descritores: afluentes principais, área ocupada, tipo de drenagem, hierarquia fluvial, orientação dos elementos em relação ao relevo, sinuosidade dos cursos, temporalidade dos canais etc. A análise do conjunto de descritores auxilia outros estudos, como os morfométricos, e fornece indicações sobre outros assuntos, como disponibilidade de água, presença de pântanos ou cavernas.

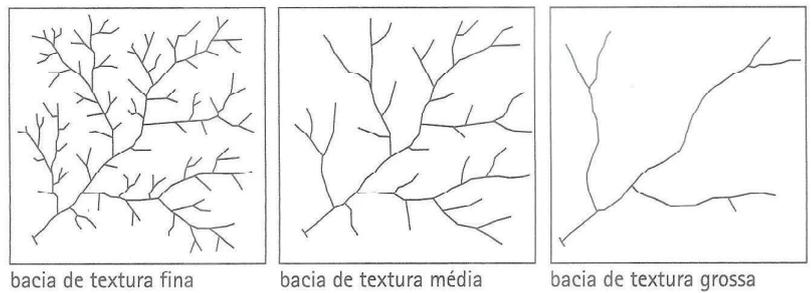
contribui para cada segmento é a bacia de drenagem a ele associada. Esse procedimento facilita os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas, tais como análise linear, hipsométrica e de área. Permite também ao planejador entender o grau de organização e a complexidade do sistema hidrográfico. Algumas dessas classificações da drenagem de bacias hidrográficas podem ser apresentadas como um mapa específico (Fig. 5.15).

Vale lembrar que a ausência da drenagem ou de um sistema integrado de cursos de água também é uma informação. Refere-se comumente a áreas com alta permeabilidade, com materiais granulares, como dunas ou colinas costeiras.

Uma vez desenhada a rede hidrográfica, as bacias componentes da área de estudo podem ser isoladas pelo delineamento dos divisores de água. Este procedimento pode ser feito a partir das curvas de nível, desenhando-se uma linha divisória ortogonal às curvas e em direção aos topos mais elevados (pontos cotados), em torno do curso de água principal da bacia e seus afluentes diretos (Fig. 5.16). A cada bacia hidrográfica pode-se adicionar uma série de informações, de sua área territorial às instituições que têm representatividade administrativa e política sobre ela (quadro 5.10). Alguns planejamentos utilizam as bacias hidrográficas da área de interesse como unidades gerenciais, atribuindo a cada uma delas orientações específicas.

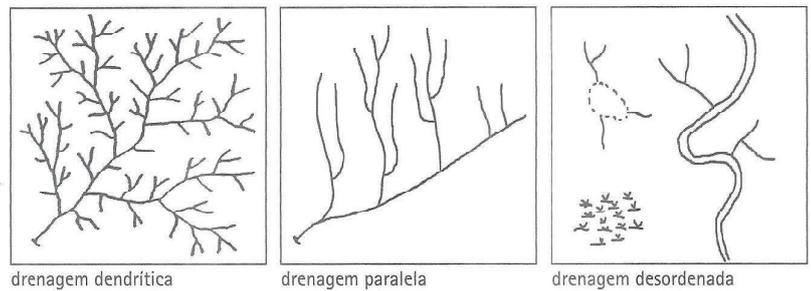
A rede de drenagem e as bacias hidrográficas também devem ser avaliadas em função da qualidade e quantidade das águas. Esse tipo de análise permite a interpretação da disponibilidade hídrica para os ecossistemas naturais ou construídos.

De forma geral, os parâmetros indicadores de quantidade e de qualidade das águas são obtidos em órgãos oficiais. Para análise quantitativa, são considerados dados pluviométricos e fluviométricos, apresentados em histogramas, dependendo da série histórica disponível. Algumas vezes são feitas medidas diretas dos caudais, que vão de formas simples de amostragem *in loco* até estimativas complexas por sensores remotos. Outras vezes, calcula-se o **balanço hídrico** na bacia hidrográfica, que fornece uma idéia mais precisa das quantidades de água disponíveis no solo, déficits ou superávits. Pode-se,



bacia de textura fina bacia de textura média bacia de textura grossa

Fig. 5.13 Classificação da rede hídrica pela textura. Fonte: Howard, 1945.



drenagem dendrítica drenagem paralela drenagem desordenada

Fig. 5.14 Drenagem dendrítica - (a) configuração arborescente, onde o eixo principal corresponde ao tronco da árvore. Os ramos formados pelas correntes tributárias distribuem-se em todas as direções sobre a superfície do terreno e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas nunca chegando ao ângulo reto. A existência de ângulos retos, no padrão dendrítico, constitui anomalia que se deve atribuir, em geral, a fenômenos tectônicos. Ocorre sobre rochas de resistência uniforme ou em estruturas sedimentares horizontais e solos homogêneos. (b) forma dendrítica modificada, onde as falhas e fraturas modificaram sua forma. O tipo e direção do ângulo podem refletir um tipo específico de rocha. Drenagem desordenada - é forma resultante de solos jovens em topografias planas ou suaves, com nível freático elevado. Drenagem paralela - ocorre em áreas com declividades uniformes, cujo curso principal reflete falhas ou fraturas. Fonte: Howard, 1945

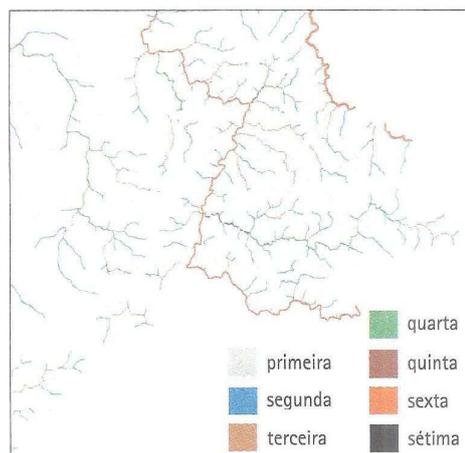


Fig. 5.15 Ilustração de mapa de hierarquia de canais na região de Cotia. Fonte: Petrobrás, 2003 (modificado)

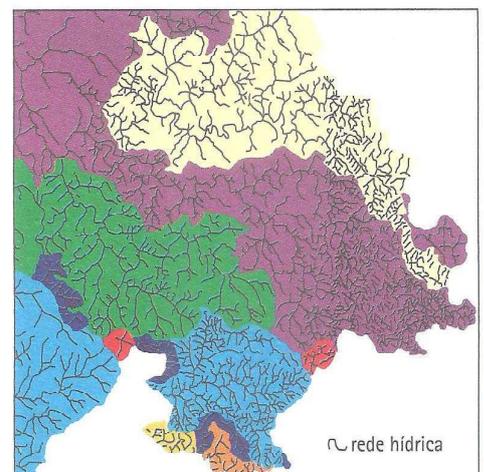


Fig. 5.16 Ilustração de mapa de bacias hidrográficas. Fonte: Petrobras, 2003 (modificado)

Quadro 5.10 Exemplo de banco de dados para identificação de sistema e subsistemas de drenagem

ID	2
Instalação	REPLAN
Drenagem tipo	dendrítica
Bacias - condições	fechada
Bacia - nome	BH do rio Atibaia
Afluentes principais	rio Atibaia; ribeirão das Anhumas
Bacia - comitê	CBH Piracicaba, Capivari e Jundiá
Área	582.483.866,1m ²

Fonte: Petrobras, 2003 (modificado)

informações sobre indicadores biológicos sensíveis à poluição ou contaminação, como os mutagênicos, hormonais e bacteriológicos. Alguns parâmetros relativos à qualidade da água são muito usados para traduzir o estado de contaminação ambiental. Assim, por exemplo, sólidos em suspensão, nitrogênio e fósforo ocorrem naturalmente, mas a partir de um determinado valor, podem significar erosão acelerada, assoreamento, presença de águas residuais urbanas e industriais ou fertilizantes. Trabalha-se, desta forma, com as alterações estabelecidas a partir de um padrão dado pelas condições naturais.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos podem ser transformados em um índice de qualidade das águas. O IQA definido pela Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) é um dos mais citados (Fig. 5. 17). Contudo, em virtude da disponibilidade dos dados e objetivos do planejamento, muitos tipos de índices foram elaborados. Pode-se, também, sugerir a qualidade da água de forma indireta, utilizando dados sobre uso atual. É possível, por exemplo, localizar: pontos de captação de água para abastecimento público; corpos d'água receptores de efluentes domésticos; sistemas de esgotamento sanitário atuais e futuros; lixões e/ou aterros sanitários atuais e de futuros projetos; projetos e programas municipais sobre captações, despejos, tratamento e monitoramento das águas, entre outros. Neste tipo de avaliação, as campanhas de campo são essenciais para identificar e localizar focos

atuais e/ou potenciais de risco à poluição das águas. O quadro 5.11 apresenta uma planilha de campo que, apesar de induzir respostas subjetivas, é um norteador para avaliações gerais sobre a água superficial de uma determinada região.

Quadro 5.11 Planilha de campo com parâmetros descritores das águas em pontos amostrais

PARÂMETROS DESCRITORES DAS ÁGUAS		
disponibilidade	alta	<input type="checkbox"/>
	média	<input type="checkbox"/>
	baixa	<input type="checkbox"/>
qualidade da água	apta para uso geral (todos)	<input type="checkbox"/>
	para outros usos, mas não para o homem	<input type="checkbox"/>
	limitada para agricultura e/ou gado	<input type="checkbox"/>
	inadequada para uso	<input type="checkbox"/>
vizinhança das águas	agricultura permanente	<input type="checkbox"/>
	agricultura temporária	<input type="checkbox"/>
	agricultura com uso de agrotóxicos	<input type="checkbox"/>
	agricultura diversificada	<input type="checkbox"/>
	agricultura de subsistência	<input type="checkbox"/>
	agricultura intensiva	<input type="checkbox"/>
	agricultura com manejo	<input type="checkbox"/>
	esgoto	<input type="checkbox"/>
	lixo	<input type="checkbox"/>
	captação de água	<input type="checkbox"/>
	irrigação	<input type="checkbox"/>
	navegação	<input type="checkbox"/>
	outros	<input type="checkbox"/>
densidade da rede de drenagem	densidade alta	<input type="checkbox"/>
	densidade média	<input type="checkbox"/>
	densidade baixa	<input type="checkbox"/>
predominância de cursos d'água de:	primeira ordem	<input type="checkbox"/>
	segunda ordem	<input type="checkbox"/>
	terceira ordem	<input type="checkbox"/>
	rios das bacias principais	<input type="checkbox"/>

Uma outra forma de avaliação indireta dos cursos de água é comparar a caracterização da composição natural das águas pelos parâmetros físico-químico-biológicos com as atividades de borda e vizinhança do curso d'água e seu potencial de induzir impactos. Este método de análise expressa valores arbitrários (de zero a dez, por exemplo) indicativos da pressão das atividades de borda e vizinhança sobre a qualidade ao longo do curso de água (Fig. 5.18). A análise permite indicar os trechos de maior pressão ou maior entrada de poluentes ao longo dos cursos d'água, o que não significa, necessariamente, que a água nestes trechos apresente-se mais poluída, já que os processos acumulativos e de autodepuração não são considerados por essa estratégia. No entanto, a conjugação das duas perspectivas (composição das águas e pressões humanas) possibilita ao planejador fundamentar melhor a definição das estratégias para a conservação dos recursos hídricos, superando as limitações da abordagem do dado pontual.

A avaliação da disponibilidade e qualidade hídrica é feita, basicamente, das águas superficiais. Apesar da reconhecida importância, não é comum encontrar uma análise das águas subterrâneas. Esta informação necessita dos dados relativos à caracterização dos sistemas aquíferos, nem sempre disponíveis. De forma geral, o levantamento dos recursos hídricos subterrâneos consiste em elaborar consultas junto aos cadastros técnicos de órgãos oficiais e empresas perfuradoras de poços tubulares e artesianos.

Na realidade, são diversas as limitações das informações relativas à água para os planejamentos. A primeira refere-se à base de informação. As cartas planimétricas que servem de base para o desenho da rede hidrográfica estão disponíveis em escalas, 1:50.000 a 1:250.000. Alguns planejamentos trabalham esse dado junto a outros que representam a observação de uma escala de maior detalhe, o que gera erro de interpretação. Outra fonte de erro advém de escalas em que nascentes, pequenos afluentes ou cursos intermitentes não são desenhados, tomando-se decisões sobre o uso do território sem atentar para estas feições. Ainda em função da escala, algumas porções do território brasileiro só têm bases oficiais disponíveis em escala 1:100.000 ou 1:250.000. Esse fato conduz o planejador à definição de um planejamento genérico. Um fator complicador ocorre quando cada parte da área de estudo tem base em escalas diferentes. A compatibilização, apesar de tecnicamente possível, tem evidenciado muitas contradições.

O banco de dados disponível sobre parâmetros de quantidade e qualidade de água acarreta outra questão. Há, em geral, apenas dados de vazão dos rios principais. A vazão dos cursos de água de menor porte é deduzida pela aplicação de modelos matemáticos. Raramente apresentam-se medidas sistemáticas do caudal e em diferentes períodos de retorno, que poderiam responder de forma quantitativa sobre a disponibilidade de água ou sobre a frequência de cheias e inundações.

Quanto à qualidade da água, a rede de monitoramento dos órgãos oficiais não cobre o território brasileiro. Não há uma distribuição satisfatória de pontos de coleta, a frequência amostral é irregular (diária, mensal, anual ou em número de anos) e o número de parâmetros em cada ponto amostral é variável. Quando os dados são deficientes, com grande frequência planeja-se uma amostragem de campo, a qual, no entanto, não tem série histórica. A essa falha costumam-se somar duas outras: (a) os parâmetros são avaliados separadamente, esquecendo-se que há interdependência entre eles e com os outros elementos do meio através do ciclo hidrológico; e (b) a seleção dos parâmetros é feita de forma generalizada, esquecendo-se que quantidade e qualidade não são valores definitivos, mas determinados em relação ao contexto territorial da área planejada, ao uso ou atividade a que se destina e ao tempo.

Mais difícil é a análise das águas subterrâneas. A inexistência de estudos hidrogeológicos em nível regional é comum e o uso de dados pontuais tem levado a erros grosseiros. O levantamento e mapeamento de aquíferos e altura do nível freático, bem como sua qualidade ou estado de contaminação, raramente são apresentados. Essa deficiência no planejamento decorre do tempo e custo necessários para o desenvolvimento de tais estudos. Assim, os planejadores acabam optando pelo uso de evidências de tais atributos pela avaliação da geologia, declividade ou solo.



Fig. 5.17 Cartograma dos valores do IQA, ao longo dos rios Atibaia e Jaguari, município de Campinas, SP. Esses são pontos de monitoramento da Cetesb, apresentados em 2002. Fonte: Petrobras, 2003 (modificado)

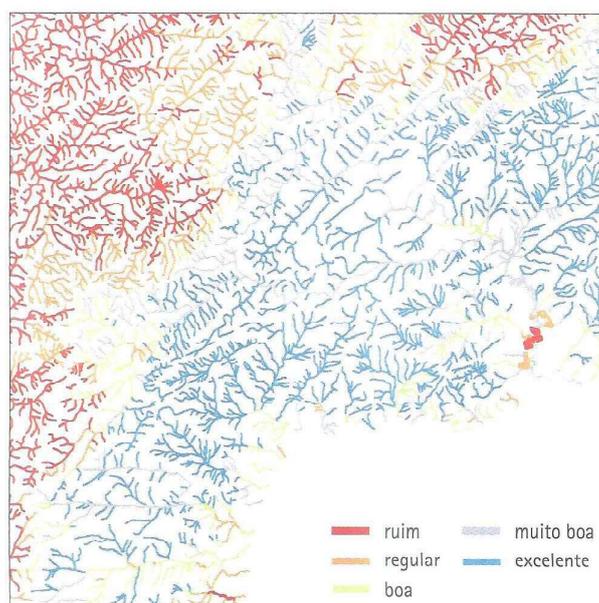


Figura 5.18 Provável qualidade das águas ao longo dos cursos, definida em função das pressões humanas e impactos ocorrentes. Trata-se da região de Paraty, RJ. Sob essa estratégia deduz-se que a melhor qualidade de água localiza-se na área pertencente ao Parque Nacional da Serra da Bocaina, enquanto a pior, ocorreu na região dos campos antrópicos de Cunha. Fonte: MMA, 2001

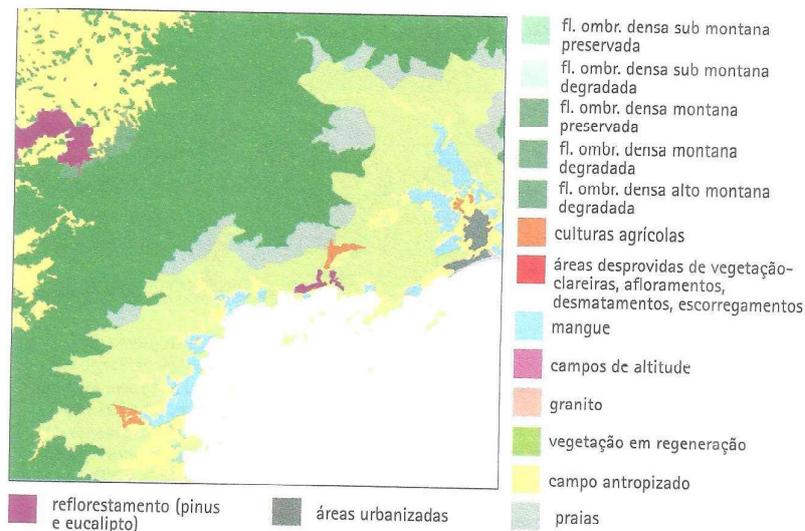


Fig. 5.19 Ilustração do mapa de vegetação da região de Paraty, RJ. O mapa foi obtido por interpretação de imagens de satélite, fotos aéreas e visitas de campo. A vegetação natural mais preservada concentra-se na área do Parque Nacional da Serra da Bocaina. Neste mapa não é possível representar as inúmeras trilhas constatadas nas visitas de campo que induzem a impactos em todas as fisionomias: da vegetação sobre restinga à floresta alto montana. Fonte: MMA, 2001 (modificado)

Quadro 5.12 Trecho da caracterização dos tipos vegetacionais do domínio Mata Atlântica, elaborado para a região Norte do Estado de SP.

formações e tipos de cobertura vegetal do domínio mata atlântica	principal estado de conservação	pressões históricas	área(ha)	% de cobertura
campo	de altitude degradado	há relatos e documentos sobre queimadas desde 1832 até os dias atuais e uso para pastejo; raros fragmentos estão isentos da ação do fogo	2.501	2,40
floresta ombrofila densa	alto-montana preservado	relatos locais citam a preservação dessa floresta em virtude da inacessibilidade e proteção do proprietário das terras, desde o século XIX	5.108	4,91
	montana preservada	área sempre descrita como em bom estado de conservação por relatos de naturalistas e escritos locais, devido à inacessibilidade da escarpa	2.3083	22,18
	submontana degradada	a passagem de naturalistas por essa região, entre o período do ciclo do ouro e ciclo do café, registrou ocorrência de grandes desmatamentos voltados para o plantio do café e, depois, formação de campos; há inúmeros relatos de sinais de erosão; há grande número de citações de espécies vegetais arbóreas em fragmentos florestais conservados e descritos como de boa qualidade ambiental	18.692	17,96
formação pioneira	vegetação sobre restinga degradada	fotos registram que, desde o século XIX, a vegetação sobre restinga não existia ou já existia em estado degradado; trilhas e um pequeno aglomerado populacional foram construídos e desmobilizados; a restinga recuperou-se, porém continua sofrendo pressões por outras vias de acesso e mercados.	20	0,01

Fonte: MMA, 2001 (modificado)

Como já se disse, atualmente o planejamento utiliza complexas ferramentas que geram produtos cuja aparência e sofisticação mascaram a verdadeira eficácia e eficiência do resultado obtido. As avaliações relativas à água constituem um desses casos.

VEGETAÇÃO

Pelo seu inerente potencial como indicador, a vegetação é um tema muito valorizado pelos planejadores. É um elemento do meio natural muito sensível às condições e tendências da paisagem, reagindo distinta e rapidamente às variações. A vegetação pode mudar abruptamente, em curtos períodos de tempo e dentro de pequenas distâncias. Seu estudo permite conhecer, por um lado, as condições naturais do território e, por outro, as influências antrópicas recebidas, podendo-se inferir, globalmente, a qualidade do meio. Assim, quanto mais próxima a vegetação estiver de seus limites de tolerância às variações dos fatores abióticos e bióticos, mais vulnerável será, caso em que a resposta da vegetação pode ser explícita e de permanência mais longa. Em suma, permite descrever o estado e, ao mesmo tempo, deduzir os vetores de pressão que o produzem.

Em planejamento, a vegetação é caracterizada pelo domínio, formações e tipos de cobertura natural, que devem ser espacializados, quantificados e qualificados de acordo com seu estado de conservação atual (Fig. 5.19 e quadro 5.12). Em seguida, as formações costumam ser identificadas pela fisionomia, pela estrutura e pela composição florística. Essas avaliações, em datas diferentes, permitem indicar as mudanças, sua direção e velocidade ao longo do tempo. Além disso, é aconselhável obter levantamentos da história natural, escritos de botânicos e depoimentos locais, para reconstruir os cenários passados e compreender a descrição do cenário atual (veja Cap. 3).

O mapeamento da vegetação é a forma mais comum encontrada no planejamento ambiental para as tomadas de decisão relativas à conservação de ecossistemas naturais, expressando suas principais características importantes - a distribuição, grau de fragmentação, forma e heterogeneidade espacial dos remanescentes. Por meio de um mapa, pode-se destacar os efeitos provocados e a nova ordem (ou desordem) estabelecida na região pelas ações humanas. Pode-se também deduzir a direção de sua evolução ou séries sucessionais, as comunidades pioneiras e as substitutas. Para mapear uma vegetação, a primeira questão é definir o tipo de mapeamento a ser realizado. Ele depende das metas e dos objetivos do planejamento, do tamanho da área, do grau de conhecimento sobre a vegetação, do tempo, da

dotação orçamentária e das imagens de sensores remotos (imagens de satélite ou fotografias aéreas) disponíveis para tal trabalho. Desta forma, utiliza-se desde mapas do tipo exploratório até mapas de detalhe, entre 1:250.000 e 1:5.000. No Brasil, é bastante comum o uso da escala 1:50.000, mas o rápido aprimoramento dos sensores orbitais vem permitindo que se estude a vegetação em escalas cada vez mais detalhadas. Em função da escala de observação obtém-se um produto específico. Assim, por exemplo, na escala exploratória pode-se mapear o domínio, mas não os tipos vegetacionais, enquanto que a escala de reconhecimento ou semi-detalle mapeia os tipos, mas não o estado de conservação. Destaque-se que, em alguns países, como França, Austrália e Inglaterra, são elaborados mapas em tal detalhe que os resultados representam um inventário das comunidades de plantas ou de espécies existentes, com determinação de sua localização, extensão e distribuição geográfica no espaço. No Brasil, às vezes, é importante selecionar uma escala que represente pequenos fragmentos de vegetação natural. Em áreas de **hotspots** que foram muito dizimadas, por exemplo, fragmentos reduzidos são muito importantes por representarem a possibilidade de manter conservada a memória da história natural.

Outra decisão a ser tomada é sobre a adoção do sistema de classificação da vegetação. No Brasil existem vários sistemas¹, cada um expressando de forma diversa a variabilidade e complexidade dos ecossistemas, utilizando ou critério fisionômico, ou critério fisionômico-estrutural, ou fisionômico-ecológico, ou fisionômico-florístico, ou domínio morfoclimático, ou o habitat, e assim por diante. No entanto, é mais usual utilizar-se o sistema desenvolvido pelas diretrizes de Veloso e Góes Filho e descrito pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) com critérios fisionômicos e ecológicos.

Os produtos obtidos da interpretação da vegetação costumam ser modelados em um sistema de informações geográficas, resultando num mapa que deve ser aferido em campo. É importante frisar que a aferição da interpretação e correção do mapa de vegetação é uma fase vital para a elaboração do diagnóstico ambiental, porque permite rever os padrões de mapeamento adotados em função de feições específicas da topografia, das espécies ocorrentes, das características de borda dos fragmentos, enfim, daquelas características que somente *in loco* podem ser avaliadas. Não há produto de sensor ou classificação automática por meio de um sistema de informação geográfica que dispense o campo (veja Cap. 7). Um bom exemplo é dado pelos limites altimétricos, descritos em literatura, que determinam a separação entre os tipos vegetacionais, como Florestas Alto Montana, Montana e Submontana. Eles representam valores médios que, dependendo da região, precisam ser ajustados. Assim, é necessário observar as mudanças fisionômicas e encontrar as espécies indicadoras dessa transição. Outro bom exemplo é a vegetação sobre restinga. As planícies litorâneas apresentam uma complexidade que resulta em uma variação fisionômica muito grande, raramente mapeada por meio de sensores. Girardi (2002) apresenta vários exemplos em que o mapeamento de um tipo vegetacional sobre restinga, observado como um único polígono em escala entre 1:50.000 e 1:25.000, apresenta uma variação fisionômica interna muito grande quando observado em campo. Conclui que a representação usual das classes de vegetação de restinga em um mapa tem grande probabilidade de erro, por existirem outros tipos estruturais inclusos. A autora demonstrou ainda que a classe floresta fechada, baixa e homogênea sobre planície detrítica mista, em bom estado de conservação, pode ser facilmente identificada por diagrama de perfil, mas, em um mapeamento em escala de até 1:25.000, ela se confunde com o padrão de vegetação de restinga alterada. Desta forma, uma área conservada que apresente um padrão atípico, de grande valor para conservação, pode ficar fora da zona de preservação, se a única estratégia adotada for o mapeamento.

No campo ou por meio das imagens dos sensores remotos, podem ser observados alguns parâmetros descritores da cobertura vegetal que são essenciais para sua compreensão. Eles permitem um julgamento de valor da cobertura vegetal. Mesmo que interpretados de forma subjetiva, auxiliam na indicação do potencial da cobertura vegetal, uma vez que são reputados pela literatura como indicadores da diversidade e estabilidade dos sistemas naturais. Como descritores, incluem-se também as formações vegetais específicas, com estrutura e composição particulares, que ocorrem sobre minérios, bolsões climáticos ou composições peculiares do solo, que auxiliam na definição da rareza de cobertura vegetal.

O quadro 5.13 exemplifica uma planilha de campo, cujo objetivo é reunir alguns descritores que, em seu somatório, permitem a descrição concisa da qualidade da vegetação.

¹ Veloso et al., 1991, revisaram os sistemas de classificação da vegetação no Brasil, citando como marco o trabalho de Martius, em 1824, que identificou cinco regiões florísticas.

Para muitos planejadores e botânicos, o mapeamento não é uma tarefa suficiente para o planejamento que visa a conservação. Seu produto não expressa a dinâmica e nem a heterogeneidade dos ecossistemas naturais. É necessário, no mínimo, complementá-lo com levantamentos de campo que discriminem a composição florística, a estrutura e a heterogeneidade interna dos sistemas, a distribuição de espécies e as relações dinâmicas entre os indivíduos no espaço. Para tanto, é comum elaborarem-se estudos fitossociológicos que amostram indivíduos e meçam relações de frequência, densidade, dominância e valor de importância para as espécies ocorrentes. Esses estudos podem vir acompanhados de diagramas de perfil, representando as diferenças fisionômicas encontradas em campo pelo desenho de cada indivíduo numa linha de referência (Fig. 5.20 e quadro 5.14). Os perfis definem composição, fisionomia, altura da cobertura e número de estratos, diâmetro de troncos e diversidade de formas.

Neles são também representadas características como tortuosidade dos caules, formas das copas, ramificações, presença de epífitas, presença de indivíduos apresentando rebrota e indivíduos tombados, que nada mais são que indícios para interpretação da qualidade, da integridade e das interferências humanas sobre a vegetação. Além de fornecer uma visão mais dinâmica dos fragmentos vegetacionais, essa estratégia permite detectar subpadrões fisionômicos não mapeáveis por imagens de sensores remotos.

Os procedimentos de análise para a vegetação citados neste capítulo são os mais usuais, embora exista na literatura um número infindável de avaliações de qualidade. Contudo, a maioria delas exige classificações de campo que requerem tempo e equipe especialista, além de implicarem alto custo. Para o planejador, sempre resta a decisão sobre qual a melhor e mais adequada estratégia a ser adotada, frente às condições impostas pelo planejamento.

Quadro 5.13 Planilha de campo com descritores da vegetação

Responsável pela planilha:		espécies mais frequentes:	
área ocupada (ha):		espécies importantes (nº, biomassa...):	
área original/área atual de		espécies emergentes (altura e diâmetro):	
cobertura vegetal (% estimada):		espécies invasoras ou dominantes (% aproximada):	
tipo de cobertura vegetal		ocorrência de floração:	
domínio	formação	tipo	ocorrência de frutificação:
		preservada	tipo predominante de reprodução:
		pouco antropizada	número de estratos:
		muito antropizada	
tipos de estrato/estrutura:		arbóreo	área de borda - forma
		arbusivo	circular
		subarbusivo	oval
		herbáceo	fusiforme
		escandescente	estrelar
		epifítico	irregular
elemento predominante		árvores	ininterrupta
		arbustos	pouco interrompida
		herbáceas	muito interrompida
		epífitas	área de borda - largura aproximada
		lianas	faixa estreita
		líquens	faixa extensa
		outros	faixa muito extensa
tamanho das folhas		macrófila	zona de contato
		mesófila	abrupta
		micrófila	gradativa
		nanófila	estrutura e/ou composições particulares
características das folhas		caducifólia	minérios
		perenifólia	bolsões climáticos
		aciculifólia	composições/solu/relevo
		esclerofília	outras:
		suculenta	presença de
		outra:	cipós lenhosos
altura das árvores		0,3 - 1m	espinhos
		1 - 3m	muitos elementos lenhosos - serapilheira
		3 - 5m	serapilheira foliar densa/pouca
		5 - 15m	gomose
		15 - 25m	
		>25m	
densidade da cobertura (% estimada)		muito baixa: até 10%	VALORES DA BIODIVERSIDADE
		baixa: 10 - 50%	valores éticos e morais
		regular: 50 - 70%	valor intrínseco
		alta: 70 - 90%	valor como herança humana
		muito alta: >90%	valores estéticos
			e de recreação
			contemplação
			observação
			exploração dos sentidos: ouvir/tocar/ver
			atividades físicas
			arte a partir da paisagem

composição do dossel	esporádico raro agrupado interrompido contínuo íntegro
nº de indivíduos/m ² (em 100m ²)	1 - 5 5 - 15 15 - 30 30 - 60 60 - 90 >90
perímetro do tronco	<4cm 4 - 10cm 10 - 20cm 20 - 30cm >30cm
estádio sucessional	climax subclimax sucessão inicial sucessão intermediária sucessão tardia
distribuição espacial dos fragmentos	alcatória agrupada sistemática outra distribuição
grau de isolamento de remanescente florestal dentro da unidade	alto médio baixo
rareza de cobertura vegetal/espécie	sim não
razão de rareza	espécies ameaçadas de extinção espécies raras espécies endêmicas ecossistema raro/endêmico proteção à fauna rara/endêmica/protegida por lei monumento histórico natural espécies de valor cultural regional plantas medicinais madeiras nobres outras razões
formas dos remanescentes	outras formas:



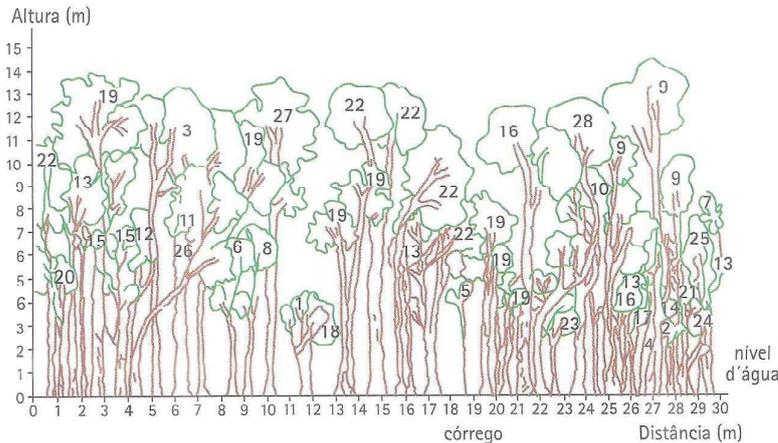
valor como recurso	fonte de alimento fonte de produtos farmacêuticos fonte de controle biológico fonte de materiais para construção fonte de materiais para manufatura fonte de combustíveis energéticos para pesquisa científica para educação de forma geral para desenvolvimento tecnológico
valor para o equilíbrio do ambiente	manutenção das fontes naturais de água absorção de resíduos equilíbrio climático: global/regional/local indicadores de mudanças ambientais proteção a distúrbios ambientais: enchentes/vendavais/pragas
valores desconhecidos (espécies)	muito alto (1% de conhecimento) alto (2% - 30%) médio (>30%<90%) baixo (>90%)
valor de reconstrução	reflorestamentos para: reabilitação recuperação restauração

PRINCIPAIS AÇÕES IMPACTANTES	
fogo desmatamento (corte de madeira dura) desmatamento (corte de madeira mole) corte seletivo (palmito, bromélias, antúrios) trilha ou vias vicinais linhas de energia e comunicação mineração agricultura de subsistência outra	
PROVÁVEL REVERSIBILIDADE NATURAL DO ESTADO IMPACTADO	
bastante lenta (>100 anos)	lenta (30-100 anos)
média (10 - 30 anos)	rápida (< 10 anos)
valor do ecossistema natural (1, 2, 3, 4, 5)	

Todo planejador sabe que as tomadas de decisão vinculadas ao tema vegetação teriam muito mais confiabilidade se este fosse estudado pelo conjunto de critérios fisionômicos, florísticos e ecológicos. O estudo sobre a biologia das populações, sua distribuição no território e sua evolução no tempo auxilia na compreensão da dinâmica das populações. No entanto, essa aspiração é impossível de ser concretizada na maioria dos casos. Cabe, então, à equipe decidir a melhor estratégia frente aos objetivos propostos. O usual nos planejamentos é reduzir a análise a critérios fisionômicos que podem ser mapeados em diversas escalas e em qualquer região. Elaboram-se mapas que generalizam e homogenizam os tipos vegetacionais no espaço. Essa decisão pode vir a ser desastrosa se os tomadores de decisão esquecerem que os limites dos polígonos mapeados são arbitrários, ou seja, resultaram da decisão prévia sobre o que é homogêneo ou não, o que tem (ou não) a mesma estrutura, fisionomia, comportamento ou dinâmica. Um mesmo mapa elaborado por diferentes grupos gera diferentes polígonos, uma vez que cada grupo decide de forma diferente sobre o que deve ser representado, como também, sobre o tamanho da célula que representa a heterogeneidade relevante - o que, sem dúvida, interfere nas decisões sobre preservação ou conservação. Esta constatação é muito mais marcante quando se trata de manchas de vegetação que têm variação interna grande, áreas no limiar da resolução do mapa, tipos de vegetação de transição ou áreas em estágios evolutivos (como as séries sucessionais, iniciais a intermediárias).

COMPOSIÇÃO EM ESPÉCIES

1. <i>Allophylus edulis</i>	11. <i>Dendropanax cuneatum</i>	21. <i>Psychotria carthagenensis</i>
2. <i>Arecastrum romanzoffianum</i>	12. <i>Gochnatia polymorpha</i>	22. <i>Rapanea umbellata</i>
3. <i>Cabralea canjerana</i>	13. <i>Guarea macrophylla</i>	23. <i>Rhamnidium elaeocarpum</i>
4. <i>Campomanesia guaviroba</i>	14. <i>Hybanthus atropurpureus</i>	24. <i>Sebastiania serrata</i>
5. <i>Casearia decandra</i>	15. <i>Inga marginata</i>	25. <i>Trichilia clauseni</i>
6. <i>Casearia oblígua</i>	16. <i>Luehea divaricata</i>	26. <i>Trichilia elegans</i>
7. <i>Cecropia pachystachia</i>	17. <i>Matayba guianensis</i>	27. <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>
8. <i>Citronella megaphylla</i>	18. <i>Myrcia multiflora</i>	28. <i>Zanthoxylum bieloperone</i>
9. <i>Croton floribundus</i>	19. <i>Piptadenia gonoacantha</i>	
10. <i>Croton urucurana</i>	20. <i>Psidium guajava</i>	



Espécies amostradas em um fragmento de mata e seus parâmetros fitossociológicos

ESPÉCIE	FAMÍLIA	Ni	FR	DOR	DR	VI
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Caesalpinoideae	31	7,93	19,24	10,40	43,65
<i>Guapira opposita</i>	Nyctaginaceae	10	4,76	3,32	5,31	13,29
<i>Eugenia gardneriana</i>	Myrtaceae	8	4,76	3,90	4,25	12,91
<i>Casearia sylvestris</i>	Flacourtiaceae	8	5,55	1,90	4,25	11,70
<i>Eugenia moraviana</i>	Myrtaceae	5	3,17	4,95	2,65	10,77

Ni: número de indivíduos; FR: frequência relativa; DOR: dominância relativa; DR: densidade relativa; VI: valor de importância

Fig. 5.20 Exemplo de resultados apresentados em levantamento florístico fitossociológico de floresta estacional semi-decidual e diagrama de perfil, realizado num fragmento localizado na bacia do ribeirão Atibaia, na região da Depressão Pcriférica, SP, em 1998. Fonte: Santos e Mantovani, 1999 (modificado)

costumam reduzir-se à elaboração de alguns diagramas de perfil dos fragmentos vegetacionais, dando preferência aos mais conservados.

Para que os resultados sejam confiáveis, é necessária uma amostragem significativa, obedecendo a um percentual estatisticamente calculado para toda a cobertura vegetal e em cada categoria de vegetação mapeada. Ou seja, a amostragem deve relativizar as variações fisionômicas mapeadas. A identificação de espécies, sempre necessária nesse tipo de levantamento, requer extensa amostragem. Como já alertado, o procedimento é caro, trabalhoso, exige equipe especializada de trabalho e é demorado. A avaliação por diagrama de perfil, em detrimento dos levantamentos fitossociológicos, reduz esses condicionantes, pela facilidade e rapidez de aplicação em campo. Além disso, os diagramas de perfil evidenciam fisionomias e estruturas não apontadas pelo mapeamento, como estratificação da vegetação, formas de vida presentes, composição de espécies e detalhes do sítio físico em que a vegetação ocorre.

Esta é a razão porque tantos se utilizam dessa técnica nos planejamentos.

Quadro 5.14 Distribuição de espécies em relação aos tipos fisionômicos

ESPÉCIES	VEGETAÇÃO							
	nome científico	nome popular	vegetação ciliar	mata semidecidual	cerrado	cerradão	áreas úmidas	áreas de uso antrópico
ANACARDIACEAE								
<i>Anacardium humile</i>		cajeueiro			X			X
<i>Myracrodruon urundeuva</i>		aroeira		X		X		
<i>Tapirira guianensis</i>		pombeiro	X	X		X		X
ANNONACEAE								
<i>Annona coriacea</i>		ariticum			X			
<i>A. crassifolia</i>		ariticum			X	X		X

O que é necessário ressaltar nesses últimos parágrafos é que cada uma das alternativas metodológicas oferece vantagens e desvantagens e podem ser complementares, minimizando os erros. Porém, essa complementação não deve ser simplesmente uma soma, pois cada estratégia faz uso de um tipo de amostra que generaliza, mais ou menos, a continuidade das propriedades e a heterogeneidade dos sistemas naturais no espaço. Nos

últimos anos, com esse enfoque, alguns planejadores têm experimentado técnicas estatísticas para modelar e representar as mudanças espaciais de forma mais contínua, sem limites rígidos, mais baseadas em levantamentos de campo.

A realidade brasileira é que, ainda em dias atuais, a maioria dos planejamentos decide pelo aspecto fisionômico da vegetação. Alguns se reduzem à avaliação do estrato dominante da cobertura e quase nunca interpretam a dinâmica das populações. É difícil, desta forma, reconhecer o real valor dos fragmentos vegetacionais. A composição, raridade, potencialidade, fragilidade, ameaça à extinção e dinâmica, entre outras características, são deduzidas por via indireta, amostral, o que não significa um erro, mas uma limitação. Mais uma vez é necessário reforçar que é erro grosseiro não descrever as incertezas advindas dessas limitações. Lembrar sempre que as decisões sobre o que deve ser preservado, conservado ou manejado, bem como a responsabilidade de garantir a manutenção de toda a heterogeneidade natural existente numa área de estudo, depende dessas reflexões.

FAUNA

Em planejamento ambiental, a fauna tem, basicamente, a função de indicar a qualidade ambiental do meio, escolher e definir áreas a serem protegidas e especificar manejo.

Como as características e diversidade da vegetação refletem-se diretamente sobre a fauna, ambas são consideradas temas contíguos, tendo descritores comuns. Assim, de forma semelhante ao tema vegetação, o caminho é reconhecer a estrutura e diversidade da comunidade; a composição; a abundância; a frequência; a distribuição; a dominância e a riqueza de espécies; a presença de espécies raras, em perigo, ameaçadas de extinção, exóticas e migratórias; os endemismos; a integridade e diversidade dos habitats e os tipos e graus de perturbação, entre outros descritores. Características diretas da vegetação (como estrutura, representatividade, tamanho de área ou grau de isolamento dos fragmentos) ou do meio físico (topografia, chuva, temperatura, altitude etc) são utilizadas para compor o diagnóstico. Elabora-se, dessa forma, uma relação estreita entre diversidade de ambientes e diversidade da fauna.

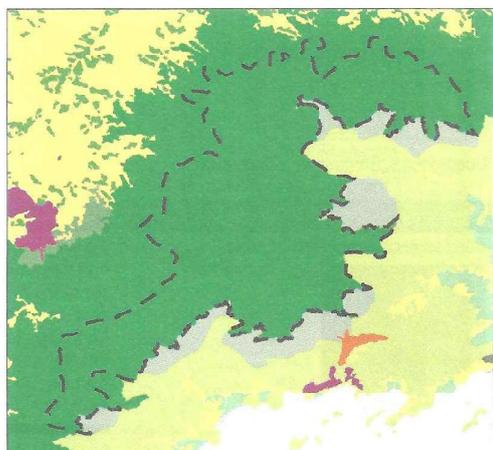
De forma geral, a primeira etapa do trabalho refere-se aos levantamentos das visitas feitas por naturalistas na área de estudo e das espécies coletadas na região e catalogadas em universidades e museus. Pode-se também

Quadro 5.15 Exemplo de caracterização de alguns mamíferos indicadores da qualidade e da conservação ambiental de um trecho de Mata Atlântica (Serra da Bocaina)

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	ALGUMAS CARACTERÍSTICAS
<i>Brachyteles arachnoides</i>	mono-carvoeiro	É o primata mais raro entre as espécies que ocorrem na região. É encontrado em floresta densa montana, preferencialmente em meia encosta, onde se alimenta de grandes frutos. Muito procurado por caçadores, é sensível à alteração do habitat, extremamente vulnerável e ameaçado de extinção. Registros atuais são raros, sendo provável que a população não esteja conseguindo atingir um número mínimo viável que assegure sua sobrevivência futura.
		
<i>Callithrix aurita</i>	sagüi-da-serra escura	É uma espécie da floresta ombrófila densa montana, com evidências de ocorrência em regiões baixo-montana, com registros atuais a cerca de 160m de altitude na vertente costeira. É ameaçada de extinção, porém não é exigente, em termos de habitat, como o mono-carvoeiro. Seu ambiente preferencial são grotas e fundo de vales ao longo de rios com vegetação de subbosque denso intercalado em certas regiões com hamhus. Vive em grupos de cinco a oito indivíduos em média e se alimenta de insetos e pequenos frutos que são encontrados principalmente nas matas secundárias. A espécie é localmente abundante, sendo a região de estudo fundamental para garantir sua sobrevivência.
		
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	Encontrado preferencialmente em floresta montana e alto-montana, mas também ocorre em florestas de áreas baixas. Suas pegadas são raramente avistadas.
		
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	É o maior mamífero terrestre que ocorre na região. Não permanece muito tempo longe de água e demonstra grande fidelidade a determinadas trilhas, sendo, portanto, vulnerável a caçadores. Apesar de não ser considerada em extinção, seus registros atuais e passado recente são raros.
		
<i>Pipile jacutinga</i>	jacutinga	Essa espécie de ave, ameaçada de extinção, era de ampla ocorrência e foi vista recentemente na região, porém sua presença é incerta. Suas áreas de ocorrência devem ser altamente prioritárias para conservação.
		
<i>Capornis cucullatus</i>	corococho	Ave endêmica, granívora, presente em mata de altitude, indicadora de boa qualidade de habitat.
		

Fonte: MMA, 2001 (modificado)

Fig. 5.21 Exemplo da provável área de ocorrência da espécie *Brachyteles arachnoides* (mono-carvoeiro) em corredores de Floresta Ombrófila Densa Montana do Parque Nacional da Bocaina. A determinação da área foi baseada no conhecimento do habitat da espécie, seu comportamento e observações em campo das pegadas deixadas em caixas (plots) de areia. Fonte: baseado em informações de Leticia Domingues Brandão



MODP - área provável de ocorrência de mono-carvoeiro

à interpretação da qualidade ambiental. Para esses indicadores descrevem-se as características e o padrão de distribuição (quadro 5.15).

Alguns planejamentos mapeiam a distribuição das espécies indicadoras por dois caminhos: pela identificação no mapa de vegetação dos ambientes propícios à espécie (Fig. 5.21) ou pela sua distribuição identificada por levantamento exaustivo *in situ*. No primeiro caso, é comum a realização de um campo expedito para checar a ocorrência por meio de pontos de observação. Com esse procedimento, pode-se comparar as áreas onde a espécie é esperada em relação aos locais onde sua presença foi confirmada, inferindo prováveis problemas de conservação com a espécie. No segundo caso, é elaborado um banco de dados que relaciona pontos de ocorrência geo-referenciados por GPS (*Geographic Positioning System*) e área de abrangência (ou área provável de movimentação ou limites extremos de localização). Neste caso, pode-se também representar no mapa a abundância (densidade estimada por área). Os resultados são apresentados em um mapa de fauna (Fig. 5.22), nas mais diferentes escalas, dependendo da qualidade da informação.

Essas estratégias são muito importantes porque ajudam a entender a distribuição de espécies e seus habitats. Se a amostragem for adequada, permite compreender o padrão de distribuição das espécies em relação às características do meio. Desta maneira, pode-se sugerir ou corrigir os limites de áreas destinadas à preservação e ao manejo. Os planejadores podem, também, relacionar a distribuição das espécies indicadoras com a localização das atividades humanas, para debater ameaças e conflitos existentes.

Recentemente, tornou-se bastante usual a aplicação do método de Avaliação Ecológica Rápida (AER), desenvolvido pelas ONGs norte-americanas Conservation International e The Nature Conservancy. Sua proposta é determinar, por seções amostrais em campo, a presença de espécies da fauna em paisagens distintas, prevendo identificar grupos ou espécies que são únicos ou que têm alta importância ecológica. Relaciona, assim, a presença de espécies-chave da teia alimentar, raras, ameaçadas de extinção e endêmicas, a partir dos grupos faunísticos de maior expressão

e como indicadores de qualidade do meio (quadro 5.16). O especialista procura em campo observar os animais, seus habitats e evidências de ocorrência, como pegadas, fezes, pêlos ou penas (Fig. 5.23).

Esta proposta é válida para um trabalho preliminar mas, por si só, não expressa o conhecimento necessário para tomar decisões sobre manejo e conservação. O método é utilizado porque permite respostas rápidas, a baixo custo, mas o aplicador tem que ser um excelente

Quadro 5.16 Trecho do resultado obtido pela aplicação da AER numa trilha que atravessa o Parque Nacional da Serra da Bocaina

local da transecção: trilha Parati-Cunha, entre as cotas altimétricas 650 e 1000m
espécies de aves observadas: 112
endêmicas: 53(47,3%)
espécies presumidamente ameaçadas: 9
ameaçada de extinção: 1 (sabiá-cica - <i>Tricharia malachitacea</i>)
indicadoras de ambiente florestal contínuo: 6

Fonte: MMA, 2001 (modificado)

especialista para que as informações sejam suficientes em quantidade e qualidade.

No Brasil, os planejamentos raramente aplicam métodos usuais de contagem ou coleta diretas, como contagem por sobrevôo, uso de armadilhas de interceptação e queda, tubos de PVC ou abrigos artificiais. Utilizam, de maneira mais comum, a procura visual por um tempo pré-definido, por rastros, ou por pegadas em "plots" de areia (Fig. 5.23). Esta decisão está ligada ao esforço amostral, tempo e custo necessários para sua aplicação. É óbvio que cada decisão gera resultados e limites de interpretação distintos.

Por conseqüência da dificuldade de informações sobre a fauna, o mapeamento da sua distribuição raramente é realizado. Se existe precariedade amostral, os pontos de localização no mapa podem não demonstrar a presença da espécie indicadora em toda a sua área de abrangência, ou os pontos de observação incluem tanto ambientes apropriados como não apropriados à espécie.

Há, ainda, outras inconsistências nos levantamentos de fauna em planejamento. Nem sempre se escolhem os melhores indicadores ou os melhores são exatamente aquelas espécies desconhecidas para a região. Os indicadores costumam ser concentrados em um grupo, como a avifauna ou mastofauna. Muitas decisões trabalham mais com a fauna que potencialmente poderia existir na área de estudo, do que com a observada em campo. Outros trabalham os dados inclusos e restritos à área de estudo, como se a fauna fosse uma ilha, sem considerar a região em que está inserida. Outros fazem longas listagens sem se preocupar em identificar os habitats e caracterizar as interações entre vegetação e fauna, que devem ser a base do conhecimento para definir as áreas para preservação da biodiversidade.

A realidade é que as decisões relativas à conservação da fauna em planejamento ambiental ficam mais ligadas à interpretação da qualidade da vegetação do que propriamente aos dados levantados. Apesar de parecer impróprio, esse caminho é muitas vezes mais adequado do que, por exemplo, cometer o erro grosseiro de basear a tomada de decisão em informações obtidas por entrevistas com populares, grande parte das vezes não confiáveis.

É importante reforçar que os estudos sobre a fauna não são inconclusivos, mas é necessário definir, com muito cuidado, a razão das limitações dos levantamentos e as incertezas das alternativas apresentadas. Tal qual para os outros temas, o importante é reconhecer e apresentar, claramente, no produto final, as limitações identificadas.

USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS

Uso e ocupação das terras é um tema básico para planejamento ambiental, porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais. É uma ponte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico.

Em geral, as formas de uso e ocupação são identificadas (tipos de uso), espacializadas (mapa de uso), caracterizadas (pela intensidade de uso e indícios de manejo) e quantificadas (percentual de área ocupada pelo tipo). As informações sobre esse tema devem descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo.

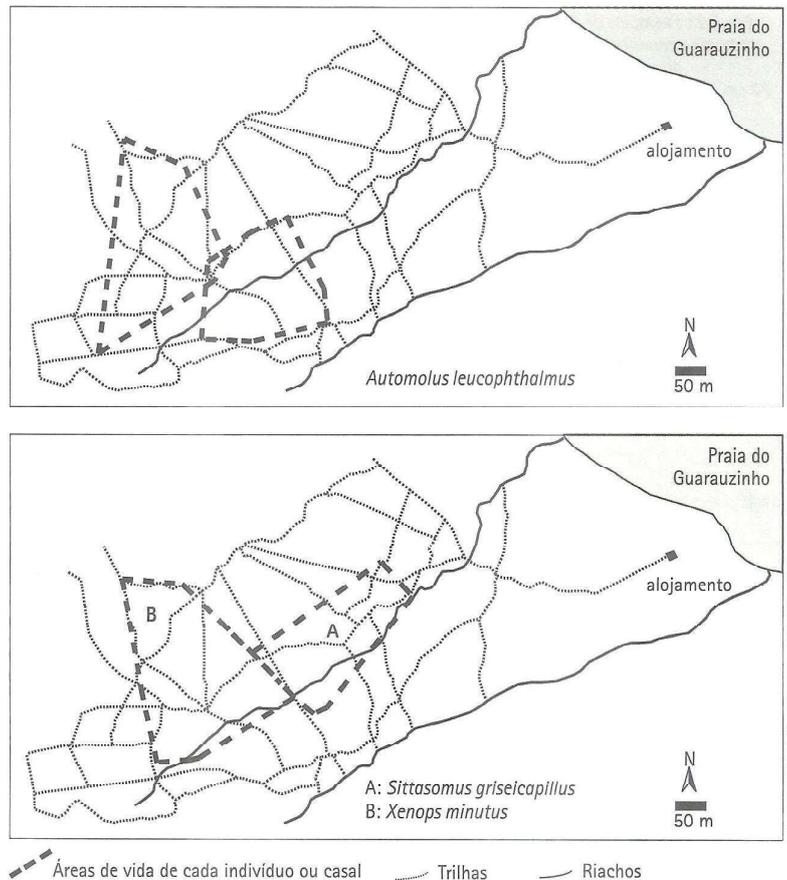
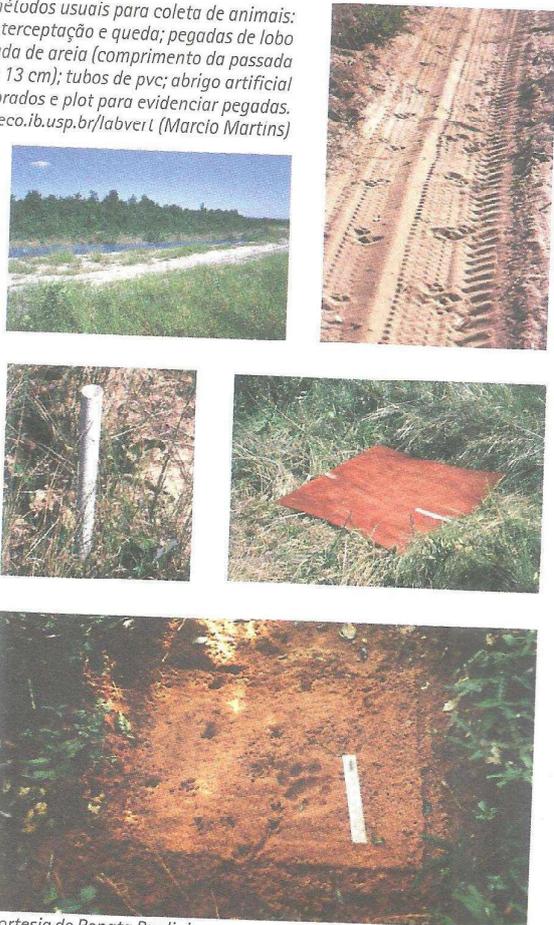


Fig. 5.22 Exemplo de mapa de áreas de vida de três espécies (bandos mistos) de aves de sub-bosque na Estação Ecológica Juréia-Itatins, SP, estabelecido pelo método do mínimo polígono convexo com as posições dos indivíduos espacializadas com GPS. Fonte: Develey, 1997

Fig. 5.23 Exemplos de métodos usuais para coleta de animais: linha de armadilha de interceptação e queda; pegadas de lobo guará em estrada de areia (comprimento da passada 82 cm, largura da passada 13 cm); tubos de pvc; abrigo artificial para atrair vertebrados e plot para evidenciar pegadas.
Fonte: www.eco.ib.usp.br/labver1 (Marcio Martins)



cortesia de Renata Pardini

Quadro 5.17 Exemplo de planilha para caracterização do material necessário para o mapeamento do uso e ocupação da terra

IMAGENS DE SATÉLITE					
satélite	órbita ponto	data da passagem do satélite	formato da imagem	pixel (m)	bandas
SOFTWARES DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS					
softwares	versão				
material cartográfico e equipamentos:					
descrição:					
cartas ou mapas de referência:					
equipamentos (GPS, máquina fotográfica digital):					

Fonte: Santos, 2003 (modificado)

Quadro 5.18 Exemplo de um modelo de banco de dados sobre uso e ocupação da terra

CAMPO	TIPO	TAMANHO	DESCRIÇÃO
ID	autonumeração		número sequencial atribuído pelo próprio SIG
categoria	caracter	100	identificação das grandes categorias de mapeamento (vegetação, corpos d'água, área agropecuária, área urbanizada, etc.)
classe	caracter	100	identificação das classes de uso e ocupação mapeadas (área urbana adensada, agricultura perene, etc.)
condição	caracter	100	identificação das condições mapeadas (degradado, manejo inadequado, etc.)
área_ha	numérico	fixo-2 decimais	área em hectares referente à categoria mapeada

Fonte: Santos, 2003 (modificado)

Os mapas que expressam a distribuição das atividades no espaço são elaborados a partir da interpretação de imagens de sensores remotos, sendo os dados modelados e trabalhados em um SIG (quadros 5.17 e 5.18). O procedimento metodológico é o mesmo para aquele descrito no item vegetação deste capítulo, uma vez que ambos são elaborados juntos, na mesma imagem. Isolam-se as categorias de vegetação ou uso e ocupação pela análise da cor, textura, forma e contexto dos alvos mapeados (quadro 5.19).

Espacializar os polígonos que identificam as categorias de uso na área planejada não basta. Para a interpretação dos dados, é também necessário considerar mapeamentos anteriores realizados na área, documentos bibliográficos que relatam a história da região, censos oficiais, relatórios de órgãos locais, planos e projetos propostos para a área. Só o conjunto permite construir cenários (veja Cap. 3).

A escala adotada varia entre os planejamentos, porque depende muito das características da região que se planeja. Assim, por exemplo, áreas que apresentam núcleos agrícolas muito pequenos ou ocupação urbana formando mosaico com outros usos exigem escala de detalhe. Áreas de monocultura e campos antrópicos aceitam uma escala mais generalizada. É importante reforçar que não se deve escolher a escala, nem fazer o mapeamento, antes de conhecer, em campo, o terreno que se planeja e selecionar os padrões a serem representados. Após mapeamento, é necessária outra avaliação *in loco*, para aferir o percentual de acerto dos polígonos delineados. O especialista utiliza em campo descritores que norteiam a busca dos dados (quadro 5.20) e procura verificar se existe relação entre as formas de uso e as feições do relevo, porque essa observação fornece ótimas evidências de acertos e desacertos ambientais.

O número de categorias ou classes de uso e ocupação varia muito nos planejamentos, desde a apresentação de uma única classe que reúne diferentes formas de uso (como áreas agropecuárias), até um número que expressa, detalhadamente, as atividades humanas (como cultura de cacau e banana consorciados ou cultura com até 3 hortaliças consorciadas). A seleção e ênfase dada a cada classe depende das características do local. Para as áreas de predomínio rural, o enfoque é para os tipos de uso agrícola, pecuária e silvicultura. Onde a ocupação é urbana, são destacadas classes como favelas, loteamentos ou centros industriais. A título de ilustração, o quadro

Quadro 5.19 Exemplos de padrões e tons de cores utilizados na interpretação de imagem do satélite Landsat para classificação do uso e ocupação da terra

	aglomerado de culturas anuais		reflorestamento
	áreas urbanas		campo antrópico ou antropizado
	agricultura anual, perene e semiperene		solo exposto

Fonte: Santos, 2003 (modificado)

5.21 apresenta uma classificação diferenciada em categorias e classes que definem um mapa de uso e ocupação da terra (Fig. 5.24 e quadro 5.22).

É um erro acreditar que seja simples a escolha das classes que compõem um mapa de uso e ocupação. Pode-se construir, numa única escala, diferentes propostas de classificação, cada uma produzindo um resultado que induzirá alternativas diversas ao final do planejamento. A imagem de um sensor pode estar representada na tela de um computador numa escala fixa, mas cada intérprete que a observar poderá definir agrupamentos ou detalhamentos dessa imagem de uma forma peculiar. Portanto, a composição da legenda deve ser muito bem estudada, antes de se iniciar o mapeamento. Naturalmente que se deve pensar nos objetivos e metas do planejamento, porém, é importante também considerar que a legenda deve estar fortemente ligada aos parâmetros socioeconômicos e nos fatores indutores de impacto aos elementos naturais. Por exemplo: mapear, como uma única classe, áreas urbanizadas, e apresentar estudos socioeconômicos que distinguem aglomerados e áreas urbanas de áreas urbanizadas; ou mapear, como uma única classe, os solos expostos e pretender discutir ocorrências de deslizamentos naturais e desmatamentos na floresta, resultam na desintegração dos temas que, sem dúvida, serão tratados isoladamente - situação inadmissível para o planejamento.

Um outro erro grosseiro, bastante cometido, é adotar escalas generalizadas para analisar áreas que concentram atividades em espaços reduzidos, como agricultura de subsistência, chácaras ou mineração de areia. Nestes casos, o mapa de uso e ocupação perde seu papel essencial, de tema mestre do planejamento ambiental.

TEMÁTICA DINÂMICA POPULACIONAL

A análise do processo de urbanização, suas conseqüências e a compreensão da estrutura e dinâmica da população,

Quadro 5.20 Exemplo de planilha de campo para levantamentos de uso e ocupação da terra

DESCRITORES DA OCUPAÇÃO E ATIVIDADES ANTRÓPICAS	
população	aglomerado área rurbana área urbanizada outros
adensamento da população	densidade alta densidade média densidade baixa
espaço populacional	organizado desorganizado
grau de consolidação da população	alto médio baixo
ocupação	em expansão em retração
intensidade de uso da terra	alta média baixa
tipos de exploração	derrubada recente extrativismo seletivo (espécie) uso de material natural para artesanato abertura de clareiras destocamento (leve, médio, pesado) exploração da planta em pé lavoura perene lavoura temporária ou semi-perene lavoura anual silvicultura de eucalipto silvicultura de araucária silvicultura de pinus plantio de essências exóticas plantio de essências nativas reflorestamento misto horticultura fruticultura olericultura floricultura pastagem nativa não melhorada pastagem nativa melhorada rotação de pastagem prática de irrigação consorciação de culturas
práticas de manejo	nível tecnológico utilizado tipo de manejo
adequação de apropriação do terreno:	
valor (1, 2, 3, 4, 5):	

Quadro 5.21 Exemplos de categorias e classes para mapeamento de uso e ocupação da terra

CATEGORIA	CLASSES
agropecuária	reflorestamento
	agricultura perene
	agricultura semiperene
	agricultura anual campo antrópico
aglomerado rural	aglomerado rural de extensão urbana
	aglomerado rural isolado em processo de expansão
	aglomerado rural isolado consolidado área urbanizada consolidada
área urbanizada	área urbanizada em processo de consolidação
	área urbanizada em processo de expansão organizada
	área urbanizada em processo de expansão desorganizada
área urbana	áreas de transição urbano-rural
área industrial	indústrias de pequeno porte
	indústrias de médio porte
	indústrias de grande porte mineração de pequeno porte
área minerária	mineração de médio porte
	mineração de grande porte solo exposto por manço agropecuário
solo exposto	solo exposto por atividade minerária
	solo exposto por deslizamento: natural ou induzido
	solo exposto por desmatamento, aterramento, destocamento
	praias arenosas aeroporto
setor especial	penitenciárias
	portos
	sedes militares
	estações de tratamento de água, etc.

importantes para o diagnóstico ambiental, dependem da interpretação de aspectos demográficos. Essa temática, tal qual as outras ligadas à área socioeconômica, admite diversos temas e descritores. Cabe ao planejador definir quais são os melhores indicadores para cada tema tratado frente aos objetivos propostos, a capacidade da informação em representar um determinado fenômeno e a disponibilidade dos dados (veja Cap. 4). O quadro 5.23 fornece uma idéia dos descritores (ou indicadores) mais utilizados.

A avaliação do tema população residente inicia-se com a apresentação da densidade demográfica e da variação do crescimento populacional absoluto e relativo a um período de anos na área de estudo. No entanto, esses dados não bastam. É necessário entender o significado da variação desse número em termos da ocupação do espaço (situação de domicílio) e dos adensamentos (taxa de urbanização). Seja no meio urbano ou rural, é importante entender a distribuição da população em relação ao gênero (feminino, masculino) e às faixas etárias (0 a mais de 65 anos).

Às informações sobre população residente é adicionado outro conhecimento: o da estrutura interna de grupos etários que podem explicar as relações de dependência entre a população economicamente ativa e a inativa. Estes dois temas representam a base para a compreensão das outras temáticas, dentro de uma lógica semelhante àquela descrita para a hidrografia e as curvas de nível, em relação aos meios físico e biológico.

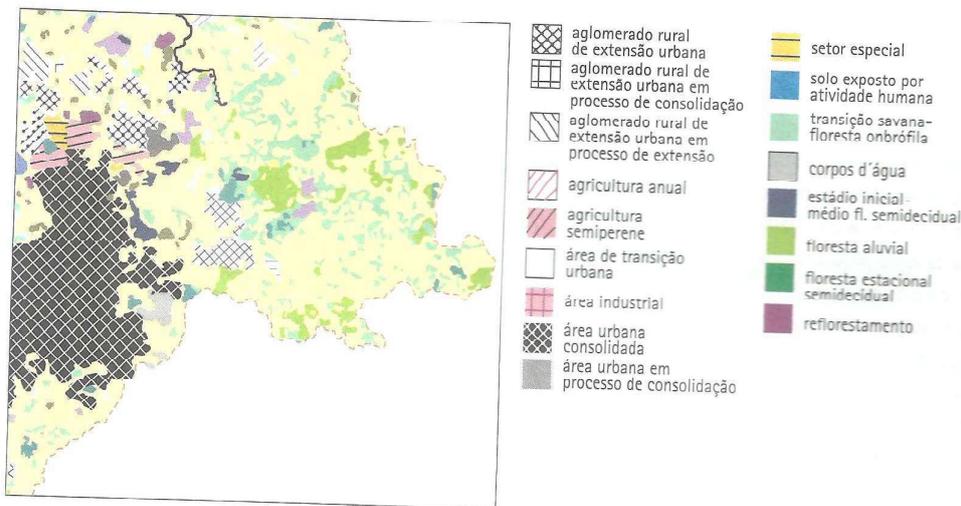


Fig. 5.24 Exemplo de mapa de uso e ocupação da terra, região de Campinas. Nesta região existe um grande número de categorias e classes representados em pequenos fragmentos dispersos na área. Tal quadro reflete uma complexidade que dificulta o processo de planejamento e a delimitação de unidades homogêneas para a elaboração de diretrizes e posterior gestão da área.
Fonte: Petrobrás, 2003 (modificado)

Quadro 5.22 Exemplo de caracterização da ocupação e uso da terra
Municípios: Americana, Campinas, Cosmópolis, Holambra, Hortolândia, Jaguariúna, Nova Odessa, Paulínia, Sumaré (área total: 172.644,3 ha)

CATEGORIA	OCUPAÇÃO	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	ÁREA (ha)	% COBERTURA
vegetação	estádio inicial-médio de sucessão	degradado	1.341,9	0,78
		preservado	0	0
floresta aluvial		degradado	6.202,8	3,59
		preservado	1.18,0	0,07
floresta estacional semidecidual submontana		degradado	1.428,4	0,83
		preservado	457,5	0,26
cerrado		degradado	12,4	0,02
		preservado	0	0
transição cerrado-floresta		degradado	1.823,6	1,06
		preservado	154,7	0,09

Fonte: Petrobrás, 2003 (modificado)

Os dados de entrada mais comuns compreendem dois tipos de unidades espaciais: municipal e por **setor censitário**. São obtidos a partir de levantamentos como censos, planilhas, cartogramas ou mapas. As fontes de informação são os órgãos oficiais como IBGE, Seade, MTE/RAIS, EMPLASA, TRE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Sistema Estadual de Análise de Dados Econômicos, Ministério do Trabalho e Emprego, Relação Anual de Informações Sociais, Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, Tribunal Regional Eleitoral) e prefeituras municipais.

Para que os dados de entrada resultem em indicador, é necessário selecioná-los, compô-los e calculá-los. Eles podem ser representados em texto, tabelas, gráficos, cartogramas ou mapas (Fig. 5.25).

Preparar estes dados não é uma tarefa fácil. Até o momento, os dados colocados em disponibilidade ao público são insuficientes. Se a unidade de coleta de dados é o município, os resultados são melhores, mas se a decisão for por outro tipo de área (como bacia hidrográfica, setor censitário ou vila), então o trabalho é bastante árduo e, muitas vezes, inconclusivo. Algumas vezes, o dado aparece como inexistente ou o dado do censo apresentado pelo órgão oficial em uma década não tem correspondente em outra década, o que significa que ele foi rejeitado ou recalculado. As inconsistências podem ser resolvidas, pois os órgãos oficiais têm estrutura para tanto, porém, esse trabalho leva tempo e tem um custo.

Em geral, a série histórica dos dados é apresentada em décadas, mas o número de décadas varia muito. Também a periodicidade de coleta de dados dos órgãos oficiais é diferente. Assim, é necessário ajustá-los, caso se faça opção pelos dados de mais de uma Instituição. Além disso, é possível ocorrer uma defasagem entre datas de pesquisa, data de sua divulgação e da elaboração do planejamento. Dados mais antigos foram coletados e sistematizados a partir de conceitos hoje ultrapassados, como renda do chefe como provedor da família, trabalho informal ou hábitos de consumo. Portanto, essas incoerências entre os dados e a realidade dos objetos e das ações dispostas sobre o território têm suscitado uma série de discussões quanto aos critérios e conceitos adotados na análise das condições de vida das populações.

TEMÁTICA CONDIÇÕES DE VIDA

Condições de vida é uma expressão designada em planejamento ambiental para explicitar as desigualdades sociais, fornecer indícios da dinâmica social e definir os elos de ligação entre esses fatos e a qualidade do ambiente natural. Assim, por exemplo, a ocorrência de doenças infecto-parasitárias, ausência de saneamento básico, más condições de habitação, precária educação e baixa renda de um segmento da população são freqüentemente ligadas à péssima qualidade de água e à ausência de cobertura vegetal natural.

Pode-se considerar "condições de vida" uma temática avaliada por um número móvel de temas, cuja seleção depende da linha conceitual usada pelo planejador sobre o significado de qualidade ou condição de vida da população. Assim, por exemplo, habitação, para alguns planejadores, é um indicador que deve ser interpretado

Quadro 5.23 Temas e descritores da dinâmica populacional

TEMAS	DESCRITORES	
população residente	densidade demográfica (número total de habitantes por km ²)	quantidade de habitantes por km ² em uma dada região
	distribuição da população por gênero e por situação do domicílio (urbano, rural)	percentual da população residente total, feminina e masculina (na área total, urbana e rural)
	urbanização	percentual da população da área urbana em relação à população total
	pirâmide etária	representação gráfica da estrutura de uma população, segundo idade e sexo (em área total, urbana e rural)
	taxa de crescimento geométrico anual (TGCA)	incremento médio anual da população, medido pela expressão $i = [P(t+n)/P(t)]^{1/n} - 1$, sendo P(t+n) e P(t) populações correspondentes a duas datas sucessivas, e no intervalo de tempo entre essas datas, medido em ano e fração de ano; pode ser calculada para população total, grupos etários ou sexo
estrutura interna dos grupos etários e demandas potenciais	migração e êxodo	taxa de migração taxa de crescimento negativo
	razão de dependência	população considerada inativa (0 a 14 anos e mais de 65 anos de idade) sobre a população potencialmente ativa (15 a 64 anos de idade)
	população ativa e inativa	População Economicamente Ativa (PEA) - composta por pessoas de 14 a 65 anos de idade que foram classificadas como ocupadas ou desocupadas durante o censo; taxa de desocupação - percentagem das pessoas desocupadas, em relação às pessoas economicamente ativas
	natalidade	número de pessoas que nascem por 1000 habitantes durante um ano;
	fecundidade	número médio de filhos por mulher em idade reprodutiva;
esperança de vida	número médio de anos de vida	

Fonte: IBGE. <<http://www.ibge.gov.br>> (modificado)

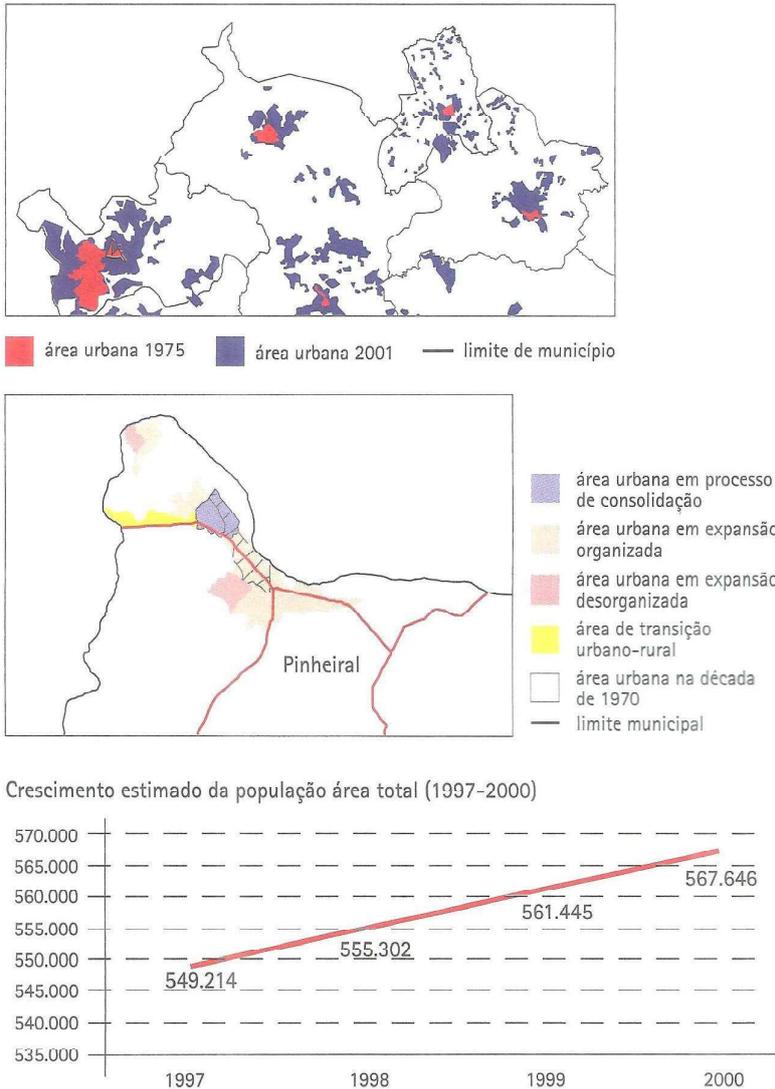


Fig. 5.25 Exemplos de resultados que buscaram retratar indicadores da dinâmica populacional. Fonte: Petrobrás, 2003; CSN, 1999 (modificado)

junto ao tema infra-estrutura, enquanto que, para outros, a infra-estrutura é uma temática em si e não um tema que deva ser tratado junto a condições de vida. Uma vez definidos os temas e levantados os dados de entrada que compõem os indicadores, o procedimento usual é cruzar, passo a passo, os resultados obtidos, até a compreensão de toda a rede, ou seja, da dinâmica do meio, com suas deficiências e necessidades. Assim, por exemplo, os indicadores de saúde são relacionados com o serviço de saneamento básico para entender os percentuais de tipos de doenças, os de educação com saúde para compreender a potencialidade econômica, as condições de habitação, de nível de renda e facilidades de deslocamento para interpretar taxas de doenças ligadas a estresse e mortalidade.

Para medir condição de vida existem, também, vários índices, cada qual com seu grupo específico de temas, cujo resultado pretende situar a mesma questão, ou seja, a qualidade de vida da população. A maioria deles é elaborada por órgãos oficiais, que expressam uma síntese de dados de diferentes temas e indicadores, como, por exemplo, o IPRS (Índice Paulista de Responsabilidade Social), apresentado pelo SEADE, que reúne temas de desenvolvimento econômico e social. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) é outra combinação de três componentes básicos do desenvolvimento humano: a longevidade (medida pela esperança de vida ao nascer) que, entre outros fatores, reflete as condições de saúde da população; a educação, medida pela combinação da taxa de alfabetização de adultos e taxa combinada de matrícula nos níveis de ensino fundamental, médio e superior; e a renda, medida pelo poder de compra da população, baseado no PIB per capita ajustado ao custo de vida local, para torná-lo comparável entre países, por meio da metodologia conhecida como Paridade do Poder de Compra (PPC).

Mais do que os dados utilizados, é preciso estar atento aos arranjos de temáticas, temas, indicadores e índices, pois cada qual enfatiza aspectos diferentes, podendo resultar em diferentes interpretações do meio. O quadro 5.24 fornece alguns exemplos, comuns em planejamento ambiental, junto aos respectivos indicadores e dados de entrada. A Fig. 5.26 é um trecho de informação que retrata a forma usual de representação dos indicadores. Como descrito anteriormente, em um planejamento de uma área com características específicas a explorar, pode-se destacar um novo conjunto de itens, segundo o enfoque desejado. Assim, por exemplo, para o tema saúde, pode ser necessária a inclusão de indicadores que representem o número de planos de saúde, a disponibilidade de medicamentos, a ocorrência de ambulatórios em empresas e sindicatos ou o número de agentes comunitários de saúde.

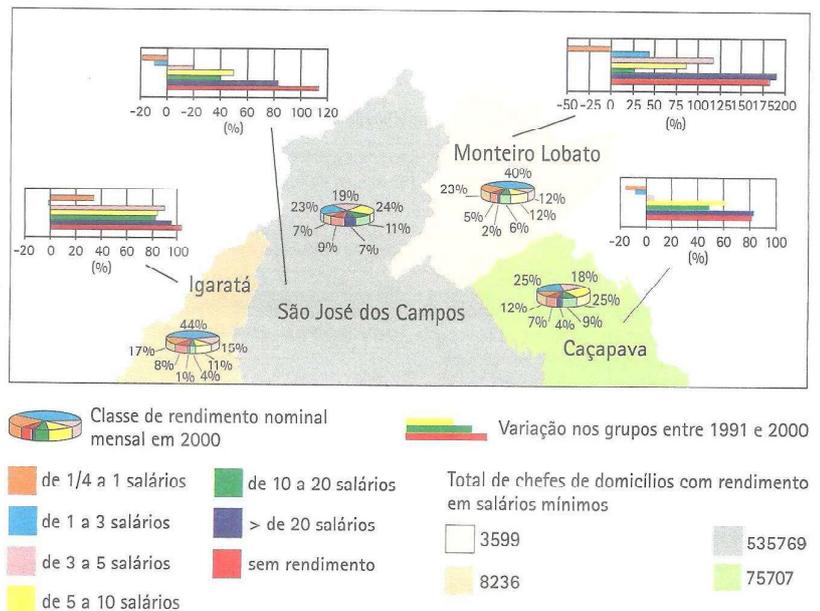
TEMÁTICA ECONOMIA

É imprescindível que a interpretação da dinâmica demográfica e das condições de vida da população esteja atrelada aos fenômenos relativos à produção, à distribuição e ao consumo de bens. Dessa forma, devem ser

nome município	de 1/4 a 1 1991	de 1/4 a 1 2000	variação 1/4 a 1	de 1 a 3 1991	de 1 a 3 2000	variação 1 a 3	de 3 a 5 1991	de 3 a 5 2000	variação 3 a 5
Caçapava	10475	8858	-15.4	20894	19134	-8.4	12504	13389	7.1
Igaratá	1032	1384	34.1	3627	3572	-1.5	667	1264	89.5
Monteiro Lobato	1644	815	-50.4	1012	1459	44.2	194	423	118.0
S. José dos Campos	44258	35899	-18.9	135602	122866	-9.4	83691	99963	19.4

Fig 5.26 Forma de representação de um indicador de condição de vida (salário mínimo por chefe de domicílio). Baseado em Petrobrás, 2003 (modificada)

identificadas as atividades econômicas e seu arranjo no território. Da mesma maneira, deve ser enfatizada a polarização, bem como os fluxos da produção e dos trabalhadores. Deve-se observar as alterações que ocorreram no passado e as tendências de ocorrência de mudanças ao longo do tempo. Em planejamento ambiental esta compreensão é importante, tanto em sítio urbano quanto rural, porque conduz à elaboração de alternativas de ação sob diferentes contextos, sempre tendo em vista a proteção do potencial econômico da terra ou do próprio sistema de produção. A análise dos indicadores econômicos junto aos seus elementos de interface, descritos em outras temáticas (como redes de transporte e energia e capacidade de uso dos solos), é bastante complexa, pois exige o conhecimento prévio de paradigmas, políticas, externalidades e da própria dinâmica das instituições brasileiras.



Quadro 5.24 Temas e descritores das condições de vida

HABITAÇÃO	
tamanho da unidade doméstica e número de moradores por unidade	tamanho médio da unidade doméstica e número médio de moradores por domicílio particular permanente e por número de cômodos, em relação à população residente, ao número de domicílios e por situação (total, urbana e rural)
disponibilidade de habitação	área construída por habitante, sujeita a IPTU
falta de acesso a moradia adequada	percentagem de habitações precárias (favelas, cortiços, assentamentos, loteamentos irregulares) no total de domicílios; número de população residente em habitações precárias em relação à população total; índices de favelização e encortiçamento; percentagem entre número de domicílios próprios e alugados e em relação aos valores de aluguel
condições de moradia	percentagem de habitações por tipos de material de construção, com canalização interna, sem banheiros
atendimento por programas habitacionais	relação de políticas e programas habitacionais com definição de órgão responsável, cadastro das famílias envolvidas e beneficiadas, lote mínimo, regularização fundiária, grau de urbanização etc
RENDA	
nível de renda	participação relativa de chefes de família em faixas de rendimento
EDUCAÇÃO	
nível de instrução	participação relativa de chefes de família em grupos de anos de estudo
escolaridade	média de anos de estudo da população e por faixa etária
alfabetização	percentagem dos alfabetizados (ou analfabetos) total e de grupos etários, em relação ao total da população ou de cada grupo etário
atendimento à demanda educacional	matrículas em nível infantil, fundamental, médio e superior por grupos etários específicos e dependência administrativa (federal, estadual, municipal, particular)
desempenho escolar	taxas de evasão e reprovação escolar no ensino fundamental e médio e percentual das razões indutoras
acesso e localização	estimativas de distâncias para acesso às escolas
condições da escola	percentagem de professores, funcionários, salas de aula e equipamentos por número total de alunos



SAÚDE	
mortalidade geral	número de pessoas que morrem por 1000 habitantes durante 1 ano
mortalidade infantil	taxa de mortalidade ou crianças menores de 1 ano de idade que morrem por 1000 nascidos vivos durante o período de 1 ano
mortalidade por grupos de causas ou função de um atributo	óbitos segundo causas de morte, por idade e sexo (taxa); taxa de mortalidade por doença de veiculação hídrica
atendimento médico e hospitalar	coeficiente entre número de profissionais da área médica registrado em relação ao número de habitantes; número de unidades de atendimento de saúde por número de habitantes; número e frequência de atendimento médico; cobertura por vacinas
disponibilidade de leitos em unidades de atendimento de saúde	total de leitos por número de habitantes em unidades de atendimento e por tipo de unidade
disponibilidade de equipamentos médicos e odontológicos	Porcentagem de equipamentos (por tipo e por condição de uso) pelo número de habitantes
vigilância e controle	relação de ações de prevenção de vigilância sanitária, vigilância epidemiológica e controle de zoonoses; taxas de sobrevivência até um ano de idade e nascidos com peso normal
doenças e situação epidemiológica	percentual dos tipos de doenças e população atingida, periodicidade e gravidade de ocorrências epidêmicas
INFRA-ESTRUTURA	
facilidades de deslocamento	percentual de vias pavimentadas, vias com iluminação e com rede telefônica; quantidade e qualidade de vias destinadas a escoamento de produção para turismo e saúde; condições de deslocamento (como número e conforto de veículos)
atendimento de saneamento básico	quantidade de água captada por habitante e por demanda; formas de captação; taxa e frequência de fornecimento de água; tipos de tratamento de água; tipos, número e dimensões de captações de água; percentual de coleta e tratamento de esgotos e de coleta e tipo de disposição de lixo; geração de lixo, varrição e capina por habitante e frequência de coleta
atendimento de energia	percentagem entre captação e disponibilidade de energia; percentagem de consumidores e de consumo de energia, por tipo de consumidor (comércio, indústria, residência) na população total
ACESSO A SERVIÇOS	
equipamentos de abastecimento	percentagem de mercados, mercearias, restaurantes e outros, por habitante e por área ocupada
equipamentos de serviços de comunicação e atendimento pessoal	percentagem do número de agências de correio, bancas de revistas, telefones públicos, agências bancárias, provedores de internet, pontos de táxi, postos de gasolina e similares por número de habitantes
assistência social	percentagem de entidades e equipamentos de assistência social por habitante
SEGURANÇA	
acesso à justiça e segurança	número e distribuição espacial das unidades de acesso à justiça (como comissão de defesa do consumidor, juizado de pequenas causas, sede de comarcas) e à segurança (como defesa civil, delegacia de mulheres).
atendimento policial	efetivo policial, número de equipamentos e viaturas por habitante e por área de cobertura; tempo médio de espera para atendimento policial
segurança patrimonial, habitacional, de trânsito e pessoal	número de ocorrências policiais de roubos, furtos, homicídios, número e características dos acidentes em estradas, entre outros
CULTURA	
meios de comunicação e equipamentos culturais	número relativo à população de: TVs, emissoras de TV, estações de rádio (AM/FM) e tiragem de jornais por número de habitantes; número relativo à população de: bibliotecas, cinemas, teatros, livrarias, por número de unidades, acervo, capacidade de atendimento e frequência de público.
patrimônio cultural	número e estado de conservação de bens tombados
ESPORTES	
equipamentos esportivos	número de ginásios esportivos, campos, quadras, piscinas, clubes e similares por área e por habitante
promoções esportivas	número de eventos esportivos por habitante e por frequência de público
AMBIENTE	
cobertura vegetal destinada ao lazer, saúde e educação	percentual de áreas verdes, unidades de conservação ou outras áreas protegidas, disponibilizadas ao público para lazer e educação, por habitante e por área territorial
conforto e segurança ambiental	número de ocorrências oficiais de transtornos por ruído, de autuações por veículos, por empresas poluidoras, por acidentes com cargas perigosas

Fontes: IBGE, SEADE, RAIS, Ministério da Saúde/ FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), DATASUS (Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde), SIH-SUS (Sistema de Informações Hospitalares de Sistema Único de Saúde) (modificado)

Tal qual as outras temáticas, a escolha dos temas, dos indicadores e da composição de dados que estruturam um trabalho depende da linha conceitual do planejador que, sem dúvida, tem que estar vinculada à linha da equipe restante.

O procedimento de obtenção dos dados também é bastante semelhante ao das demais temáticas da socioeconomia: dados secundários, censos oficiais, bibliografia especializada, relatórios oficiais, etc. Porém, nessa temática, a variabilidade de combinações de temas apresentada em literatura é gigantesca. A título de ilustração, o quadro 5.25 apresenta um subconjunto ou uma possibilidade de associação de temas, destacando características e estruturação da macroeconomia. A Fig. 5.27 sugere possibilidades de expressão gráfica e espacial dos indicadores. No quadro, a taxa de crescimento (TGCA) é representada somente para dois indicadores, mas é bastante comum que tal taxa seja calculada para o maior número possível de variáveis. A aplicação da taxa permite deduzir a evolução temporal dentro de cada temática. Se o planejador trabalhasse em uma escala de maior detalhe, outros temas deveriam ser incluídos nessa tabela, tais como: a caracterização do mercado com suas formas específicas de compra e comercialização, os fornecedores e o escoamento da produção. Qual o conjunto ideal de temas? A resposta deve ser a mesma para todos os elementos da equipe de planejamento: depende do objetivo, da linha de planejamento, da região e da escala definida para o trabalho.

Para a temática economia, outra questão ainda deve ser destacada. O planejador não pode esquecer que trabalha com unidades destinadas à conservação e preservação. Essas unidades devem ser observadas sob, pelo menos, três enfoques: o ético — a unidade vista como elemento natural, primordial à existência de todos os seres vivos; o econômico — ela é, também, um recurso natural para exploração, com valor fixo de mercado, a exemplo da madeira e o terceiro — a unidade de conservação presta serviços ambientais, interpretados como as atividades proporcionadas pela natureza sem exploração direta, tais como contemplação e recreação. No segundo

caso, os recursos são comumente focalizados como atividades econômicas. Apesar de existirem métodos de valoração destinados a definir tanto valores de uso como de opção ou de existência dos ativos na natureza², raramente eles são usados em planejamento ambiental. Sendo assim, o primeiro e o terceiro enfoques são, freqüentemente, desprezados dentro desta temática. A negligência é justificada por duas razões. Primeiro, existem muitas dificuldades e críticas na mensuração dos benefícios de recursos naturais; segundo, alguns planejadores reforçam que o valor ético da manutenção da vida e da biodiversidade é motivo suficiente para justificar as

Quadro 5.25 Temas e descritores da economia

TEMAS	DESCRIPTORES	DADOS
	participação do número de estabelecimentos e pessoal ocupado de atividades econômicas	percentagem do número de estabelecimentos e de pessoal ocupado por seções de atividades econômicas (como agricultura, pesca, indústria de transformação, distribuição, construção e comércio) e divisões (das seções de atividades) em relação ao total de estabelecimentos e pessoal ocupado, respectivamente
	TGCA dos estabelecimentos e pessoal ocupado das seções e divisões de atividades	taxa geométrica de crescimento anual do número de estabelecimentos e de pessoal ocupado, totais e por seção e divisão de atividades econômicas
	participação dos estabelecimentos segundo seu porte	percentagem do número de estabelecimentos, área e pessoal ocupado, distribuídos pelo porte dos estabelecimentos (intervalos de número de empregados formais)
organização, estrutura e distribuição das atividades econômicas	participação de cada forma de utilização das terras nas atividades agropecuárias	percentual do número de estabelecimentos, área ocupada, total de pessoal ocupado, parcerias de cada tipo de utilização das terras (como lavoura e pastagem) em relação ao total de terras
	participação do valor vegetal e animal sobre o valor agropecuário total	valor (absoluto e relativo) da produção vegetal e animal (em cada mil reais)
	nível de tecnologia	percentual do emprego de tipos de equipamentos (como tratores, arados, silos) em relação ao total; qualificação dos equipamentos e estratégias de utilização
	distribuição de faixas salariais	percentagem do número de empregados formais para cada faixa salarial (em número de salários mínimos) em relação ao número total de empregados
	nível de remuneração por setor de atividade econômica	remuneração média (em número de salários mínimos) por setor de atividade econômica
	nível de remuneração segundo o porte da empresa	remuneração média dos empregados formais (em número de salários mínimos), segundo o porte da empresa (definido pelo número de empregados)
caracterização da mão-de-obra ativa	nível de remuneração segundo o grau de instrução	remuneração média dos empregados formais (em número de salários mínimos) segundo o grau de instrução
	emprego de acordo com o sexo	volume de emprego e remuneração média (em número de salários mínimos), de acordo com a participação de homens e mulheres
	nível de remuneração segundo o grau de instrução e sexo	remuneração média dos empregados formais - homens e mulheres (em número de salários mínimos), segundo o grau de escolaridade
valor da atividade econômica	participação do valor adicionado de cada setor econômico	valor adicionado de cada setor da economia e no total (em reais e percentagem)

Fonte: IPEA, FIBGE, SEADE, RAIS (modificado)

² O IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), vem sistematicamente produzindo trabalhos sobre valoração de recursos naturais e serviços. Nessa linha de pesquisa destacam-se pesquisadores brasileiros como Ronaldo Seroa da Motta (IPEA) e Peter May (ProNatura).

nome do município	até 1 salário mínimo	até 1 salário mínimo	variação de 1 salário mínimo	de 1 a 2 salários mínimos	de 1 a 2 salários mínimos	variação de 1 a 2 salários mínimos	de 2 a 3 salários mínimos	de 2 a 3 salários mínimos	variação de 2 a 3 salários mínimos
	1996	2000	1996/2000	1996	2000	1996/2000	1996	2000	1996/2000
Caçapava	3,5	1,7	-1,8	13,3	13,3	0,0	16,5	20,8	4,3
Igaratá	0,8	0,2	-0,6	20,9	25,5	4,6	43,4	47,9	4,5
Monteiro Lobato	0,6	2,0	1,5	30,4	36,0	5,6	9,5	21,2	11,7
S. José dos Campos	2,1	1,5	-0,6	7,2	9,2	2,0	17,8	22,2	4,3

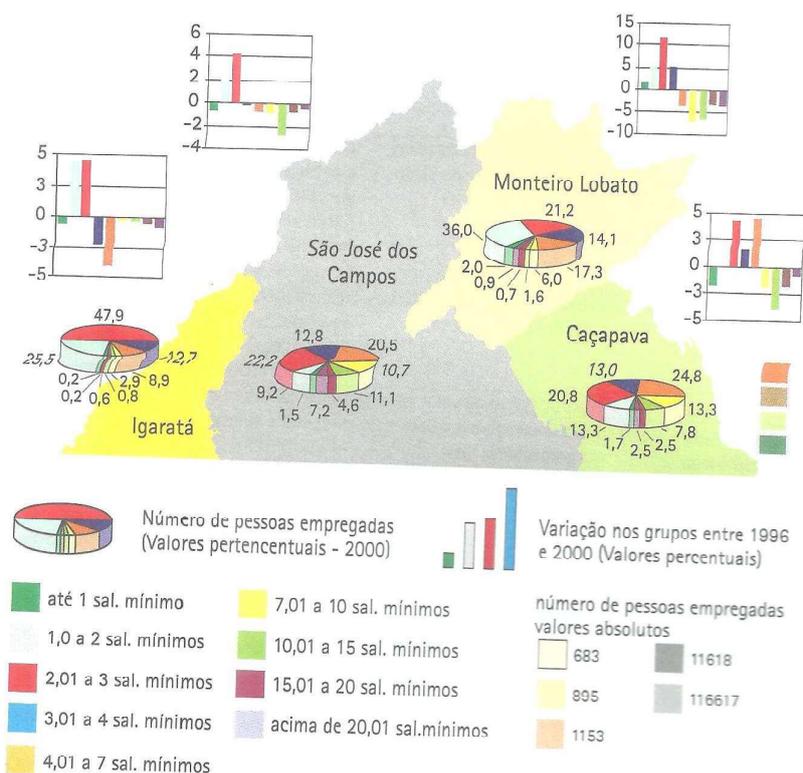


Fig. 5.27 Formas de representação dos indicadores da economia (distribuição de renda por faixa de salário mínimo). Fonte: Petrobras, 2003 (modificado)

e das organizações civis, bem como suas expectativas frente à realidade planejada. É também necessário entender o sistema de cooperação institucional, social e os processos de parceria (quadro 5.26).

As ações legais ambientais que incidem sobre a área planejada devem ser identificadas por meio de levantamentos em órgãos oficiais, grande parte disponível on line (via Internet). São aqui considerados os regulamentos de proteção ambiental, de áreas legalmente protegidas, de controle, de monitoramento ambiental, de usos permitidos, de ordenamento territorial e de interesse social, entre outros. Os documentos são listados e suas ementas destacadas. Um dos grandes problemas que costuma surgir neste tema é a sobreposição de áreas e competências. Assim, sobre uma mesma porção de terreno incidem diferentes regras e competências para sua proteção. Para expressar essas contradições, pode ser elaborado um mapa de incompatibilidades legais, conforme exemplifica a Fig. 6.11 (Cap. 6). Estes fatos devem ser exaustivamente discutidos no planejamento, porque, mesmo considerando que a regra técnica é adotar a orientação do documento mais rígido ou de maior ordem (federal-estadual-municipal/lei-decreto), na prática essa prática induz a grandes conflitos junto à população. Se a incompatibilidade é grande, os cidadãos passam a ter dificuldades em entender o quê, onde, a partir de quando e porque não devem atuar sobre o meio de determinadas maneiras. O programa de zoneamento ecológico-econômico brasileiro sugere que um tratamento semelhante seja particularmente destinado às áreas institucionais. Também sugere a representação espacial das principais jurisdições de organismos relevantes e uma discussão sobre as sobreposições (ou disjunções) da malha político-administrativa, recortes territoriais e unidades ambientais (como terras indígenas e unidades de conservação).

medidas tomadas, sem necessidade de cálculos de valoração. Sem dúvida, o planejamento deve ter um olhar ético-social para suas tomadas de decisão. Porém, quando os dados de valoração dos recursos naturais e serviços ambientais são incluídos, há uma facilidade maior de debate entre os tomadores de decisão. A comparação entre variáveis quantitativas auxilia na interpretação da importância relativa das diferentes unidades. A mesma estratégia pode ser empregada na comparação entre cenários futuros que consideram novas atividades ou serviços econômicos. Se os valores monetários não forem encarados de forma absoluta e se os limites da interpretação forem bem definidos, a valoração tende a aumentar a qualidade do trabalho.

ASPECTO POLÍTICO-INSTITUCIONAL

A dinâmica humana só é bem entendida se os temas relativos à demografia, condições de vida e economia forem interpretados de acordo com o significado das políticas atuais e passadas estabelecidas para a região de planejamento. Nesse âmbito, as ações legais existentes ou propostas para a proteção ambiental devem ser analisadas. É importante identificar e avaliar a estrutura organizacional e normativa das instituições

Para planejar, também é necessário entender a estrutura administrativa, o sistema organizacional e as formas de atuação das unidades políticas da região ou que incidem sobre ela. Conjuntamente, devem ser observadas as atividades de outros organismos de participação, que influem ou determinam decisões na área planejada. Desta forma, o primeiro passo é conhecê-los, para que possam ser incorporados adequadamente no processo de planejamento, formando alianças efetivas (veja Cap. 8). O procedimento básico é o levantamento de registros oficiais, mas sua distribuição por objetivos e áreas de trabalho pode ser, algumas vezes, especializada.

A interpretação dos instrumentos de gestão política que vigoram na região informam, basicamente, sobre as respostas que a sociedade dá para os problemas ambientais e sua expectativa futura de qualidade ambiental. Esta visão global dos instrumentos de gestão é vital para estabelecer um elo de ligação entre o trabalho técnico e o político. Além disso, tal qual descrito, a sobreposição de planos, programas e outros instrumentos pode esclarecer alguns conflitos ocorrentes na área de planejamento.

Todo esse conjunto de informações é discutido com base no conhecimento das representações partidárias e da representatividade dos eleitos pelo voto. Os programas partidários, os elementos norteadores da ação do governante e a aceitação popular têm forte influência na obtenção de consenso, nas tomadas de decisão e na própria efetivação do planejamento ambiental.

No Brasil, a grande limitação ao desenvolvimento desses temas é o acesso aos documentos, os números quase sempre desatualizados e desorganizados e a própria falta de vivência do planejador com a dinâmica social e política da região.

Não se deve acreditar que o simples levantamento dos dados citados nos quadros anteriores permitirá decifrar as relações sociais e políticas existentes na região. Esses quadros são ilustrativos do montante do trabalho do especialista, mas não conclusivos. De forma geral, as relações são intrincadas, muitas vezes lidas nas entrelinhas, nos cruzamentos de dados e sob diferentes estratégias. Interpretar redes e fluxos de circulação entre cidades ou capacidade de transformação de um núcleo rural, por exemplo, exige procedimentos metodológicos específicos e um especialista nessa área de conhecimento.

A compreensão da **estrutura e evolução fundiária ou agrária** é um outro bom exemplo. É necessário relacionar indicadores que retratem as características e o grau de concentração das propriedades, bem como as condições da produção. Nas tabelas apresentadas, sem dúvida seria necessário associar informações entre indicadores de diferentes temas e restabelecer outra composição, a fim de se concluir sobre desigualdades e dificuldades de acesso à terra. Quando o planejamento trata de unidades de conservação, é recomendável que a questão da situação fundiária torne-se uma temática própria. Neste caso, a condição de propriedade e os conflitos de posse são itens fundamentais. Não é difícil encontrar casos de sobreposição de títulos de propriedade, registro duplo em cartório,

Quadro 5.26 Temas e indicadores sobre condições político-institucionais

TEMAS	INDICADORES	DADOS
legislação incidente	regulamentos legais ambientais e de interesse local	identificação dos principais regulamentos legais aplicáveis à área de planejamento e listagem de benefícios e prejuízos trazidos por eles, de acordo com a avaliação da população local
estruturas de organização e administração dirigidas à gestão instrumentos de gestão	estrutura administrativa	organograma da estrutura política e administrativa das unidades territoriais, destacando as atribuições, subordinações e atividades implementadas de cada uma delas
	participação de organismos descentralizados	registros oficiais de organismos descentralizados de gestão (como conselhos municipais), sua categoria, caráter (consultivo ou deliberativo), atribuições, subordinações e atividades em desenvolvimento
	participação de organizações sociais e ambientais	registros oficiais de organizações sociais e ambientais (como ONGs), sua categoria, caráter (participação direta ou indireta em organismos da administração), atribuições e atividades em desenvolvimento
	programas de planejamento e gerenciamento	registros oficiais de planos e programas para a região, seu nível de governo (federal, estadual, municipal), organismo responsável, objetivos, área de abrangência, população envolvida, ações previstas e principais resultados
processo eleitoral e representação partidária	instrumentos de planejamento e gerenciamento	registros oficiais dos instrumentos de gestão (como lei orgânica, plano diretor, lei de zoneamento), respectivos objetivos e áreas de ação
	relações entre a constituição do legislativo e executivo, eleitores e inclusão da população no processo eleitoral	identificação e percentual dos partidos políticos, percentagem de votos para cada partido e representante do partido, número de eleitores total e de votantes; arrecadação e distribuição de receita

Fonte: TRE, FIBGE, SCADE, Prefeituras (modificado)

litígios, posseiros e invasores. Elaborar a coleta desses dados e interpretá-los é uma tarefa árdua. Além disso, o equacionamento técnico-jurídico não basta. É necessário esclarecer, também, o grau de prioridade do Governo em solucionar a questão fundiária e em alocar os recursos financeiros devidos, tanto para a regularização da situação quanto para a manutenção das iniciativas propostas.

Outra questão comum nessas áreas é a situação de propriedade, produção e continuidade da cultura das populações tradicionais. Devem ser bem conhecidos seus limites territoriais legais, suas relações no espaço, os conflitos com outros atores sociais, fontes de subsistência e apropriação de recursos naturais, entre outras características.

A ênfase sobre essas questões tem o intuito de mostrar a complexidade desse trabalho. Muitos planejamentos tratam as informações socioeconômicas de uma forma excessivamente simplista, restritas às informações dos censos e mapas. Outros utilizam indicadores adjetivados sem atentar ao que eles realmente representam, sem conceituar seu significado, deduzindo rapidamente (e indevidamente) o valor da qualidade de vida das populações. Somente um estudo muito bem desenvolvido pode conduzir o diagnóstico, fechando as relações entre estado, pressão e resposta e traduzindo os impactos ambientais.

LEITURA RECOMENDADA

MARSH, W. M. *Landscape planning: environmental applications*. 3. ed. New York: John Wiley and Sons, 1997.

KÜCHLER, A. W.; ZONNEVELD, I. S. (Ed.). *Vegetation mapping*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1988.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente*. 5. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2000. (Repensando a Geografia).