

ÁREA, ESCALA E TEMPO PARADIGMAS DO PLANEJAMENTO

Espera-se que os acadêmicos discutam o tempo num espaço de planejamento, como o fizeram Darwin e seus seguidores - que romperam com a concepção dual entre tempo histórico (evolutivo e progressivo) e tempo da terra (cíclico e repetitivo) - e criem a unicidade do tempo, onde há um fluxo contínuo e integrado. Depois de Darwin compreendeu-se que "... tudo estava submetido à historicidade e o mundo era um emergir contínuo de novidades, não só para os homens, mas também para a natureza" (Giuliani, 1996).

Espera-se que os cidadãos entendam o tempo num espaço de planejamento como na música, em que cada um dos elementos componentes tem andamentos diferentes, que devem no todo resultar em movimento sonoro, expressivo, contínuo e harmonioso.

Espera-se que os governos, que respondem pelos planejamentos em um espaço físico, entendam o conceito de tempo morto "... intervalo de tempo decorrido entre o instante em que se toma uma decisão e aquele em que a decisão surte efeito" (Holanda, 2000).

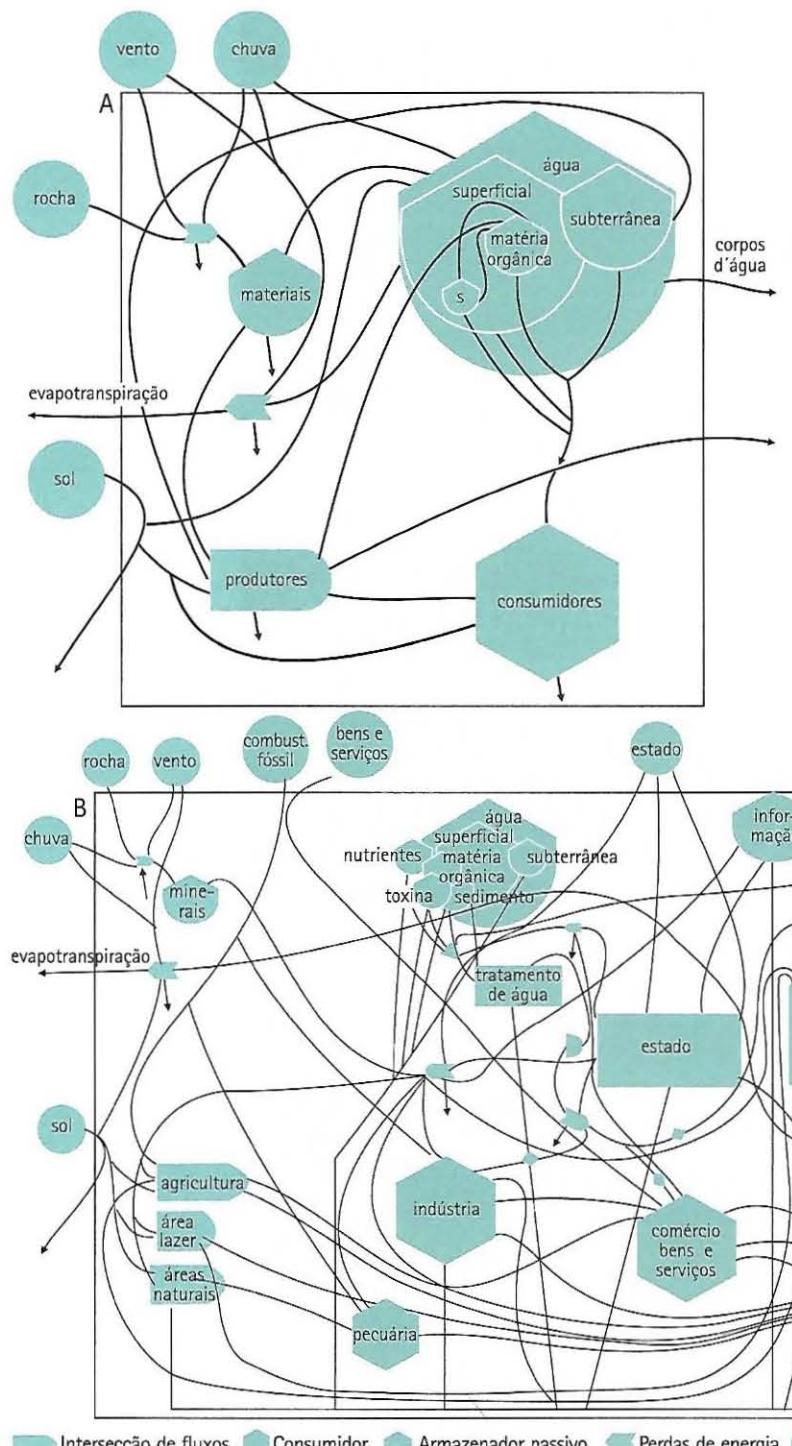


Fig. 3.1 Simulação dos fluxos energéticos entre uma bacia hidrográfica natural (A) e uma bacia urbanizada (B). As trocas de matéria e energia em uma bacia cujo desenho foi modificado pelo homem ultrapassam os seus limites. Esse fato pode ser inferido dos fluxos representados pelas linhas que ligam as fontes de energia, os produtos, os consumidores e os armazenadores passivos. O homem gera um grande número de intersecções de fluxos, promovendo grande perda de energia. Fonte: Rutkowsky e Santos, 1998

A ÁREA

definição da área de planejamento

Em planejamento ambiental costuma-se interpretar um conjunto de informações regionais referenciadas no espaço e apreendidas de maneira holística. Metodologicamente, esta concepção exige, a princípio, uma definição da unidade espacial de trabalho, a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem.

A definição dessa área é uma tarefa extremamente complexa, não só pela dificuldade em delimitar a área de contenção de impactos, de pressões ou fenômenos, como, também, pela variedade de escalas necessárias para avaliação dos núcleos-alvo focados. É comum, por exemplo, que forças políticas locais desdenhem os problemas principais e tornem seus interesses a questão chave para o debate. Esta prática acaba, erroneamente, definindo áreas e escalas que direcionam tomadas de decisão inapropriadas.

A questão da delimitação da área de influência ainda permanece indefinida quanto a critérios, metodologia e escalas apropriadas para estudo de diversos tipos de interferências modificadoras do ambiente.

Para definir a área de estudo, deve-se partir de considerações sobre a complexidade local, a abrangência e o núcleo dos principais problemas regionais, as escalas necessárias para avaliar as questões ambientais e o tamanho das unidades territoriais envolvidas. Porém, independentemente desses fatores de influência sobre o meio, é comum que a equipe planejadora defina a bacia hidrográfica – um espaço desenhado pela natureza – como unidade de trabalho.

por que bacia hidrográfica?

Conforme já reconhecido por muitos autores, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal. O critério de bacia hidrográfica é comumente usado porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas. Esta unidade territorial é entendida como uma caixa preta, onde os fenômenos e interações podem ser interpretados, *a priori*, pelo *input* e *output*. Neste sentido, são tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram. Além disso, constitui-se numa unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização. Sendo assim, é um limite nítido para ordenação territorial, considerando que não há área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma

bacia hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção.

No Brasil, a seleção da bacia hidrográfica como área de trabalho para avaliação ambiental está assumida em muitos estudos acadêmicos, planejamentos oficiais e, pelo menos, num ato legal – a Resolução CONAMA (Conselho NAcional de Meio Ambiente) 001/86 – que, no artigo 5º item III, declara: "...definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza". Além disso, há uma recomendação da FAO (*Foods and Agriculture Organization*), desde a década de 1970, de que o planejamento adequado de bacias hidrográficas é fundamental para a conservação de regiões tropicais.

Em alguns planejamentos que enfocam os recursos hídricos, a água tem sido vista ora como um bem renovável da natureza, que circula continuamente da atmosfera ao subsolo, ora como um ecossistema. Sob a visão ecossistêmica, a definição dos limites de uma área de estudo que abrangesse fragmentos naturais interativos do território era considerada difícil, até

Bormann e Likens proporem a bacia hidrográfica como a unidade básica de trabalho. Assim, sob ambas perspectivas, apesar das diferenças conceituais, é comum a proposta de gestão da água a partir da bacia hidrográfica tal como ela é definida hidrologicamente, ou seja, área de contribuição da drenagem natural.

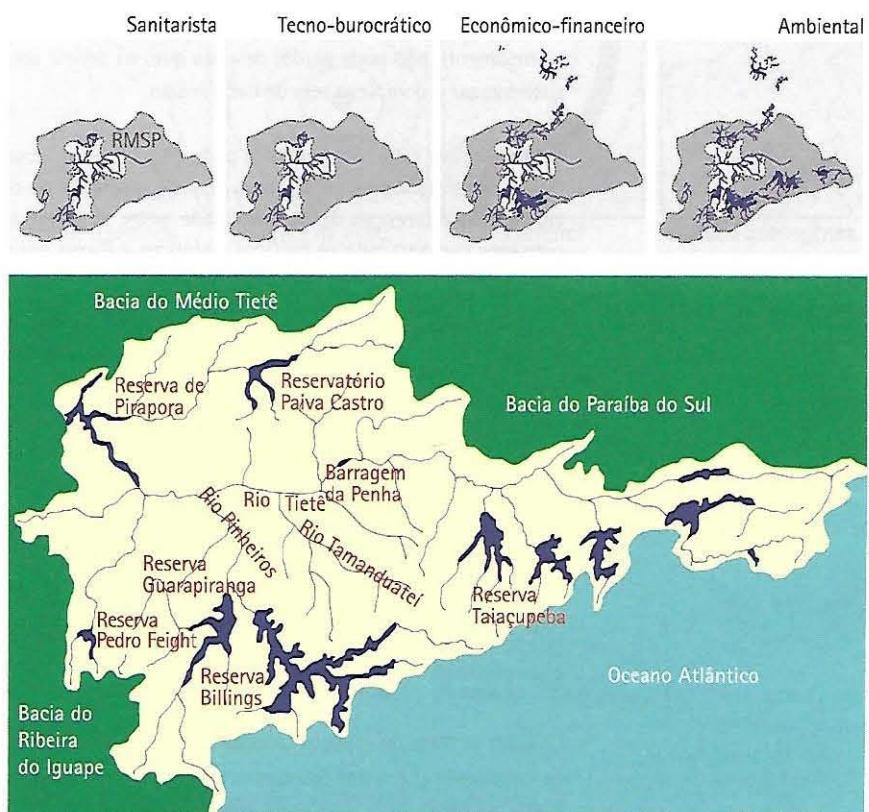
De forma geral, o tamanho da bacia hidrográfica em estudo tem influência sobre os resultados. Assim, bacias hidrográficas menores facilitam o planejamento, seja por razões técnicas (como tornar mais simples e efetiva a espacialização dos dados) seja por razões estratégicas, pela maior facilidade de garantir a participação popular e individualizar os problemas principais, que se tornam mais centralizados ou limitados.

Como artifício, pode-se subdividir uma bacia hidrográfica em unidades menores por definição, *a priori*, das potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos centrados nas características dessa área. Dessa maneira, setoriza-se a bacia de acordo com um critério estabelecido, cujas partes podem ou não coincidir com as bacias hidrográficas componentes da área de estudo.

Sem dúvida, essa unidade espacial é fundamental na definição do plano inicial de trabalho. Não há quem questione, tecnicamente, a utilização de bacia hidrográfica como área de trabalho. Entretanto, estabelecer como princípio que o limite definitivo da área de estudo é a bacia hidrográfica, pode se tornar extremamente inadequado. Os técnicos devem reconhecer que esse espaço natural há muito tempo inexiste quando se observam as variáveis sociais, econômicas, políticas e culturais. Não se pode deixar de considerar que a diversidade de variáveis que conduzem à expansão espacial do campo e das cidades, mesmo das que surgiram às margens de cursos d'água, define novos desenhos hidrográficos, com novas paisagens. Em suma, as atividades e as atitudes humanas não obedecem a critérios ou limites físicos, nem mesmo estão em escalas apropriadas a uma representação cartográfica. Nesta direção, outros espaços devem ser analisados.

por que não bacia hidrográfica?

Quando a bacia hidrográfica torna-se o espaço das funções urbanas ou do campo, a complexidade aumenta, pela diversificação de produtores e consumidores, pelo aumento das relações intrínsecas e pela sua dependência de fontes



Bacia hidrográfica do rio Tietê

Fig. 3.2 A região metropolitana de São Paulo (RMSP) expandiu seu circuito hidrográfico de forma desordenada, muito além dos limites da bacia hidrográfica, em virtude dos paradigmas de quatro momentos históricos de desenvolvimento tecnológico e ambiental. No período sanitário (1890-1934), as demandas eram atendidas pelos recursos da própria bacia, com captações próximas à cidade. Essa situação permaneceu no período técnico-burocrático (1934 a 1963) com a capacidade do sistema ampliada. No período econômico-financeiro (1963 a 1980), as captações ultrapassaram os limites de bacia, promovendo a transposição de até 33m³/s da bacia do Atibaia para a bacia do Tietê. Atualmente, a ampliação da capacidade de fornecimento de água tem sido realizada dentro e fora da bacia. Fonte: Rutkowski, 1999 (modificado)

externas, criando uma malha que, comumente, transcende o território da bacia. O coordenador de uma equipe de planejamento não pode perder de vista que, ao definir uma área de referência ao estudo, deve antes reconhecer e sistematizar a complexa teia de cada região.

Para expressar essa complexidade pode-se, por exemplo, utilizar representações do meio como sistema aberto aos fluxos de energia e materiais, bem como à migração de organismos. Sob esse conceito, a Fig. 3.1 (a e b) objetiva elucidar as diferenças de complexidade entre uma bacia hidrográfica natural e uma bacia que foi urbanizada, com seus compartimentos bióticos, abióticos e fluxos energéticos, que escapam de um espaço restrito como bacia hidrográfica.

Muitas vezes se observam unidades homogêneas num determinado território, facilmente identificadas, como por exemplo, manchas contínuas em áreas agrícolas ou o padrão de distribuição da população, que não coincidem com os limites de bacia e, dessa forma, são mal interpretadas, principalmente no que tange à compreensão da dinâmica do meio.

Observe que a unidade natural "bacia hidrográfica" não contém em seus limites todas as relações que se impõem diante das necessidades e dos anseios dos grupos sociais atuantes em seu espaço. Por exemplo, as interações espaciais representadas pelos fluxos de bens e serviços, ou os anseios de expansão do setor ecoturístico podem transcender os limites da bacia hidrográfica. Sob esses aspectos, não se pode aceitar a rigidez de um meio natural como área de planejamento e de ação gerencial.

Quando se trata de espaços urbanos, mesmo o desenho técnico do circuito das águas é bastante complexo. Deve-se considerar que, além dos cursos d'água naturais, ocorrem as redes hídricas estabelecidas pela distância entre o ponto de captação e o de consumo humano. Também são produzidos espelhos d'água para o lazer da população, independentemente de sua localização, ou são realizadas transposições de água para oferecer o recurso. Assim, diferentes redes (natural e produzidas por tecnologia) somam-se e o resultado, com freqüência, ultrapassa os limites da rede natural, confundindo o natural com o construído. Um expressivo exemplo desse fato é o trabalho de Rutkowski (1999), que mapeia, compara e debate as razões político-administrativas que geraram os diferentes circuitos hídricos ao longo da história (Fig. 3.2). Esses fatos, comuns no Brasil, induzem a uma reflexão: não é sem razão que a população desconhece e desconsidera o conceito de bacia hidrográfica.

Como já citado, os setores públicos brasileiros de planejamento reconhecem, por conceito, que a bacia hidrográfica é a área de estudo, pois relatam, com grande freqüência, que ela é a unidade básica de interesse. Porém, a prática aponta em outra direção. O gerenciamento dos recursos naturais tem sido segmentado para melhor atender às demandas dos vários setores da administração pública. Gerentes ambientais utilizam-se de trechos da calha do rio para planejar o uso da vazão e queda d'água. Outros reservam, de forma exclusiva, as águas dos mananciais, entendidos como conjunto de nascentes, e outros, ainda definem áreas de preservação permanente aos ecossistemas, sem se preocupar se os limites englobam ou não as bacias hidrográficas componentes. O estabelecimento de áreas metropolitanas, como São Paulo, que desrespeitam os limites da bacia e sub-bacias do rio Tietê, criam, há muito, espaços inadequados ao planejamento e gerenciamento.

Trabalhar com a área de bacia hidrográfica traz ainda um outro impasse, de ordem técnica, que não pode ser desconsiderado: os dados socioeconômicos, censitários, de infra-estrutura e estatísticos no Brasil estão disponíveis por município que, freqüentemente, não obedece aos limites de bacias hidrográficas. Nesse caso, o diagnóstico divide-se em meio natural e socioeconômico, dificultando a sobreposição espacial dos dados e a interpretação da cadeia de relações no meio.

Estes paradoxos conduzem a uma conclusão: o espaço de trabalho é diverso e o planejamento ambiental deve flexibilizar seus limites, de forma a considerar as inter-relações nos seus diversos níveis. Deve, assim, definir a área de estudo, caso a caso, em função de suas características e objetivos pretendidos.

Resta então a pergunta: se não bacia hidrográfica, quais os possíveis padrões para áreas de estudo e quais os critérios para selecioná-los?

exemplos de áreas de estudo

Existem diferentes estratégias para a definição de áreas de estudo. Os planos diretores, por exemplo, quando se referem direta ou exclusivamente ao município, adotam os limites territoriais legais e restringem os cenários e propostas a esse espaço. Quando um planejamento tem como objeto uma atividade humana ou um conjunto de atividades que ocorrem de forma concentrada, como um distrito industrial, podem-se usar raios ou polígonos em torno do ponto central, chamados raios de ação. Nessa estratégia, admite-se a ocorrência de áreas concêntricas de interferência de diferentes magnitudes. Se o planejamento visa à conservação de um território onde são comuns padrões de paisagem e atividades em extensão linear, como estradas, linhas de transmissão, matas ciliares ou portos de areia, então pode-se utilizar, como estratégia, áreas em corredor ou corredores, que abrangem uma faixa marginal às atividades e aos padrões de paisagem que se pretende avaliar. Outras vezes, em regiões que apresentam territórios bem definidos em função de relações e dinâmicas próprias, a estratégia é adotar os próprios limites dessas áreas como unidades homogêneas de trabalho (Fig. 3.3), como, por exemplo, uma região de monocultura. Porém, não é aconselhável trabalhar esses tipos de áreas de forma isolada. Deve-se fazer uso de diferentes áreas de trabalho, definidas por diferentes estratégias e estudadas em diferentes escalas. Assim, pode-se somar áreas de bacia hidrográfica, limites legais, corredores, microbacias complementares, unidades homogêneas ou áreas de fluxo de serviços, de acordo com objetivos e abrangência escalar da proposta de planejamento.

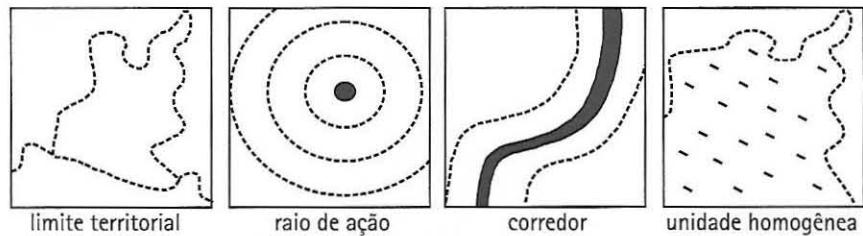


Fig. 3.3 Tipos de áreas de estudo

Os estudos de impacto ambiental referem-se à análise separada e depois somada de três áreas de estudo: área de influência direta, indireta e regional. De forma geral, a área de influência direta refere-se a raios de ação ou área homogênea, que engloba o empreendimento em estudo, e a de influência indireta, como bacia hidrográfica. A área de influência regional pode ser representada das mais diferentes formas: dos limites legais dos municípios envolvidos às faixas de fluxos de comércio exterior (Fig. 3.4).

Em planejamento ambiental, quase sempre é necessário realizar aproximações sucessivas de escalas e áreas de trabalho, pois deve haver correspondência entre os fenômenos e suas dimensões e grandezas. Não se pode, por exemplo, avaliar, dentro da mesma escala e espaço, as características geológicas, os riscos de escorregamentos ou a identificação dos seres vivos ameaçados de extinção. Assim, para cada aproximação de escala, pode-se adotar uma diferente área de estudo, limitada por diferente estratégia. A

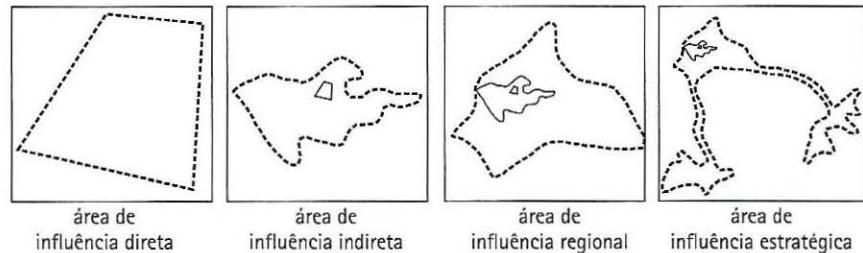
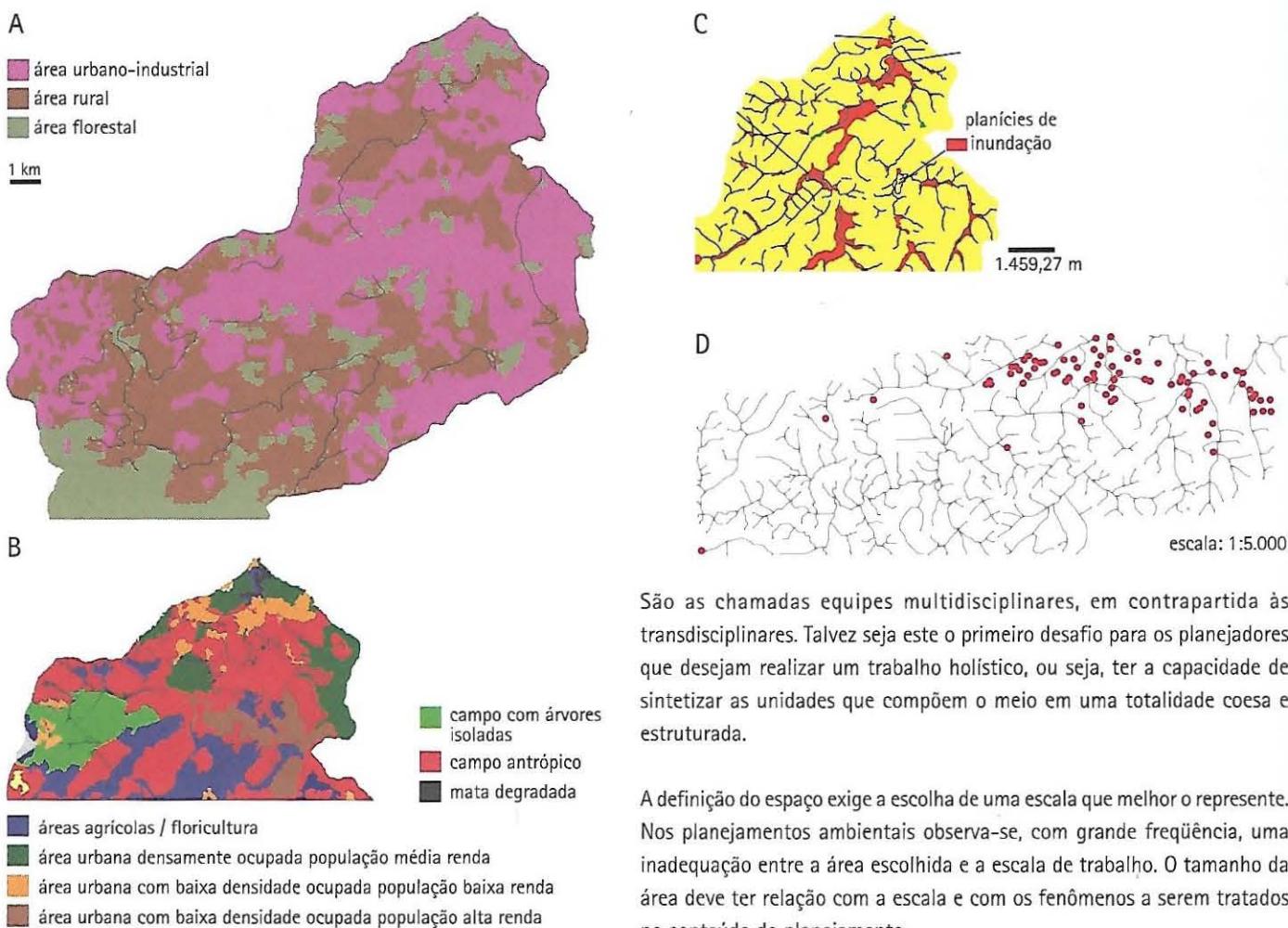


Fig. 3.4 Áreas de influência para estudos de impacto ambiental

A bacia ambiental é uma proposta de área de estudo voltada ao ambiente urbano. Caracteriza-se pelo somatório de unidades territoriais definidas pelas drenagens naturais de águas superficiais, drenagens antrópicas (água estocadas, servidas e em uso) e áreas de ações socioeconômicas, inclusive considerando-se aquelas que abrangem os espaços de interesse dos principais grupos sociais. É um espaço de conformação dinâmica que valoriza as modificações feitas pelo homem no desenho natural da paisagem e as relações ambientais de sustentabilidade de ordens ecológica, econômica e social (Fig. 3.6).

Um grande erro em planejamento ambiental é trabalhar, isoladamente, diferentes espaços territoriais, com técnicos de diferentes áreas do conhecimento. Os técnicos tendem a considerar como produto final integrado a soma dos dados, que podem ser espacialmente sobrepostos, sendo que as áreas que não se enquadram nesta regra são tratadas apenas no tema original. Quase sempre, essa estratégia retrata uma equipe desintegrada e, raramente, os resultados serão consistentes.



São as chamadas equipes multidisciplinares, em contrapartida às transdisciplinares. Talvez seja este o primeiro desafio para os planejadores que desejam realizar um trabalho holístico, ou seja, ter a capacidade de sintetizar as unidades que compõem o meio em uma totalidade coesa e estruturada.

A definição do espaço exige a escolha de uma escala que melhor o represente. Nos planejamentos ambientais observa-se, com grande freqüência, uma inadequação entre a área escolhida e a escala de trabalho. O tamanho da área deve ter relação com a escala e com os fenômenos a serem tratados no conteúdo do planejamento.

A ESCALA

o significado da escala

Fig. 3.5 O planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Cotia (SP) exigiu o uso de diferentes áreas de estudo em função dos objetivos propostos, como a compreensão da distribuição das áreas urbanas e rurais (A, bacia hidrográfica). A concentração da população e dos problemas urbanos na porção norte conduziu à determinação de uma nova fase de estudos (B, bacia do baixo curso do rio). Outras duas áreas de estudo foram determinadas: as áreas com ocupação humana e de provável ocorrência de enchentes (C, planícies de inundação) e as áreas com a ocorrência de indústrias nas planícies de inundação (D, sedes de indústrias). Fontes: SABESP, 1997 e Silva, 2000 (modificado)

Os planejamentos ambientais classificam e ordenam o meio utilizando-se de métodos que dividem ou integram um dado espaço. Trabalham as informações em diferentes graus de organização e complexidade, que devem ser estudados como um sistema em si mesmo. Cada abordagem tem um aprofundamento com seus elementos componentes e fenômenos atuantes e corresponde a uma representação da dimensão espacial e temporal das informações sobre o meio, ou seja, tem uma escala. Espera-se que cada fenômeno, elemento ou dado do meio seja representado por distâncias que reproduzam suas dimensões reais e pelo período em que incidem e compartilham o espaço. A Fig. 3.7 é uma representação esquemática da variabilidade espaço e tempo de alguns fenômenos e atividades humanas que, costumeiramente, são trabalhados em planejamentos.

Numa escala espacial, é necessário interpretar não só a extensão territorial onde o dado vigora, como também as circunstâncias em que ele ocorre em cada ponto do espaço ocupado. Assim, um mapa é um excelente instrumento para se avaliar a distribuição, mas, de forma geral, são os levantamentos de campo que permitem interpretar a variabilidade, intensidade e condições ecológicas dos fenômenos e elementos de uma área. Além disso, os fatores que comandam tais distribuições mapeadas variam de importância, tanto em diferentes áreas como em diferentes períodos da história local. No Brasil, ainda faltam muitos conhecimentos científicos para tais representações.

Sobre a escala temporal, há ainda outra questão a ser considerada: a diferença entre a escala de tempo de ocorrência de um fenômeno e a escala de tempo de resposta de um organismo em relação a ele. Mapear biodiversidade, por exemplo, é uma tarefa árdua, pois as espécies fixas ou móveis, tanto quanto os fenômenos que induzem sua ocorrência, concentração e distribuição, têm tempos distintos entre ação e resposta. Mais difícil ainda é apontar suas diversas

razões de mudança ao longo do tempo, bem como definir os graus de estabilidade. Em termos de mapeamento da biodiversidade, o melhor que se pode fazer é ter uma noção quantitativa da distribuição de espécies.

Apesar de muitos autores reconhecerem esses sérios limites à representação, é comum encontrar em planejamentos o erro crasso do cruzamento de informações ocorrentes em diferentes períodos, mas tratadas como fato atual – dados obtidos com diferentes métodos de amostragem e com diferentes sistemas de classificação.

O desafio de selecionar escalas adequadas ao planejamento pode ser ilustrado pelo trabalho de White e Mackenzie (1986). Estes autores pretendiam definir a resolução ou escala ótima para a diferenciação de diversos padrões irregulares, no tempo e no espaço, da cobertura vegetal em Great Smoky Mountains (EUA). Após várias experimentações, os autores concluíram que nenhuma escala de resolução seria perfeita, nem mesmo para cumprir a meta de mapear um único tipo de vegetação. Pedreira e Santos (1999) e Girardi (2002), trabalhando com vegetação de restinga e mata de encosta na região de Bertioga (São Paulo), indicam as dificuldades de estabelecer limites no espaço em função das resoluções e escalas selecionadas de diferentes tipos de vegetação contíguos. Para elas, todos os tipos de vegetação em seus diferentes estádios seriais, comumente sob influência humana, mudam abruptamente, em curtos períodos de tempo e dentro de pequenas distâncias. Geram, assim, limites imprecisos ou artificiais que podem levar a decisões arbitrárias.

Enfim, a escolha da escala correta é difícil, principalmente devido à carência de trabalhos que discutam as bases teóricas para esta escolha. Se a forma de interpretação for o mapeamento, o desafio é determinar a escala que ditará o quanto a extração poderá ser feita sem perder a representação da heterogeneidade dos sistemas

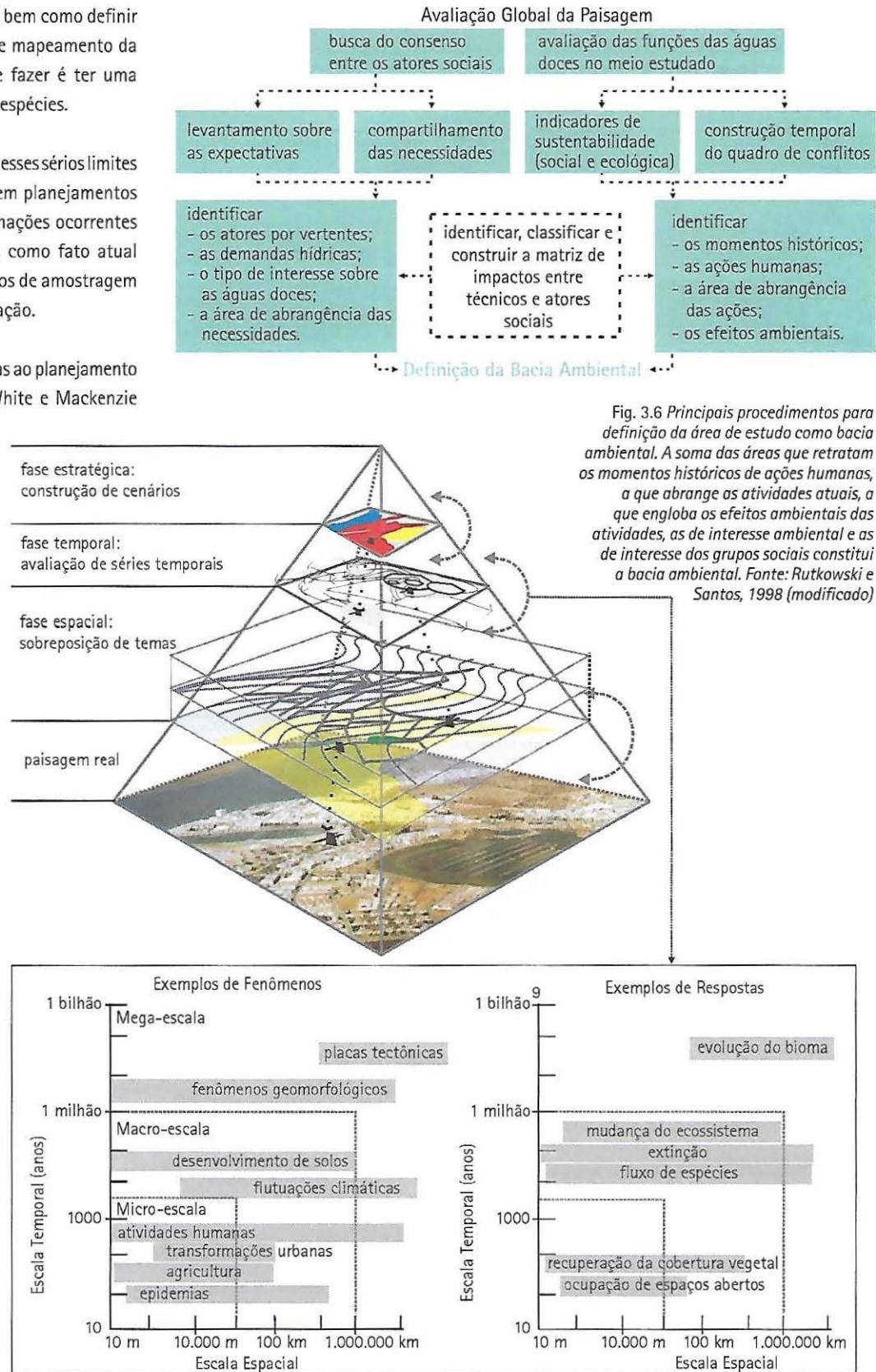


Fig. 3.7 Representação dos planos de abordagem espacial e temporal que devem ser avaliados em um planejamento ambiental. Cada evento ambiental tem sua própria escala de tempo. Assim, por exemplo, o movimento das placas tectônicas, que muda a configuração dos continentes, ocorre na escala de bilhão de anos e sua abrangência espacial é de dezenas de milhões de quilômetros. Já as atividades humanas ocorrem em espaços e, principalmente, em tempos menores, como, por exemplo, a ocupação pelo cultivo da cana-de-açúcar nos últimos trinta anos, que ocupa a ordem de milhares de km. Cada intervenção ou evento gera uma resposta, que, por sua vez, tem sua própria escala temporal e espacial. No exemplo do cultivo da cana-de-açúcar, uma resposta ambiental imediata pode ser erosão e assoreamento, cuja abrangência pode exigir uma escala espacial maior.

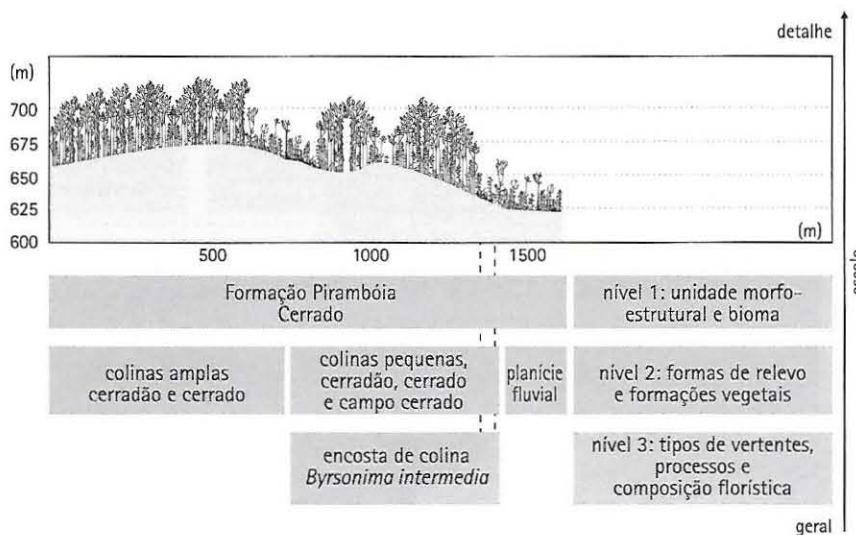


Fig. 3.8 O grupo planejador deve estar de acordo sobre o nível da classificação do meio e adequar sua escala de observação a ele, conforme ilustra essa figura.

Planejar em nível 3, por exemplo, implica em desenhar as encostas de uma colina e identificar nelas as espécies vegetais que ocorrem. É incompatível trabalhar com composição florística que exige uma escala de detalhe e unidades morfoestruturais que coadunam com escala de reconhecimento.

Fonte: baseado em ilustração de Ruggiero e Pires Neto (modificado)

componentes (veja Cap. 7). Se o caminho é o planejamento, a tarefa é definir o nível de detalhe condizente com os objetivos propostos e instrumentos selecionados, e conduzir a alternativas viáveis e implementáveis.

o dédalo da escala espacial

A escolha das escalas espaciais em planejamento é intuitiva e obedece ao bom senso do coordenador e sua equipe multidisciplinar. Com grande freqüência, os membros da equipe trabalham com escalas diversas. Assim, a escolha da representação espacial final, que permitirá o cruzamento das informações, gera conflitos. Esquecem, com freqüência, que a escala espacial adotada dita a natureza dos resultados (Fig. 3.8).

O ponto fundamental é que não existe uma escala correta e única para diagnosticar populações, ecossistemas ou paisagens. Entretanto, isto não significa que não haja regras gerais quanto à escala, mas sim que ela deve ser avaliada com muito cuidado, caso a caso. Numa determinada seleção de escala pode-se estar, muitas vezes, perdendo informações importantes, utilizando um mapa pouco detalhado. Por outro lado, pode-se detalhar demasiadamente um mapa que posteriormente será reduzido, o que resulta no agrupamento ou mesmo na perda das informações que já foram levantadas. Assim, uma preocupação básica para escolher a escala de trabalho, ou para entender como a informação pode ser transferida, está em determinar o que se pode e o que não se pode ignorar como informação espacial. Em outras palavras, deve-se, previamente, julgar qual a informação imprescindível e qual a que pode ser perdida. Deve-se decidir sobre quais níveis de organização, o quanto da heterogeneidade espacial deve ser representada, o quanto serão representadas as medidas de direção, distância, forma e geometria dos elementos componentes do meio.

Na tomada de decisão sobre a escala, não se pode perder de vista que sistemas ecológicos são mantidos por uma rede de dependências que abrange diferentes níveis de organização, devendo ser observada em um *continuum* de escalas. Estudos da teoria da hierarquia demonstraram quais e como os processos mudam através das escalas. Descrevem, assim, a compreensão dos processos ecológicos por meio da análise da heterogeneidade espacial. Porém, nesse processo de decisão é importante reconhecer que o aumento do nível de heterogeneidade espacial e seu detalhamento em escala também aumenta a dificuldade de extrapolar informações.

Os conceitos de heterogeneidade e homogeneidade são dependentes da escala porque a variação da natureza dos componentes do meio pode ou não se expressar através dela. Nesta última década, muitos planejadores, preocupados em compreender os processos ecológicos e a heterogeneidade do espaço de planejamento, passaram a usar como estratégia os conceitos de paisagem (veja Cap. 7). Dois principais atributos da paisagem, a estrutura e a função, podem ser percebidos diferentemente em diferentes escalas, sendo importante para o planejador decidir sobre a mais apropriada para um determinado estudo. Esta decisão constitui um critério para seleção de escala.

Cendrero (1989) ressalta aspectos de ordem mais pragmática para a decisão na escolha da escala de trabalho. Lembra que os planejadores devem considerar, pelo menos, a quantidade de informações ou detalhamento que se quer evidenciar no estudo; a extensão espacial da informação que se quer mostrar; a adequabilidade de uma determinada base cartográfica conforme os objetivos específicos; a quantidade de tempo disponível, e os recursos que se dispõem para mapeamentos. Jordant et al. (1977) apontam que, para seleção da escala, além da atenção sobre a natureza, da precisão da informação requerida, da dimensão superficial do território e a da complexidade ecológica do meio, devem ser considerados a quantidade e qualidade de informações existentes, o tempo disponível para efetuar os mapeamentos e levantamentos de campo, e a competência e experiência da equipe envolvida no trabalho.

Em muitos planejamentos, é necessário fazer aproximações sucessivas de escala, sendo que, para cada aproximação, pode-se optar por uma diferente área de estudo, limitada por diferentes estratégias. Esta é a forma adotada, por exemplo,

para representar fenômenos particulares, que necessitam de detalhamento (Fig. 3.5).

Deve-se também adequar a escala à etapa de planejamento. Assim, é usual que a decisão da escala de trabalho prenda-se à fase de diagnóstico. Porém, o prognóstico é um momento onde a escolha da escala também é muito importante, pois é necessário decidir sobre a melhor representação das previsões, bem como elas serão interpretadas pelo grupo encarregado pela decisão.

Todas essas observações para a escolha da escala de trabalho, sejam de ordem teórica ou prática, têm o intuito de alertar os planejadores de que a eficiência na interpretação do meio e sequente tomada de decisão está intimamente ligada à determinação de uma escala de trabalho que raramente é perfeita. Assim, é imprescindível que os limites da interpretação oriundos da escala sejam explicitados junto às alternativas estabelecidas no planejamento, para que os gerentes possam estimar as prováveis consequências ou erros de sua aplicação.

escalas usuais em planejamento

Existem muitas indicações na literatura sobre escalas ideais para interpretação dos espaços planejados. É de consenso que as escalas maiores possibilitam maior detalhe da informação, ao passo que as escalas menores, embora diminuam o tempo e o custo para o levantamento dos dados, generalizam e agrupam as informações. A melhor escala apresenta-se definida em literatura sob diversos pontos de vista que podem gerar conflitos pelas diferenças de interpretação.

De Pablo e colaboradores (1994) reconhecem três escalas de análise em planejamento: a local, a regional e a global. Cendrero (1989) expressa que a escolha da grandeza da escala se inicia com o tipo de planejamento proposto. Definiu o nível macro para planejamentos do tipo econômico e ecológico que, de forma geral, visariam ao desenvolvimento, à identificação de grandes impactos e avaliação dos recursos naturais existentes. Para planejamentos ligados à avaliação das potencialidades de uso e proposição de zoneamento, deveriam ser usadas escalas meso. O propósito da análise micro seria estabelecer um zoneamento detalhado, de forma geral em nível municipal, através de planos diretores (quadro 3.1). Outra proposta de relação entre o nível, tipo e representação de escala foi descrita nos trabalhos da FAO (quadro 3.2).

Os trabalhos que defendem essas concepções sugerem uma relação de proporcionalidade entre o espaço de trabalho e a escala. No Brasil, por exemplo, é possível identificá-la em vários tipos de planejamento. No entanto,

Quadro 3.1 Relação entre o nível, representação gráfica e tipos de escalas

PLANEJAMENTO	NÍVEL DE ESCALA	REPRESENTAÇÃO DA ESCALA	TIPO DE ESCALA
econômico e ecológico	macro	> 1:500.000	reconhecimento
zoneamentos	meso	1:250.000-1:25.000	semi-detalhada
planos diretores	micro	< 1:10.000	detalhada

Fonte: Cendrero, 1989 (modificado)

Quadro 3.2 Relação entre o nível, representação gráfica e tipos de escalas

NÍVEL DE ESCALA	REPRESENTAÇÃO DA ESCALA	TIPO DE ESCALA
macro	1:1.000.000 ou menor 1:100.000 até 1:1.000.000	exploratória reconhecimento
meso	1:25.000 até 1:100.000	semi-detalhada
micro	maior que 1:25.000.	detalhada

FAO, 1982 (modificado)

Quadro 3.3 Relações de comum ocorrência no Brasil entre abrangência territorial e escalas adotadas em planejamento

TERRITÓRIO PLANEJADO	ESCALA ADOTADA
área da bacia hidrográfica	1:5.000 a 1:1.000.000
território nacional	1:500.000 a 1:5.000.000
área de influência regional	1: 250.000 a 1:1.000.000
área de influência indireta ou área afetada indiretamente por impactos	1:50.000 a 1:100.000
área de influência direta ou área diretamente afetada por impactos	1:5.000 a 1:50.000
área de ação estratégica	1:10.000 - 1:500.000
limites municipais	1:50.000 - 1:100.000
centros urbanos subordinados à área de ação	1:500.000
raios de ação	1:2.000 a 1:100.000
corredores	1:2.000 - 1:25.000
área de reassentamentos	1:2.000 - 1:25.000

Quadro 3.4 Exemplos de compartimentos do espaço, escalas apropriadas e tipos de dados

COMPARTIMENTO	AMPLITUDE DE ESCALA	TIPOS DE DADOS
região	1:1.000.000 a 1:3.000.000	domínio climático e bioma
distrito	1:500.000 a 1:1.000.000	relevo, geologia, geomorfologia e associações de formações vegetacionais
sistema	1:100.000 a 1:500.000	modelo de unidade geomorfológica, solo e vegetação
tipo	1:10.000 a 1:50.000	homogeneidade geológica e de associação solo/vegetação

Fonte: Ellenberg e Mueller-Dombois, 1974 (modificado)

Quadro 3.5 Espaços e tipos de informação

COMPARTIMENTOS	NÍVEL DE ANÁLISE
domínio	área sub-continental, de climas relacionados
divisão	região climática, de acordo com a classificação de Köeppen
província	região com vegetação definida pelo mesmo tipo de solo ou solos zonais
seção	áreas cobertas por tipos vegetacionais que representam climes climáticos potenciais
distrito	parte de uma seção com forma de relevo característica
associação de tipos	agrupamento de tipos com padrão recorrente de relevo, litologia, solos e estádios sucessionais da vegetação
tipo	grupo de fases vizinhas com séries ou famílias similares de solos, cobertos por comunidades vegetais similares de acordo com os tipos de habitats.
fase	grupo de sítios vizinhos pertencentes à mesma série edáfica e com tipos de habitats intimamente relacionados
sítio	um único tipo de solo e um único tipo de habitat

Fonte: Bailey, 1978 (modificado)

Quadro 3.6 Escalas e nível de análise do espaço

COMPARTIMENTO	ESCALA	DIMENSÃO MÉDIA DA CARTOGRÁFICA (km ²)	NÍVEL DE ANÁLISE
região ecológica	1: 1.000.000	1.000	região climática
distrito ecológico	1: 250.000	60	fisiografia (relevo, geologia, geomorfologia e vegetação)
sistema ecológico	1: 125.000	15	geomorfologia, materiais geológicos, solos, corpos d'água, vegetação
tipo ecológico	1: 20.000	0,4	substrato edáfico e topográfico
fase ecológica	1: 10.000	0,1	homem, microclima e acidentes diversos

Fonte: Jordant et al., 1977 (modificado)

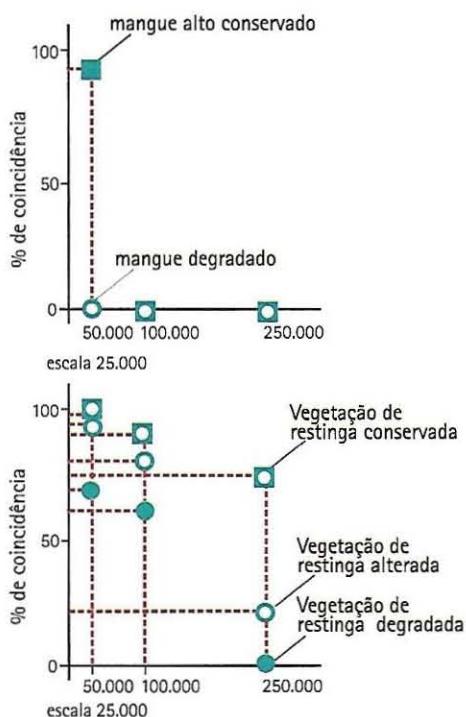


Fig. 3.9 Esse estudo, realizado em Bertioga, procurou verificar a melhor escala de representação das várias fisionomias de mata atlântica. Tomando como referência a escala 1:25.000 foram testadas as escalas 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000. A figura mostra um exemplo da variação do percentual de coincidências de classes mapeadas para vegetação de restinga e mangue entre quatro diferentes escalas.

A fisionomia mangue alto conservado é expressa adequadamente na escala 1:50.000, mas não nas outras escalas. Pequena diferença foi constatada nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 no mapeamento de vegetação de restinga degradada; a escala 1:250.000 mostrou-se inadequada. Comportamento similar foi exibido pela vegetação de restinga alterada (ou em melhor estado de conservação que a degradada).

Portanto, recomenda-se verificar a eficiência das escalas ao iniciar os trabalhos de planejamento na área de trabalho e adotar aquela cujo erro seja admissível.

Fonte: Pedreira e Santos (1999 e 2003).

planejamentos de diferentes naturezas e objetivos selecionam escalas diferenciadas, criando amplitudes de expressão algumas vezes extensas, como no caso de bacia hidrográfica (quadro 3.3). Na análise desta relação, é importante reforçar que a compartmentação do espaço relacionada a uma amplitude de escala deve definir a resolução de informação que se pode extrair (quadro 3.4).

A divisão proposta por Ellenberg e Mueller-Dombois foi modificada ao longo do tempo por diversos autores, em função das diferentes percepções sobre o meio. Estas outras classificações geram conflitos de interpretação, uma vez que para uma mesma denominação de unidade

compartimental são atribuídos diferentes amplitudes em escala e nível de análise. Desta forma, se um planejamento ambiental pretende selecionar uma das classificações existentes para usar como base de análise do espaço e escala do território, é importante adequar o objetivo a que ela se propõe com as características do meio estudado e dos objetivos a serem atingidos. Bailey (1978) é um exemplo dessa observação. Este pesquisador compartmentou o espaço em classes hierárquicas também a partir dos sistemas naturais, que englobam desde escalas continentais a escalas de detalhamento de uma unidade espacial do meio físico, mas que divergem da sistematização feita por Ellenberg e Mueller-Dombois (1974) (quadro 3.5).

A importância dessa relação é evidente até os dias de hoje, e foi reconhecida por alguns países e instituições governamentais, que adotaram classificações padronizadas, como o serviço florestal norte-americano e o sistema canadense de classificação, de acordo com os sistemas naturais. Esses exemplos selecionam espaço-escala por meio dos sistemas naturais, mas há sistemas de classificação hierárquica que incluem o homem como elemento do meio e se preocupam em recomendar a dimensão da unidade cartográfica espacial a ser representada (quadro 3.6).

Analizando o meio físico, Pires Neto (1992) recomenda as escalas de detalhe (1:50.000 ou maiores) para a resolução de problemas específicos, tais como riscos, ou para indicar a capacidade do terreno para fundações. Segundo Pires Neto, as escalas regionais (1:50.000 ou menores) são recomendadas para o planejamento geral, onde é necessária uma visão mais ampla dos diferentes aspectos do meio natural.

Deve-se ponderar se a escala escolhida reflete um número razoável de classes de mapeamento em cada tema. Silva (2000), por exemplo, preocupado com o planejamento do uso do solo, ressalta que escalas maiores tendem a gerar um aumento do número de classes de tipos de solos, o que dificulta a interpretação do meio. No entanto, reconhece que a simplificação gerou problemas pela perda de detalhes que reduziu a confiabilidade dos resultados. Na verdade, o importante é generalizar sem perder detalhes que possam ser relevantes aos objetivos do estudo.

A principal tarefa de um mapa de vegetação natural é mostrar a distribuição e variabilidade espacial dos diferentes tipos fisionômicos. Portanto, a escala deve ser selecionada em função da representação almejada. De forma geral, se a vegetação é a informação básica para o diagnóstico do meio, pretendendo identificar relações entre ela e o meio antrópico e formular propostas de manejo de recursos vegetais, devem ser usadas escalas maiores que 1:100.000.

Pedreira e Santos (1999 e 2003) mostram que, para a mata atlântica, em um trecho do litoral paulista, a escala de reconhecimento (escala 1:250.000) apresentou uma visão geral, enquanto que a escala extensiva (escalas 1:100.000 e 1:50.000) ressaltou a importância dos diferentes tipos fisionômicos da vegetação, e a escala intensiva (escala 1:25.000) reduziu substancialmente o grau de generalização, revelando as características particulares da área de estudo. A passagem da escala 1:100.000 para 1:25.000 permitiu

a inclusão de oito diferentes classes de vegetação. Medidas do coeficiente de concordância entre os mapeamentos elaborados em diferentes escalas oscilaram entre 75% e 25%. As diferenças ocorreram não só pela passagem de uma escala a outra, mas também pela estratégia metodológica adotada para a representação do espaço e, ainda em função do tipo de vegetação, situação de fragmentação e estados de alteração mapeados (Fig. 3.9).

Uma mudança de escala induz à inserção ou perda do conhecimento sobre a diversidade de classes mapeadas ocorrentes na área de estudo. O resultado dessa limitação é nocivo ao planejamento. Se as diretrizes de planejamento deduzidas a partir desse tema basearem-se em escalas menores, elas serão genéricas. Afinal, diretrizes mais específicas originam-se do detalhamento do meio, só reconhecidas em escalas maiores. Como consequência, o planejamento tenderá a ser mais genérico e com menor grau de confiabilidade e probabilidade de acerto das propostas de planejamento e gestão. Também já foi dito que nem sempre o maior detalhamento em uma determinada escala de um tema significa que ela deva ser utilizada, pois os benefícios podem ser desprezados, por exemplo, em função do tempo político, tempo de processamento, análise das informações, capacidade da equipe e recursos disponíveis. Em alguns casos, os erros de omissão e inclusão em outras categorias, em função da escala de trabalho, podem não representar uma solução prejudicial ao planejamento.

Algumas vezes, a escala intensiva reflete melhor a interpretação da vegetação em relação às formas de relevo, mas as variações na estrutura da vegetação decorrentes de alterações antrópicas e de mudanças no ambiente físico, como variações no solo ou posição do lençol freático, não são detectadas nesta escala. Em grandes escalas, a cobertura vegetal tem a sua descrição baseada em características morfofisionômicas, eventualmente combinadas com um adicional descritor dominante ou um atributo do meio. Através de seus portes e estados de conservação, podem-se supor as interferências passadas e presentes, mas não se pode efetivamente concluir sobre elas.

Em suma, cabe ao planejador, frente aos seus objetivos e disponibilidades, identificar as fontes de erros e avaliar as razões de custo e benefício que julgar admissíveis ao desenvolvimento do planejamento.

Uma das maiores dificuldades oriundas dos mapas de vegetação é que eles não permitem, mesmo em escalas maiores, observar indicadores importantes de perturbação, como corte seletivo, rebrota, danos gerados nos estratos abaixo do dossel e recuperação em pequenas clareiras. Também não se podem ver características de estrutura e composição, tais como estratificação e composição de espécies, formas de vida, espécies dominantes e espécies raras. Estas características podem revelar a qualidade e o real valor ambiental do sistema que fica somente subentendido nos mapeamentos. Para definir áreas destinadas à conservação, por exemplo, o conhecimento da heterogeneidade e variação de *habitats* é um critério importante; porém, só pode ser interpretado diretamente em escala local. Além disso, é comum apresentar e discutir os tipos de vegetação presentes em um mapa em termos de área de cobertura na escala adotada, por meio de uma unidade de representação estática (km^2 ou ha). Embora esses valores sejam estimativos, deve-se atentar que, sob esta perspectiva, a vegetação é interpretada pela quantidade ou importância acumulada, ou seja, pelo estoque, como se fosse uma jazida, desprezando-se os movimentos e as forças que conduzem às mudanças ao longo do tempo. Se o planejamento é ambiental e envolve conceitos de recuperação, renovação e desenvolvimento sustentável, esta interpretação não basta. São necessárias outras avaliações, como da produtividade primária e dos fluxos de matéria e energia em relação ao tempo. Essa observação é válida também para outros temas usados em planejamento. Em outras palavras, é uma tarefa impossível retratar a dinâmica em uma representação cartográfica do espaço, não só por refletir um momento instantâneo que não permite avaliar as mudanças no tempo, mas também por não conseguir apresentar os fenômenos em escala adequada.

Quando se trata de avaliar a relação entre escala e tomada de decisão, sugere-se observar como exemplo os planejamentos para o litoral do Estado de São Paulo, que consideram diferentes representações das distâncias reais, tanto para os temas abordados como para os produtos finais, comumente nas escalas entre 1:50.000 e 1:250.000. Seja qual for a escala de representação, todos os trabalhos reconhecem as áreas de alto valor ambiental para a região e destinam zonas para a preservação e para a conservação sob manejo. No entanto, deve-se questionar a precisão de limites dessas áreas. Outras escalas ou outras estratégias de representação evidenciam limites diferentes, resultando em outras decisões sobre a gestão dessas áreas. Este fato é mais contundente quando as propostas referem-se à recuperação, reabilitação ou restauração do meio¹. Em planos de manejo para áreas de preservação ambiental, a questão da escala é ainda mais complexa quando se trata da análise das áreas do entorno de proteção. Por não serem áreas-alvo, muitos estudos tendem a estudá-las em escalas abrangentes. Esquecem-se de que nelas costumam

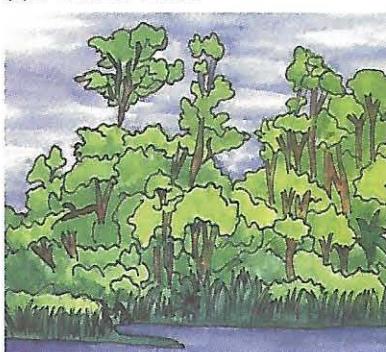
¹ Existem diferentes conceitos para os termos recuperação, reabilitação e restauração (veja: Lei nº 9.985 de 18/07/2000, Sánchez, 1995 e IBAMA, 1990). Sugere-se que sejam adotadas as definições: Recuperação - reconstituição de um ecossistema perdido ou degradado a uma condição de melhor estado de conservação que deve evoluir numa direção diferente de sua condição original. Restauração - reconstituição de um ecossistema ou de uma área degradada a seu estado original. Reabilitação - recomposição ambiental de uma área degradada diferente do ecossistema original, voltada à conservação do solo ou da água, mas dirigida a um novo tipo de uso.

Depois do "consenso" (a) Visão do Presente

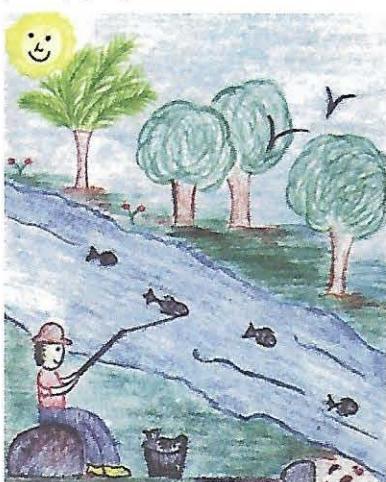


...pelos técnicos que apresentaram o cenário para a população

(b) a Visão do Futuro



...pelos técnicos que apresentaram o cenário para a população



...pela população que ouviu os argumentos

Fig. 3.10 Construção de cenários presente
(a) e futuro (b). Ilustrações elaboradas
pelos alunos da rede pública e publicadas.

Na visão do presente, algumas crianças desenharam uma realidade muito mais degradada do que foi a intenção apresentada pelo planejador. Na visão do futuro, quando supostamente estabeleceu-se o consenso e o planejador acreditou ter sensibilizado as crianças da importância da mata ciliar, a representação em muitos casos enfatizou um bosque e a pesca (a recreação). Por isso é vital que se meça o consenso entre os cenários, por meio da compreensão das representações sociais. Este trabalho fez parte do projeto de educação ambiental e sanitária do governo do Estado do Espírito Santo associado ao projeto de despoluição das bacias hidrográficas da região serrana. CESAN, 1997.



...pela população que ouviu os argumentos

ocorrer diversas atividades humanas em espaços reduzidos que, se somados, resultam em grandes impactos às áreas-alvo. Muitas vezes, mesmo as escalas de detalhe não conseguem definir a linha que demarca esses tipos de ação, seja porque é pontual, porque a informação não é mapeável ou porque trata-se de um processo dinâmico que torna os limites cambiantes. Além disso, é preciso ressaltar que o manejo será mais eficiente quanto melhor forem entendidos os processos e padrões ecológicos do meio. Para isso, é necessário controlar como a informação é transferida de escalas de detalhe para escalas mais abrangentes e vice-versa.

Esse conjunto de restrições não desqualifica a proposta de fazer planejamentos através de

representações gráficas do espaço. Pelo contrário, reconhece-se que a escala espacial pode fornecer importantes informações sobre a organização fundamental das paisagens. Os pesquisadores Turner e Gardner, por exemplo, enfatizam em vários trabalhos que, em estudos de paisagem, conclusões ou inferências relativas a padrões e processos do meio podem ser tiradas, desde que se tenha um acurado conhecimento sobre o uso da escala.

As limitações impostas pelo manuseio de escalas não transparecem no documento técnico e podem ter reflexos nos debates públicos, conduzindo a deliberações impróprias ao ambiente.

Concluindo, o erro na escolha, tanto da área como da escala adotadas em um planejamento, sempre existe e é, até certo ponto, compreensível. O pecado está em não reconhecê-lo e não tornar público o quanto ele influiu nas conclusões apresentadas.

O TEMPO

o significado do tempo

O planejamento ambiental não pode ser feito a partir de uma leitura estática do ambiente. Ele deve compreender os processos continuados que resultaram na apropriação dos recursos naturais, na perspectiva de desenvolvimento humano e na história natural regional. O estado atual de um ambiente não é o produto de impactos individuais independentes, desconectados do passado ou do futuro. Pelo contrário, é consequência das ações e efeitos combinados entre si, que acabaram por determinar o quadro de conservação ou degradação observado no período estudado.

Em planejamento ambiental o tempo é uma escala objetiva de análise que deve situar o presente, o passado e o futuro do espaço diagnosticado. A interpretação dos fenômenos do meio através do tempo visa a responder o quê, onde, quando, quanto e por que estão ocorrendo mudanças, tanto para o meio natural como antropizado. Cabe ao planejador identificar as forças que governam a trajetória das mudanças na paisagem e despender esforços nos caminhos críticos que afetam a qualidade do ambiente.

Usualmente, o tempo é representado por meio da construção de cenários, que nada mais são do que interpretações de momentos em uma paisagem dentro de uma escala temporal, visando auxiliar agentes de planejamento a compreender a dinâmica da área e os problemas ambientais consequentes.

construção de cenários e tipos de representação no tempo

Os cenários devem retratar um conteúdo concreto, construído não só a partir do diagnóstico da realidade

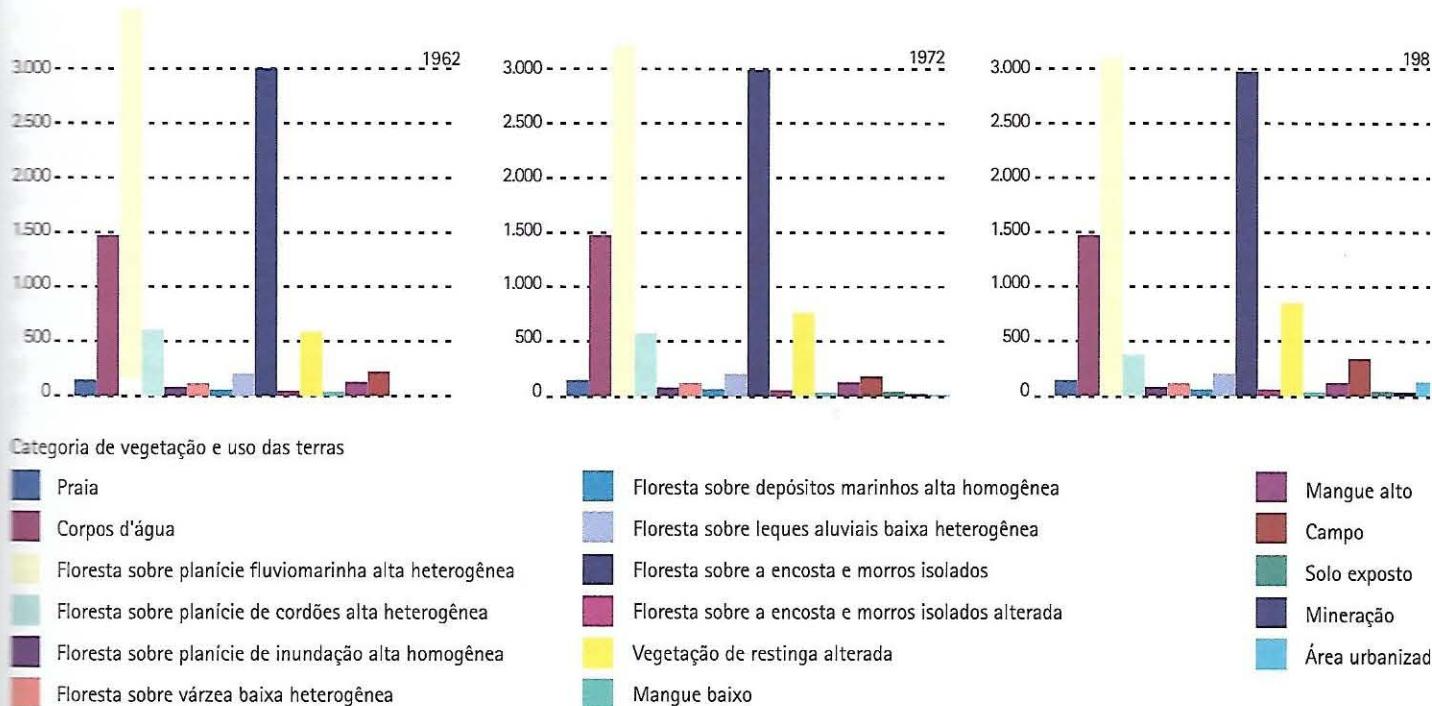


Fig. 3.11 Uma pesquisa realizada na região de Bertioga, litoral paulista, investigou a transformação de cobertura vegetal ocasionada pela mudança dos cenários históricos.

A comparação entre as áreas cobertas por vegetação natural e usos da terra no período 1960 e 1990 permitiu identificar as fisionomias mais atingidas e relacionar os dados com marcos históricos. Até a década de 1940, as atividades estavam concentradas na linha litorânea e na pesca, que permitiu a conservação da vegetação natural. A partir desse período, inicia-se o turismo. Na década de 1970, a construção da rodovia Rio-Santos estimulou o crescimento do turismo, afetando principalmente a vegetação da planície de cordões, que foi o espaço privilegiado para a construção de condomínios. Nos 20 anos seguintes foram perdidos 69% da vegetação de restinga sobre cordões. Fonte: Girardi, 2000 (modificado)

técnica, mas também das propostas governamentais e das realidades apreendidas pela cultura, pelos sentidos, pela memória, pela imaginação e pelo pensamento do homem da região. Devem revelar o passado, o presente e o futuro sob o ponto de vista das diversas vertentes envolvidas no planejamento ambiental (técnica, comunitária, política). Cada um desses cenários traz uma interpretação particular de um fato: o que foi (cenário passado), o que é (cenário real), o que será se medidas não forem tomadas (cenário futuro tendencial), como deveria ser (cenário futuro ideal, frente às potencialidades e restrições biofísicas), como gostaria que fosse (cenário futuro desejado, em função dos anseios dos agentes envolvidos) e o que pode realmente ser (cenário futuro possível, alternativo, frente às restrições biofísicas, às aspirações e às limitações socioeconômicas e administrativas). Em outras palavras, o que se quer destacar é que os cenários vão além da sobreposição de mapas de informações estáticas e além das restrições biofísicas tecnicamente descritas no tempo e espaço estudado. Os cenários reais devem apontar as preocupações prioritárias, tanto sob o ponto de vista técnico, como da população envolvida, e os futuros devem refletir suas expectativas. É necessário somar dados oriundos das **representações sociais**, da memória coletiva, da história institucional e das políticas regionais.

Uma preocupação básica para esse tipo de representação é o entendimento que os diversos agentes envolvidos têm sobre o tempo e o espaço, bem como sobre os conceitos ambientais aprendidos e internalizados. Cenários de consenso muitas vezes são fictícios, pois o entendimento baseia-se em referenciais distintos, como procura demonstrar o exemplo da Fig. 3.10. A tentativa de identificar paisagens junto aos agentes de planejamento revela, muitas vezes, que a área-alvo, como uma bacia hidrográfica, não é claramente entendida e que as questões ambientais são abordadas de forma segmentada, pontual e com base no senso comum. O próprio consenso sobre os conceitos tendencial, ideal e possível é difícil, mesclando as questões ambientais de diferentes tempos.

○ Ministério de Meio Ambiente (2001), por exemplo, reconhece a existência de vários cenários, destacando o tendencial, com base em projeções históricas; o exploratório, em função de futuros alternativos, e o normativo, ou o que se espera que aconteça, pelo fomento das potencialidades desejáveis.

Apesar da complexidade intrínseca a esse tipo de levantamento, diversas experiências têm mostrado que a construção conjunta dos cenários ajuda o grupo de planejamento a modificar e ajustar o seu olhar sobre o espaço, o tempo e o meio, induzindo a uma maior compreensão dos problemas prioritários e levando a soluções comuns.

estratégias para construção de cenários

Alguns autores avaliam os cenários sob uma perspectiva histórica, estudando a evolução de uma paisagem ao longo do tempo. Pressupõe-se que o entendimento do passado permite compreender o presente e indicar tendências e velocidades de transformações futuras no meio. Seria, portanto, um poderoso instrumento de decisão. No entanto, essa construção pode resultar em diferentes respostas.

De forma, geral a estratégia é elaborar cenários históricos a partir da definição de períodos determinados por fatores marcantes, como momentos de transformação política ou ocorrência de expressivas interferências humanas. Girardi (2000), trabalhando para conservação da vegetação de restinga, é um exemplo do uso dessa estratégia. Analisou o processo de ocupação desde os seus primeiros indícios, acompanhando a seqüência de atividades humanas junto às áreas concentradoras de ação, mapeando o reflexo das ações humanas e registrando as mudanças de forma qualitativa ou quantitativa (Fig. 3.11).

A construção de cenários históricos é um bom instrumento de análise quando se pretende avaliar as causas e consequências das perdas ou alteração da cobertura vegetal natural em uma dada região. Vários autores trabalharam os cenários dentro de perspectivas diferentes. Alguns direcionam o foco do trabalho na expansão dos reflorestamentos, outros na dispersão de espécies vegetais ou animais, ou nas mudanças das atividades humanas com a diversidade da paisagem, ou, ainda, na evolução temporal dos usos da terra em relação à cobertura vegetal nativa em áreas legalmente protegidas.

A importância dos cenários históricos para decisão sobre a cobertura vegetacional foi ressaltada no trabalho de Girardi (2000). Ela mostra que uma área-nicho de vegetação preservada de restinga, que deveria ser destinada à preservação e pesquisa, poderia ser classificada como área alterada pelo homem e destinada a outros usos, se fosse avaliada somente por padrões de imagens atuais e não por cenários.

Sob o ponto de vista da ecologia da paisagem (veja Cap. 7), pode-se também avaliar perdas ambientais pela análise das mudanças na conectividade das paisagens. De maneira geral, são analisadas, como grandes vetores de transformação e fragmentação da paisagem, as rodovias e a agricultura. Como se evidencia, a reconstrução da história a partir de um único objetivo pode ser feita por meio da análise de um ou mais elementos da paisagem.

Em todos esses estudos, independentemente dos objetivos ou caminhos de avaliação traçados, a estratégia metodológica compreende uma combinação entre interpretação de uma série histórica de imagens de sensores remotos, de pesquisas de documentos históricos da região e de entrevistas estruturadas com lideranças locais. No Brasil, o tempo define-se, comumente, em função dos períodos com fatos históricos que resultaram em mudanças significativas nas atividades e comportamentos humanos, bem como na disponibilidade dos documentos e materiais cartográficos que registraram esses fatos. Essas limitações, principalmente em relação aos produtos de sensores remotos, costumam reduzir o tempo de avaliação em torno de vinte a cinqüenta anos.

O cenário atual pode ser entendido como a interpretação das correlações entre os fatores do meio físico, biótico, socioeconômico, tecnológico, jurídico e institucional, de forma a entender as pressões humanas, o estado do meio e as respostas presentes. É importante ressaltar que a construção do cenário atual é muito mais do que fazer um diagnóstico do meio. O cenário atual, quando bem elaborado, permite identificar os conflitos entre as perspectivas técnica, legal, institucional e da sociedade, sejam reais ou imaginadas pelos grupos sociais.

Vários planejadores interpretam o conceito de cenário restrito ao futuro. Os cenários futuros representam simulações de diferentes situações, prognósticos das condições ambientais em um tempo mais ou menos próximo. Nada mais são que quadros hipotéticos de um futuro plausível. Podem ser usados para auxiliar o planejador a identificar o quê poderia acontecer se determinados eventos ocorressem ou certos planos ou políticas fossem introduzidos. O cenário é, na verdade, uma medida do tipo e tempo de resposta possível a partir das propostas e das ações humanas. Muitos autores entendem cenário futuro como construção de modelos territoriais objetivos ou como forma de observar prováveis respostas e assim escolher possíveis alternativas. É no cenário futuro que os anseios das comunidades devem

estar muito bem refletidos. Uma questão relevante é entender se na construção dos cenários futuros as simulações atendem, essencialmente, às demandas, ou trabalham em função do potencial e fragilidades dos terrenos.

Tanto quanto o cenário passado, o cenário futuro pode ser construído com diferentes objetivos e caminhos para a análise: avaliação de dispersão de espécies, prognóstico de impactos ambientais prováveis em função de diferentes situações de uso ou em decorrência das próprias ações apresentadas pelo planejamento. Seja qual for o tipo de cenário abordado, deve-se entender que ele é regido pelos fenômenos que induzem ou restringem a ocorrência de um fato que, por sua vez, pode ser lido por meio de um ou mais fatores críticos do meio.

Os cenários podem retratar as relações entre vocação da terra e decisões ao longo da história. A vegetação hoje preservada sobre restinga em Itaguaré (Bertioga, São Paulo) é, por exemplo, uma consequência do reconhecimento, pelos colonizadores, da baixa vocação da região para a agricultura. A decisão foi transformar Bertioga em um ponto estratégico para controlar possíveis invasões, e o plantio restringiu-se à banana, tradicionalmente plantada em espaço limitado, entre restinga e encosta.

Dentro dessa lógica de trabalho, é vital que o planejador estabeleça, de forma objetiva, os períodos históricos das grandes transformações induzidas pelas políticas e atividades humanas sobre os recursos naturais. São eles que nortearão as interpretações sobre a área e o objetivo do planejamento.

Outra perspectiva é estudar cenários para compreender fenômenos de interesse específico. Fuentes (1989), por exemplo, interpreta as mudanças na paisagem avaliando como a população vem, ao longo do tempo, enfrentando as adversidades do relevo montanhoso e da disponibilidade do suprimento de água. Em sentido oposto, pode-se avaliar as percepções e respostas da população em função das mudanças na paisagem ao longo do tempo. Assim, Scarabello Filho (2003) usa a estratégia de estimular o debate entre agentes locais de uma área de proteção ambiental, por meio da apresentação de cenários técnicos passados e presente. Seu objetivo é interpretar as reações sobre a "realidade" dos cenários apresentados e as percepções sobre as ações e políticas que conduziram a evolução dessa paisagem, bem como as consequências sobre eles (veja Cap. 9).

Existem muitos outros caminhos de análise a partir da construção de cenários, além dos exemplos aqui apresentados. Porém, o que se deve destacar é a capacidade de retratar mudanças, seja na estrutura resultante da combinação dos elementos que compõem o meio, seja nas funções e interações desses elementos. É um forte instrumento de análise para interpretar os rumos e as velocidades das alterações no espaço, bem como conduzir, tecnicamente, a uma reflexão sobre as implicações de projetos e políticas de desenvolvimento.

caminhos metodológicos para construção de cenários

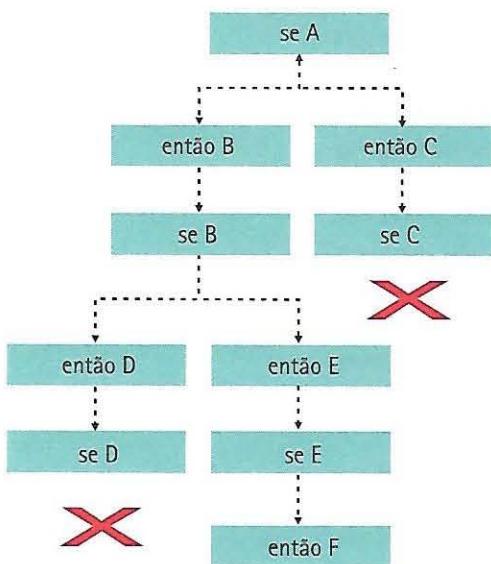
Os cenários temporais podem ser descritos e/ou representados gráfica e cartograficamente. A escolha do procedimento dependerá do caminho metodológico definido no planejamento.

O zoneamento ecológico econômico brasileiro, que representa a proposta oficial de planejamento sob a perspectiva ambiental, pressupõe a construção de cenários futuros a partir dos métodos de análise dos impactos cruzados e da análise lógica intuitiva. Nessa proposta é enfatizada a necessidade de avaliar, em paralelo aos cenários, a projeção de políticas sociais, ambientais e econômicas, as ações propostas, o tempo de aplicação de cada ação e o pressuposto do acompanhamento gerencial das alternativas sugeridas.

Mais comumente, os cenários futuros são obtidos por meio de modelagem. Se a modelagem é matemática, os elementos e relações são representados por expressões matemáticas. É um método que considera tempo, espaço e interação entre um número significativo de fatores. Contudo, simplifica a realidade, dificulta o entendimento devido à complexidade matemática e depende demasiadamente de dados mensuráveis.

O cenário pode ser representado por meio de árvores de decisão, nas quais uma determinada alternativa pode significar o ápice de um trajeto de mudanças e consequências de um determinado espaço (Fig. 3.12). É um bom método quando

Árvore de decisão



se refere à simplicidade conceitual, visualização de causa-efeito e apresentação simultânea de prováveis caminhos de mudanças a partir de uma alternativa. Porém, dependendo do número de variáveis envolvidas, pode tornar-se complexo.

Os sistemas especialistas podem produzir cenários por meio de simulação elaborada através de uma complexa árvore de decisão, a partir de dados qualitativos e heurísticos. Esses sistemas têm poder de previsão e estruturam convenientemente o problema e suas consequências, mas simplificam a realidade e podem adotar conceitos subjetivos.

Alguns autores, que associam planejamentos ambiental e estratégico, utilizam o método PES (Planejamento Estratégico Situacional) para a construção de cenários junto à população. Dentro dessa estratégia, o momento normativo do planejamento propõe o desenho das incertezas e surpresas do jogo social (deve ser / ser / tende a ser), de forma a conduzir à construção de programa direcional com cenários e planos de contingência.

Scarabello Filho (2003) constrói diversos cenários a partir de informações sobre o território, sobre a legislação e sobre os interesses e expectativas dos atores sociais da sua área de estudo. Esses cenários são cruzados por meio da sobreposição das informações espacializadas (método da sobreposição) e estruturados com base nos métodos dos Limites Aceitáveis de Mudanças (LAC)

e do Gerenciamento de Impactos de Visitantes (VIM), os quais, por sua vez, destinam-se a sistematizar ou modelar o processo de avaliação da capacidade de carga.

Para o confronto entre cenários podem ser utilizados SIGs (Sistemas de Informações Georreferenciadas), que têm a capacidade de comparar séries de dados temporais. A detecção de mudanças se dá pela sobreposição de imagens ou mapas de diferentes datas, nos quais ressaltam-se as diferenças que são reclassificadas para extrair as alterações significativas. Uma maneira de discriminar as mudanças ocorridas entre imagens é obter uma classificação independente de cada imagem, registrando os resultados e localizando as células que apresentem diferenças. Outra maneira é inscrever as duas imagens no SIG e preparar uma imagem de diferença temporal, subtraindo os DNs das diferentes datas.

As técnicas usadas em SIG, de comparação aos pares, podem usar dados quantitativos ou qualitativos. Com valores quantitativos podem ser usadas técnicas como diferenciamento de imagens, índice Kappa e razão de imagens.

A técnica de diferenciamento de imagens, desenvolvida por Eastman e McKendry (1991), é simplesmente, a subtração entre células de imagens (pixel) ou mapas, duas a duas, resultando nas células de saída da imagem. Neste caso, os resultados das operações são valores contínuos de diferenças, que podem ser negativos ou positivos. Nos casos onde não ocorrerem mudanças, espera-se o valor 0 (zero).

Quadro 3.7a Valores de coeficiente Kappa obtidos para os mapeamentos por polígonos

CRUZAMENTO ENTRE OS MAPEAMENTOS		COEFICIENTE KAPPA (%)
escala de referência	escala de mapeamento	
1:25.000	1:50.000	75,52
1:25.000	1:100.000	61,71
1:25.000	1:250.000	59,04
1:50.000	1:100.000	60,38
1:50.000	1:250.000	59,46
1:100.000	1:250.000	73,98

A comparação de mapas de uso e ocupação da terra em 4 escalas diferentes por meio do coeficiente Kappa, da mesma classificação, permite avaliar os benefícios proporcionados por uma escala mais detalhada. Fonte: Pedreira, 1998

Para a comparação de dados, muitos trabalhos têm utilizado o índice Kappa, que calcula a exatidão da classificação pela geração de matrizes de erro. Ou seja: em duas datas distingue e calcula as superfícies onde os dados de uma determinada área permanecem iguais (com a mesma classificação). O quadro 3.7 é um exemplo dos resultados que se podem obter, a partir da aplicação dessa técnica, em SIG.

De forma semelhante, pode-se utilizar o índice de concordância Kappa para comparar cenários de diferentes períodos. A quantificação das mudanças pode ser expressa pelo IM (Índice de Mudança): $IM = I - ICK$, (quadro 3.7b).

As técnicas que usam a lógica de subtrair as informações quantitativas das imagens pecam por tratar todas as mudanças de forma equivalente. Por exemplo, diferenças de biomassa vegetal entre 5 e 10 unidades não têm o mesmo significado de mudança entre 95 e 100 unidades, pois, no primeiro caso significam uma duplicação da matéria, enquanto que, no segundo, significam uma pequena mudança da mesma cobertura vegetal, apesar de a diferença ser sempre 5. Assim, a técnica razão de imagens é usada para representar valores relativos de mudanças entre imagens (Fig. 3.13), como descrito por Eastman e McKendry (1991).

Para comparar dados qualitativos devem ser aplicadas outras técnicas em SIG, sendo que a classificação cruzada é o procedimento mais usual. Ela compara a coincidência de área para uma mesma categoria de informação ou verifica se houve uma mudança de categoria, com o surgimento de uma nova classe, por meio de uma tabulação cruzada (quadro 3.8).

Os dados de perdas e ganhos das diferentes classes podem ser transformados em gráficos e interpretados pela sua sobreposição na linha do tempo (Fig. 3.14).

Ocupação	PERÍODO DE 1990 A 1999					Diferença (ha)
	ICK 1990	IM1990	ICK 1999	IM1999	Diferença ICK	
Agropecuária	0.8676	0.132	0.9512	0.049	-0.084	-15544.7
Corpos d'água	0.942	0.058	0.61	0.390	0.332	16406.4
Outros usos	0.1613	0.839	0.3371	0.663	-0.176	-463.1
Urbano	0.8895	0.111	0.8302	0.170	0.059	197.3
Vegetação	0.6108	0.389	0.6272	0.373	-0.016	-596.1

ICK - Índice de coeficiente Kappa - IM - Índice de Mudança.

Fonte: Santos, 2003 (modificado)

05	09	95	/	10	12	100	=	0,5	0,75	0,95
10	82	100		05	87	95		02	0,94	1,05
12	95	108		14	98	106		0,86	0,97	1,02

Imagem 1

Imagem 2

Relação

Fig. 3.13 Detecção de mudanças no uso e ocupação da terra na região de Andradina (SP) - razão de imagem. Fonte: Santos, 2003

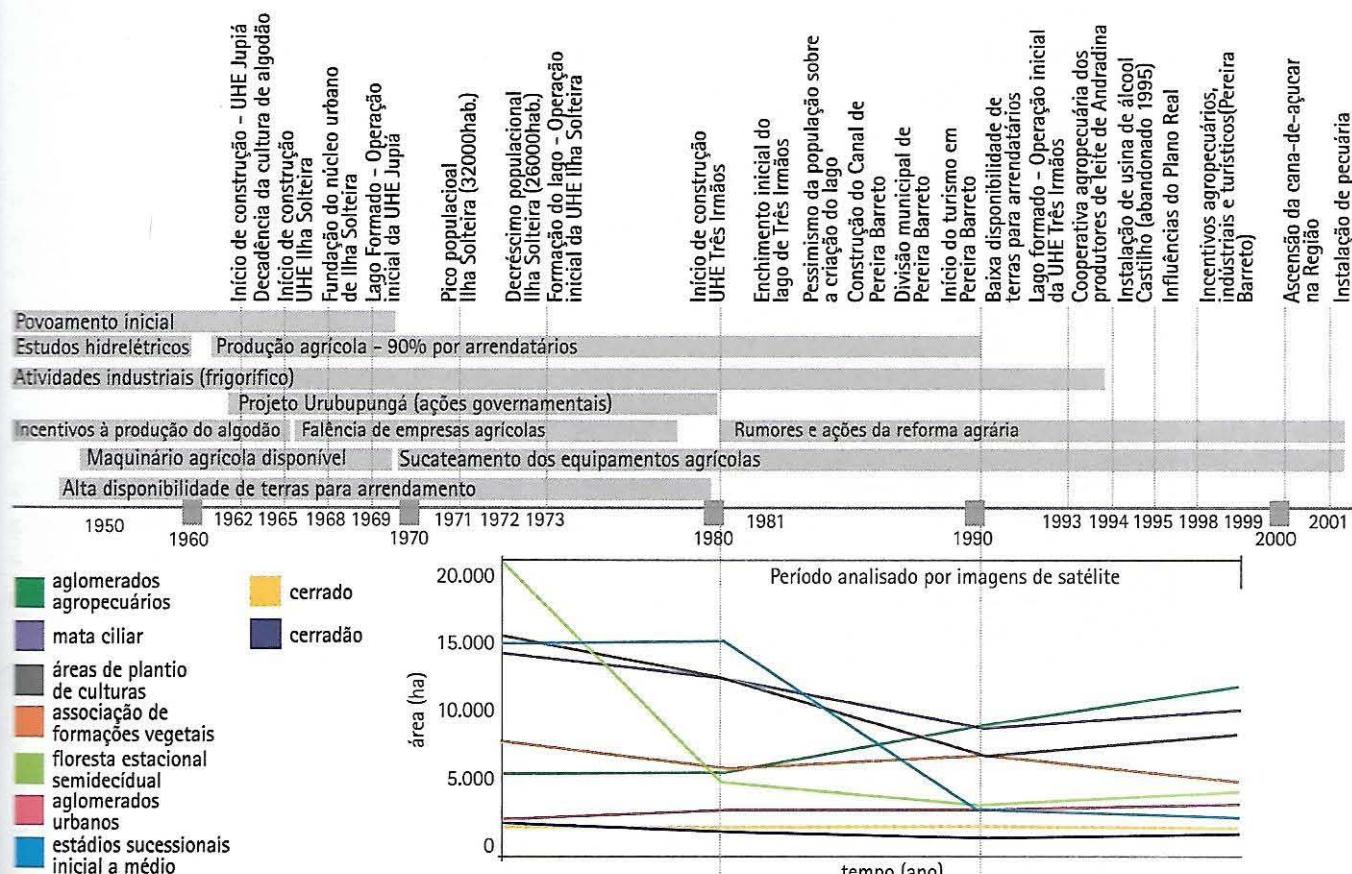


Fig. 3.14 Representação das mudanças de diferentes classes de uso e ocupação da terra em relação à linha do tempo, na região agrícola de Andradina. Observar que a pastagem foi o mais efetivo agente transformador, sinergizada pela construção dos lagos que estimularam o êxodo rural com ocupação da mão-de-obra. A maior perda da floresta estacional semidecidual ocorreu na década de 1970, com a série de eventos históricos assinalados na figura. Fonte: Santos, 2003 (modificado)

Quadro 3.8 Exemplo de aplicação da técnica de classificação cruzada.
1986

1999	ÁGUA	PRODUÇÃO AGRÍCOLA	SOLO EXPOSTO	FLORESTA	TOTAL
	ÁGUA	2842	3	4	0
PRODUÇÃO AGRÍCOLA	1	31.874	596	0	32.471
SOLO EXPOSTO	2	1.063	72.487	23	73.575
FLORESTA	0	8.742	328	53.221	62.291
TOTAL	2845	41.682	73.415	53.244	171.186

A matriz apresenta o número de células que coincidem em duas datas para cada tipo de uso, bem como as transformações entre diferentes usos, na região de Andradina.

Fonte: Santos, 2003 (modificado)

Estes exemplos apresentados mostram que é relativamente simples comparar imagens ou mapas de duas diferentes datas, seja com dados qualitativos ou quantitativos, e com possibilidade de utilizar diferentes técnicas. Porém, é muito mais complexo comparar um grande conjunto de dados de séries temporais, no qual múltiplas imagens estão envolvidas. O desvio de imagem é uma das técnicas que permitem tal procedimento. Essa técnica assume que as mudanças nas áreas são identificadas por desvio em relação à média de um longo período ou de condições características.

As técnicas de análise multicriterial também podem auxiliar na avaliação das mudanças no espaço ao longo de um tempo. São, basicamente, métodos de classificação que podem resultar em mapas ambientais. Trabalham com critérios e alternativas, que podem simular situações futuras no espaço considerado. São, no entanto, mais utilizados para tomada de decisão quando se têm diferentes propostas que devem ser comparadas e selecionadas (veja Cap. 8).

Sob o ponto de vista da ecologia da paisagem, a construção de cenários para planejamentos pode ser feita pela interpretação das mudanças ocorridas no uso da terra. As mudanças são refletidas nas alterações na proporção de tipos de uso da superfície, e pela interpretação do modelo de uso no espaço, em toda sua complexidade. Os pesquisadores Odum e Turner (1989) efetuaram estudos na alteração da paisagem por um período de 50 anos. Analisaram a evolução do ambiente natural e humano sobre regiões fisiográficas (montanhas, planície aluvial e planície costeira), caracterizadas pelos seus atributos naturais (altitude, precipitação) e que foram comparadas em relação às mudanças observadas. Estes autores mencionam que a simulação e previsão de mudanças nas paisagens podem ser proveitosas para a interpretação da qualidade do meio.

Deve-se ressaltar que, além das mudanças das atividades e usos na terra, existe a mudança nas percepções e respostas da população ao longo do tempo. Sob esse enfoque, as avaliações são apresentadas, geralmente, como modelos. Zube, Friedman e Simcox (1989), por exemplo, constroem um modelo que relaciona indicadores das mudanças físicas na paisagem (como área, tipo e taxa de mudança), contrastes (como o desagravo às mudanças) e percepções humanas das mudanças (como benefícios e perdas, acesso à informação, senso sobre a capacidade para influenciar ou controlar a mudança). De acordo com esses autores, a aplicação do modelo permite avaliar questões como a resistência, aceitação ou capacidade de adaptação da população à mudança.

Existem, além destes apresentados, muitos outros métodos e técnicas que podem auxiliar na construção de cenários. Apesar da diversidade, a prática de planejamento brasileiro tem selecionado métodos que enfocam demasiadamente as mudanças temporais e são ineficientes para debater a dinâmica espacial. Quando se deseja prognosticar e tomar decisões sobre a conservação, proteção e manejo, é vital que o histórico do meio natural e do homem esteja alicerçado no entendimento da dinâmica regional.

LEITURA RECOMENDADA

TURNER, M. G.; DALE, V. H.; GARDNER, R. H. *Quantitative methods in landscape ecology*. New York: Springer-Verlag, 1991.

OLSSON, E. G. A.; AUSTRHEIM, G.; Greene, S. N. *Landscape change patterns in mountains, land use and environmental diversity, Mid-Norway 1960-1993. Landscape Ecology*, Dordrecht, n. 15, 2000.