

- SIMBERLOFF, D.; FARR, J. A.; COX, J.; MEHLMAN, D. W. Movement corridors: conservation bargains or poor investments? *Conservation Biology*, v. 6, n. 4, p. 493-504, 1992.
- SOLANO, P.; CHACÓN, C. M. Conservación voluntaria por la sociedad civil en América Latina. In: CHACÓN, C.M. (editores). *Voluntad de conservar : experiencias seleccionadas de conservación por la sociedad civil en iberoamérica*. Asociación Conservación de la Naturaleza, San José, 2008.
- SPAROVEK, G.; RANIERI, S. B. L.; GASSNER, A.; DE MARIA, I. C.; SCHNUG, E.; SANTOS, R. F.; JOUBERT, A. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 90, p. 169-175, 2002.
- SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. F.; BARRETO, A. G. O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. *Environmental Science & Technology*, v. 44, n. 16, p. 6046-6053, 2010.
- STAUFFER, D. *Introduction to percolation theory*. Londres: Taylor & Francis, 1985. 124 p.
- TISCHENDORF, L.; FAHRIG, L. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, v. 90, n. 1, p. 7-19, 2000.
- TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.
- TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 20, p. 171-197, 1989.
- VERÍSSIMO, A.; NUSSBAUM, R. *Um resumo do status das florestas em países selecionados*. Imazon/The Proforest Initiative, 2011. 170 p.
- VIANA, M. B. *A contribuição parlamentar para a política florestal no Brasil*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. 34 p.
- WILCOX, B. A.; MURPHY, D. D. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *The American Naturalist*, v. 125, p. 879-887, 1985.
- ZIEGLER, A. D.; GIAMBELLUCA, T. W.; TRAN, L. T.; VANA, T. T.; NULLET, M. A. ; FOX, J.; VIEN, T. D.; PINTHONG, J.; MAXWELL, J. F.; EVETT, S. Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: evidence of accelerated overland flow generation. *Journal of Hydrology*, v. 28, n. 1-4, p. 124-146, 2004.

CAPÍTULO 29

ANÁLISE DE VIABILIDADE AMBIENTAL

MARCELO MONTAÑO

VICTOR EDUARDO LIMA RANIERI

Este capítulo trabalha o conceito de viabilidade ambiental como elemento essencial ao processo de análise das condições a serem observadas para a tomada de decisões relativas à implementação de atividades. Para tanto, recorre-se a dois modelos descritivos construídos a partir de abordagens distintas para a explicação do mecanismo de resposta dos sistemas ambientais e que amparam o modo como são aplicados, no campo da Engenharia Ambiental, os conceitos de impacto ambiental, resiliência, resistência e capacidade de suporte ambiental. A fim de apresentar ao leitor um panorama dos elementos instrumentais que se relacionam ao tema, é realizada uma breve menção aos diferentes métodos aplicados para avaliação dos impactos ambientais. A partir daí, a discussão remete à aplicação do conceito de viabilidade ambiental no universo da gestão ambiental, considerando os instrumentos diretamente vinculados ao tema, especialmente aqueles que se relacionam com o desempenho ambiental de empreendimentos e atividades, discutindo-se as relações do conceito de viabilidade ambiental com outros instrumentos de política ambiental como padrões de qualidade, licenciamento ambiental e avaliação de impacto ambiental.

29.1 INTRODUÇÃO

Dentre as opções que se apresentam às presentes gerações para orientar os processos de desenvolvimento econômico e social, percebe-se de imediato a necessidade da incorporação, de fato, das questões ambientais junto aos processos de tomada de decisão. Os problemas de ordem ambiental apresentam relação estreita com uma ampla gama de efeitos que, invariavelmente, manifestam-se nos arranjos sociais, políticos e econômicos (May et al., 2003; Sachs, 2007). Por essa razão, devem ocupar um lugar destacado entre as variáveis que definem os rumos do desenvolvimento, sobretudo se este pretende se pautar pela busca de um

relacionamento harmonioso entre o **crescimento econômico e a qualidade ambiental** em sentido amplo, condição fundamental para a promoção da sustentabilidade.

As intensas transformações provocadas no meio em decorrência das atividades humanas e suas consequências nos meios físico, biológico e socioeconômico têm, dentre outros aspectos, evidenciado a necessidade de incluir as questões ambientais no processo decisório no momento da avaliação de propostas específicas de ocupação territorial, vinculadas à implantação de atividades econômicas.

A observação do conceito de **viabilidade ambiental** como referência para o planejamento das ações humanas causadoras de impactos sobre o meio ambiente constitui uma das necessidades mais prementes nesse sentido, inclusive para respaldar a tradicional análise econômica baseada em relações de custo-benefício. Metodologicamente, a análise de viabilidade ambiental deve envolver uma avaliação dos efeitos induzidos por tais ações, de modo a verificar a sua compatibilidade com a capacidade do meio em assimilar tais efeitos sem prejuízo para a produtividade dos sistemas ambientais, considerando níveis de qualidade ambiental adequados ao desenvolvimento das diferentes populações que compõem os ecossistemas.

Como consequência, é possível destacar os efeitos potencialmente negativos sobre o meio e identificar as medidas a serem adotadas para sua mitigação e controle, tendo em vista o nível de qualidade ambiental que se deseja manter ou alcançar. A análise de viabilidade ambiental apresenta, portanto, uma relação estreita com os requisitos de desempenho a serem incorporados pelos projetos e, portanto, com sua **viabilidade técnica**. Consequentemente, também está relacionada à **viabilidade econômica** de empreendimentos.

A análise de viabilidade ambiental é um tema recorrente no cotidiano do profissional de meio ambiente, uma vez que ampara as decisões relacionadas à solicitação de autorizações para realizar intervenções sobre o meio ambiente. Diversos países adotam critérios e procedimentos para a análise de viabilidade ambiental, sendo possível visualizar um elemento comum – a existência de referências que estabelecem as alterações admissíveis (*thresholds*) sobre a qualidade ambiental decorrentes da implantação de empreendimentos e atividades.

29.2 ABORDAGENS DE ANÁLISE AMBIENTAL

O campo da Engenharia Ambiental é voltado para a aplicação de conceitos e conteúdos provenientes de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento que amparam os procedimentos metodológicos voltados para a solução de problemas que envolvem o uso dos recursos ambientais em processos de desenvolvimento. No caso da análise dos efeitos sobre o meio decorrentes das atividades humanas, duas perspectivas distintas e complementares podem ser aplicadas.

Considerando-se o mecanismo de funcionamento dos sistemas ambientais, é possível trabalhar a análise dos efeitos provocados pelo ser humano a partir de um ponto de vista ecossistêmico, em que a **resposta** do meio a uma determinada **ação externa** ao sistema ambiental depende do **estado** em que se encontra tal sistema ao longo do tempo em que a ação é exercida. Tal abordagem é empregada por diferentes modelos de causa e efeito aplicados no campo da Ecologia para descrição do funcionamento dos sistemas ecológicos, e é amparada pela interpretação que esta disciplina oferece para as propriedades **resistência**, **resiliência** e **capacidade de suporte** do meio.

Conforme estabelecido por Odum & Barrett (2007), os processos que ocorrem ao nível do ecossistema são descritos conforme indicado pela Figura 29.1, considerando-se uma ou mais fontes de energia ou funções de força externa (a **pressão** estabelecida sobre o sistema, P), as variáveis de **estado** e suas propriedades (E_1, E_2, \dots, E_n) e os caminhos de fluxo (de energia ou de transferência de massa, F_1, F_2, \dots, F_k) que estabelecem as conexões com as forças externas e entre as variáveis de estado. Combinadas com as funções

de interação (I), as forças e as propriedades emergentes interagem para **modificar, ampliar ou controlar** os fluxos de matéria e energia ou **criar novas propriedades** emergentes. Por fim, os caminhos de fluxo são retomados a partir de eventuais alças de retroalimentação (R).

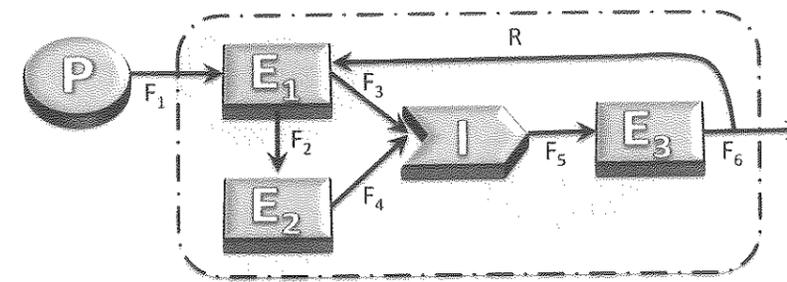


Figura 29.1 Modelo de funcionamento de um sistema ecológico. Fonte: Adaptado de Odum & Barrett (2007).

O modelo PER predomina como referência conceitual para a realização de estudos ambientais voltados para a identificação e quantificação dos impactos causados pelas ações humanas, ou seja, para a **análise ambiental**. É esta referência, por exemplo, que orienta a definição para o que se considera impacto ambiental no âmbito da política ambiental brasileira (assim como, diga-se de passagem, para a ampla maioria dos sistemas de avaliação de impacto ambiental ao redor do planeta). O Artigo 2º da Resolução Conama nº 1 de 23 de janeiro de 1986 considera como impacto ambiental:

“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”.

Para o modelo apresentado na Figura 29.1, pode-se inferir que o nível de alterações causadas no sistema ambiental por uma fonte externa de pressão (ou seja, segundo a definição estabelecida na política ambiental brasileira, a magnitude dos **impactos ambientais**), determinado pelo novo conjunto de propriedades (ou variáveis de estado) apresentado pelo sistema após a perturbação, será dependente de sua **resistência** a modificações (a capacidade de manter sua estrutura e função diante de uma fonte externa de pressão), de sua **resiliência** (capacidade de assimilar os efeitos e retornar a sua condição anterior de equilíbrio, ou encontrar uma nova condição para este equilíbrio – ver Capítulo 6) e de sua **capacidade de suporte** (relacionada à razão entre a energia primária disponível e a energia necessária para sustentar todas as estruturas e funções básicas do sistema – ver Capítulo 7).

Nesse caso, temos que a **resposta** do meio é descrita em termos das alterações sofridas pelo meio (os **impactos ambientais** verificados) a partir de uma ação exercida por um agente externo ao sistema (ou seja, a **pressão**). Para conhecer a magnitude dos impactos, portanto, é necessário conhecer o **estado** em que o meio se encontra e as características da atividade responsável pela **pressão** aplicada (Figura 29.2).

Uma segunda abordagem para a análise ambiental incorpora uma perspectiva diferente e trabalha a resposta fornecida pelo sistema em análise a partir de um ponto de vista sociopolítico, voltado para o manejo dos recursos ambientais e para a gestão das atividades causadoras de impactos sobre o meio ambiente. Sendo assim, considera-se que a **sociedade**, diante de um determinado nível de impacto ambiental (potencial ou já verificado), posiciona-se no sentido de reivindicar medidas a serem adotadas para que este impacto seja preferencialmente eliminado ou, no mínimo, mitigado e mantido sob controle.

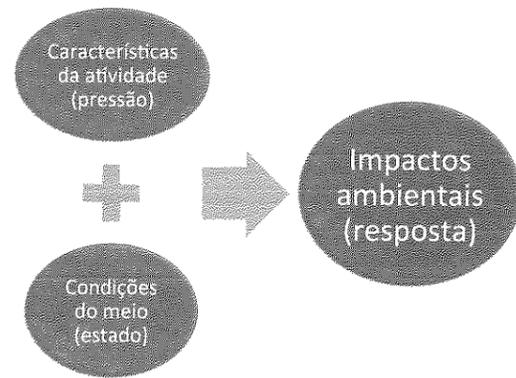


Figura 29.2 Análise ambiental com foco na identificação dos impactos sobre o meio ambiente.

Conforme Ibama (2002), um modo simples de avaliar os impactos ambientais sob tal perspectiva deve se basear nas ações humanas exercidas sobre o meio e que levarão aos impactos e, em seguida, nas respostas potenciais no âmbito de políticas públicas que poderiam minimizar, ou eventualmente eliminar, tais impactos.

Esta abordagem (Figura 29.3), aperfeiçoada no âmbito das avaliações ambientais integradas¹ elaboradas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), permite visualizar o processo de estabelecimento de limites para as alterações causadas pelo ser humano no desenvolvimento de suas atividades como resposta a um quadro de degradação da qualidade ambiental.

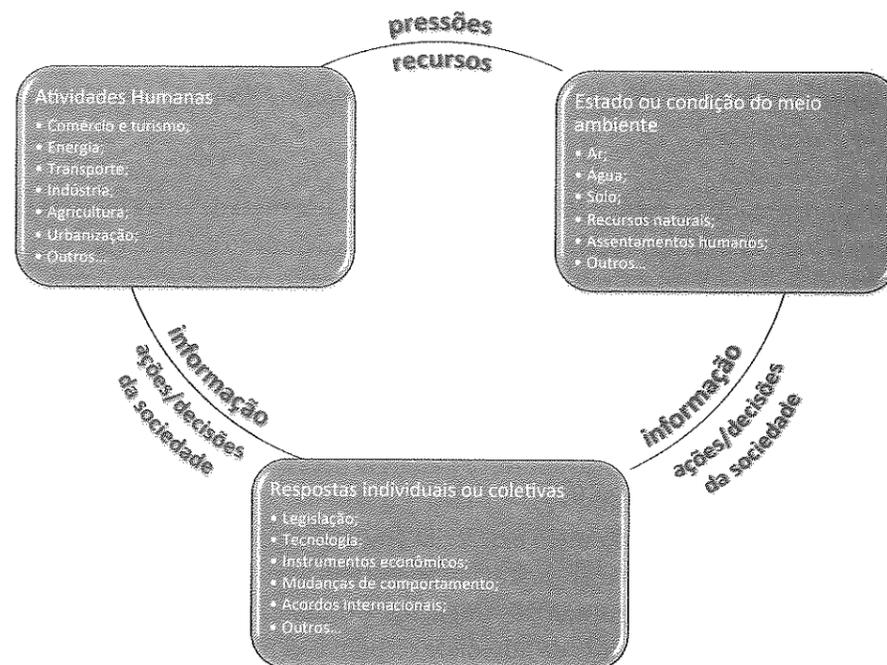


Figura 29.3 Análise ambiental com foco nas condições do meio e respostas da sociedade.

Fonte: Adaptado de Ibama (2002).

¹ As avaliações ambientais integradas, na ótica do PNUMA, voltam-se para uma análise dos efeitos ambientais e seu balanceamento diante de aspectos sociais e econômicos.

Nesse caso, o **estado** se refere às condições do meio ambiente, tais como qualidade do ar/nível de poluentes, diminuição de fertilidade do solo, perda de biodiversidade, nível de poluentes nos recursos hídricos, taxas de desmatamento, entre outras. O estado do meio tem efeitos sobre a saúde humana, assim como sobre outros elementos de natureza sociopolítica. Por exemplo, o aumento na degradação do solo pode implicar em declínio na produção e aumento na importação de alimentos, aumento no uso de fertilizantes, desnutrição, entre outros efeitos com implicações sobre o desenvolvimento. Ser informado a respeito do estado do meio ambiente e seus efeitos indiretos é, portanto, essencial para os tomadores de decisão e formuladores de políticas públicas.

Por **pressão**, têm-se as ações exercidas pelo ser humano sobre o meio, notadamente, em termos de atividades e processos que atuam sobre o meio ambiente e provocam mudanças em suas propriedades. Tais ações são, geralmente, as causas primárias e forças motrizes dos processos de alteração da qualidade do meio ambiente, estando associadas a processos e fenômenos ligados ao desenvolvimento como crescimento demográfico, ocupação do território, expansão industrial, exploração de recursos naturais, padrões de consumo e desigualdades sociais.

Os **impactos** dessa pressão sobre o meio referem-se à saúde, bem-estar e condições da população, da economia e dos ecossistemas. Por exemplo, altos níveis de nutrientes em reservatórios podem levar a aumento na proliferação de algas e contaminação da água por substâncias tóxicas produzidas por determinadas espécies (ver Capítulos 8 e 11).

A **resposta** da sociedade, por sua vez, corresponde às ações tomadas com o intuito de minimizar ou evitar os impactos ambientais, reduzir a degradação ambiental ou preservar recursos naturais. Tais ações têm efeitos diretos sobre o modo como as atividades humanas lidam com o meio ambiente, podendo incluir: disciplinamentos para o uso dos recursos ambientais de caráter nacional, regional ou local, leis e demais normas, instrumentos econômicos, estratégias para preservação do meio ambiente e recuperação da qualidade ambiental, convenções e protocolos internacionais ou regionais, entre outras.

É importante notar os fluxos que alimentam os processos inerentes a cada compartimento. Em primeiro plano, estão os fluxos de **pressões e recursos**, que incluem as atividades humanas utilizadoras de recursos e geradoras de forças externas que, por sua vez, pressionam os sistemas ambientais, provocam alterações em suas propriedades de estado e também nas condições com que os recursos ambientais se apresentam para o desenvolvimento das atividades humanas. Em seguida, existem os fluxos que alimentam o compartimento sociopolítico com **informações** a respeito do estado do meio e das condições com que as atividades humanas são exercidas, gerando, como resposta, uma série de **ações e/ou decisões** voltadas para o disciplinamento das atividades (por exemplo, impondo-se requisitos de desempenho ambiental e limites para as alterações admissíveis causadas sobre o meio), recuperação de áreas degradadas e conservação e/ou preservação de recursos naturais.

Um exemplo deste mecanismo de **resposta** do meio sociopolítico diante da diminuição da qualidade ambiental causada por impactos sobre o meio remete ao estabelecimento da obrigatoriedade de obtenção de licenças e autorizações previamente à realização de ações modificadoras do meio ambiente, que será discutido mais adiante neste capítulo.

29.3 PADRÕES DE QUALIDADE

O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental constitui um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente que descreve os níveis de qualidade a serem mantidos ou alcançados para o meio, tendo em vista o disciplinamento das atividades e ações humanas. Os padrões de qualidade expressam, portanto,

valores de referência para diferentes parâmetros ambientais, em termos da qualidade considerada adequada para um determinado compartimento ambiental, recurso ambiental ou porção do território.

No campo do planejamento e avaliação de impactos, os padrões de qualidade ambiental são entendidos como elementos que definem os **requisitos de desempenho ambiental** dos projetos de empreendimentos ou atividades a serem implantados, de modo a serem considerados **viáveis** sob o ponto de vista ambiental. Em outras palavras, os padrões de qualidade estabelecem os limites admissíveis para as alterações sobre o meio provocadas pelas atividades humanas.

A existência de referências quantitativas claramente estabelecidas para os limites de qualidade ambiental oferece aos projetistas elementos concretos para a definição do nível de eficiência a ser alcançado por equipamentos e dispositivos de controle ambiental. O nível de eficiência no tratamento para remoção de matéria orgânica em efluentes lançados em corpos de água, por exemplo, é determinado com base nos padrões de qualidade admissíveis para a classe do corpo receptor. Do mesmo modo, a concentração de substâncias poluidoras, como monóxido de carbono, óxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, emitidas por uma usina termelétrica, devem observar os limites para estes parâmetros estabelecidos para a qualidade do ar.

Incluem-se, nesta linha, os padrões de qualidade estabelecidos por legislação específica (nas esferas da União, estados e municípios), pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) ou pelos órgãos estaduais integrantes do Sisnama e com atribuições específicas, como por exemplo:

- Resolução Conama 357/2005, que define os limites admissíveis para uma série de parâmetros de qualidade da água (por exemplo, pH, turbidez, DBO, DQO, coliformes fecais, nutrientes, metais) em função dos diferentes usos pretendidos para os recursos hídricos.
- Resolução Conama 03/1990, que estabelece os padrões de qualidade para o ar e orienta as ações de monitoramento e controle realizadas sobre este fator ambiental.
- Resolução Conama 420/2009, que estabelece os critérios e valores orientadores para a qualidade do solo e águas subterrâneas.
- Resolução Conama 01/1990, que em conjunto com a norma ABNT 10.251/2000 estabelece os limites máximos de ruído a serem observados pelas atividades humanas de modo a manterem o conforto da comunidade.
- Decisão de Diretoria (Cetesb/SP) DD.215/2007/E, que estabelece os limites admissíveis para vibrações em função de diferentes tipologias de ocupação.

Além destes, determinados dispositivos de disciplinamento sobre o uso de recursos naturais ou sobre a ocupação do território também ocupam lugar de destaque no campo de aplicação dos instrumentos de política ambiental em termos da compatibilização das atividades econômicas com a qualidade ambiental requerida. É o caso, por exemplo, das faixas de proteção estabelecidas ao longo de corpos hídricos, topos de morro, bordas de tabuleiro, *cuestas* e restingas, em que a qualidade ambiental está associada à manutenção das condições estabelecidas que permitem a estabilidade geológica, a qualidade dos corpos hídricos, a manutenção do fluxo gênico de fauna e flora, já amplamente descritas como funções ambientais desempenhadas pelas áreas de preservação permanente (ver capítulos 10 e 28).

Da mesma forma, como um padrão de qualidade objetivamente estabelecido para água, por exemplo, tais dispositivos devem ser compreendidos como elementos que definem os requisitos de desempenho a serem alcançados pelas atividades e empreendimentos. Em todos os casos, é pertinente que os responsáveis pelos projetos de desenvolvimento se questionem da seguinte maneira:

- Qual o nível de remoção de particulados a ser alcançado pelos dispositivos filtrantes que serão instalados nas chaminés, a fim de atender aos requisitos de qualidade estabelecidos para a presença de partículas inaláveis no ar?
- Qual o desenho para o loteamento que está sendo projetado de modo a atender aos requisitos de viabilidade técnica e econômica mantendo-se o devido afastamento das áreas de preservação permanente?
- Qual o nível de eficiência a ser atingido na remoção das cargas poluidoras deste efluente de modo a manter a qualidade estabelecida para o curso de água receptor?

29.4 VIABILIDADE AMBIENTAL

A viabilidade ambiental pode ser entendida como uma propriedade fundamental das atividades humanas a ser verificada previamente às ações exercidas sobre o meio. Expressa a possibilidade de adequação das atividades antrópicas frente a padrões de qualidade estabelecidos formalmente ou negociados entre as partes interessadas, levando-se em consideração a capacidade do meio em assimilar certo nível de alterações (impactos) provocadas por estas atividades (Montaño & Souza, 2008).

Segundo aponta Souza (2000), a viabilidade ambiental é determinada a partir da observação do binômio tipologia-localização. Isso significa que concorrem para a viabilidade ambiental, de modo pleno, e simultaneamente, as características do meio e as características da atividade ou empreendimento que se pretende implantar, considerando o nível de qualidade ambiental estabelecido para o momento da implantação e requerido ao longo do tempo.

É importante notar que a viabilidade ambiental está condicionada ao **estado** do meio e, portanto, à localização pretendida para as atividades, na medida em que cada local apresenta características ambientais próprias que resultam em uma determinada capacidade de **resposta** diante dos efeitos que serão causados. Nesse sentido, a viabilidade ambiental das atividades também se associa a propriedades dos sistemas ambientais como resiliência, resistência e capacidade de suporte.

Ao mesmo tempo, a viabilidade ambiental depende da **pressão** exercida pela atividade que se pretende instalar, ou seja, das características da atividade associadas a sua capacidade de provocar alterações no meio, tais como porte e concepção tecnológica, potencial para indução de outras atividades e para interferência em processos de natureza social e ambiental.

Em termos ideais, as atividades humanas não deveriam provocar alterações significativas no meio. Nesse caso, os limites admissíveis para os impactos seriam orientados pela capacidade de suporte dos sistemas ambientais e a análise de viabilidade ambiental poderia ser compreendida como um dos elementos responsáveis pela operacionalização da sustentabilidade ambiental como referência para as decisões relativas à implantação de atividades ou empreendimentos.

Em termos concretos, em sintonia com o caráter **acomodativo** que orienta a prática do desenvolvimento sustentável nos dias atuais, as alterações ambientais provocadas pelas atividades humanas são ponderadas diante de *trade-offs* verificados entre os aspectos econômico, social e ambiental, sendo que estes dois últimos (e, particularmente, o aspecto ambiental) muitas vezes são prejudicados em favor de aspectos econômicos associados ao desenvolvimento.²

² Situação que se observa rotineiramente nos países em desenvolvimento, como o Brasil, que em busca do "arranque" para alcançar padrões elevados de desenvolvimento econômico têm tomado decisões bastante questionáveis em termos de seus reflexos sobre o meio ambiente, que normalmente envolvem

Nesse contexto, os objetivos da análise de viabilidade ambiental alinham-se com a manutenção dos níveis de qualidade ambiental a serem observados, o que, por sua vez, reflete no estabelecimento dos condicionantes para as atividades em termos dos impactos ambientais considerados **admissíveis**, função dos padrões de qualidade (legalmente estabelecidos ou negociado conforme o caso). A Figura 29.4 ilustra as duas situações descritas.

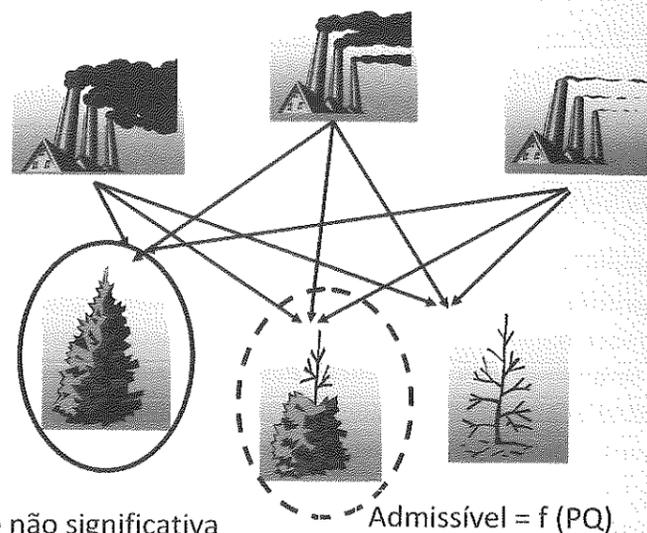


Figura 29.4 Objetivo da análise de viabilidade ambiental (estabelecimento do nível admissível de impactos ambientais, como função dos padrões de qualidade).

29.5 O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O conceito de viabilidade ambiental materializa-se, na prática, pela incorporação, no processo decisório, de mecanismos que incluam uma avaliação referente à capacidade de suporte apresentada por um determinado território para a instalação de atividades e empreendimentos potencialmente impactantes. No Brasil, a operacionalização do conceito de viabilidade ambiental é proporcionada por meio do licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos. O sistema de licenciamento ambiental brasileiro é fundamentado no exercício do poder de polícia por parte do Estado, em que se destacam a legitimidade e a necessidade de restringir a ação do agente particular a fim de resguardar o interesse coletivo (Granziera, 2003; Machado, 1996). Tal sistema prevê a necessidade dos empreendimentos terem seus projetos submetidos à avaliação do Poder Público, desde a sua concepção, passando pela implantação, a entrada em operação, e continuamente após essa etapa.

A funcionalidade do licenciamento ambiental como instrumento de política ambiental está vinculada à existência de instrumentos que atuem de modo complementar durante o processo de tomada de decisão – que garantam desde a fundamentação técnica da decisão propriamente dita até a sua sustentação

a flexibilização dos padrões de qualidade a serem mantidos. Entre tantos exemplos, vale citar as aprovações, sob inúmeros protestos, das construções das barragens para as usinas hidrelétricas de Três Gargantas (China) e Belo Monte (Brasil). Recentemente, em função de sucessivas crises econômicas, muitos países desenvolvidos adotaram medidas semelhantes para flexibilização da legislação ambiental e dos critérios ambientais a serem aplicados na avaliação de projetos de desenvolvimento. Em todos os casos, a intenção assumida pelos governos é diminuir aquilo que é visto (sob uma ótica míope) como "entrave ao desenvolvimento".

jurídico-institucional. A estruturação de um sistema de licenciamento ambiental eficiente, amparado por tais instrumentos, é condição fundamental para o desempenho satisfatório das ações do Estado relacionadas à tutela do meio ambiente (conforme estabelece a Constituição Federal de 1988), associada à necessária – porém ainda pouco instrumentalizada – corresponsabilização da sociedade no trato da questão ambiental. Com relação aos fundamentos do licenciamento ambiental, cabe destacar os seguintes conceitos:

- O licenciamento ambiental é um instrumento de **política ambiental** que se pauta pelos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), com destaque para a compatibilização do crescimento econômico com a manutenção da qualidade ambiental;
- Trata-se de um instrumento de **tomada de decisão**, fundamentado pela aplicação de outros instrumentos conforme o caso, como a avaliação de impacto ambiental, os parâmetros de qualidade ambiental, outorga do direito de uso dos recursos hídricos, bem como outros requisitos legais aplicáveis;
- É também um instrumento de **gestão ambiental**, na medida em que estabelece o quadro mínimo de objetivos a serem perseguidos ao longo das etapas de implantação, operação e desativação (se for o caso) dos empreendimentos.

Isso se reflete, especialmente, nas normas que orientam o processo de licenciamento ambiental atualmente em vigor. O processo de licenciamento, conforme instituído no país, desenvolve-se a partir de três etapas, conforme dispõe a Resolução Conama nº 237/1997 em seu Artigo 8º:

- A Licença Prévia (LP), na qual se atesta a viabilidade ambiental dos empreendimentos e atividades submetidas ao licenciamento, após aprovação de sua localização e concepção tecnológica.
- A Licença de Instalação (LI), que aprova o detalhamento tecnológico ao nível do projeto executivo, com especial atenção às medidas (ações e programas) de controle de poluição e mitigação de impactos (o que inclui as medidas que eventualmente tiverem sido acordadas a partir dos processos de participação pública).
- A Licença de Operação (LO), que é concedida após verificação da efetiva implantação das medidas de controle e de mitigação de impactos definidas nas etapas anteriores, inclusive com a realização de testes para aferição de sua funcionalidade, se for o caso, e que deve ser renovada periodicamente.

Verifica-se, portanto, que a estrutura adotada no Brasil vincula o **licenciamento ambiental à análise prévia** da viabilidade ambiental dos empreendimentos. Assim, atestar a viabilidade ambiental dos projetos de empreendimentos e atividades previamente a sua implantação, e assegurar que as devidas medidas de adequação ambiental sejam implementadas ao longo das etapas de instalação e operação, constitui a finalidade precípua do licenciamento como instrumento de política e gestão do meio ambiente, o que confere à etapa de licenciamento prévio toda a responsabilidade pela efetividade da aplicação deste instrumento. Afinal, não há análise de viabilidade ambiental sem a consideração efetiva do aspecto locacional, cuja discussão ocorre basicamente ao longo da etapa de licenciamento prévio.

A licença prévia deve, portanto, estabelecer os requisitos e condicionantes para que o empreendimento ou atividade seja considerado ambientalmente viável. Isso significa que, além das medidas de mitigação e controle propostas pelo empreendedor, cabe ao órgão ambiental definir, por meio da licença prévia, quais outros elementos devem ser incorporados ao projeto para assegurar a manutenção dos padrões de qualidade ambiental aplicáveis, tanto em termos de mitigação/controlar dos impactos ambientais quanto de compensação pelos impactos negativos não mitigáveis. As etapas posteriores (licenciamento de instalação e de operação) apresentam, a rigor, uma relação diferenciada com a componente locacional da viabilidade

29.6.1 Julgamento de especialistas

Aplicado em diversas situações e em diferentes etapas das avaliações de impacto: coleta de dados, análise e seleção de alternativas tecnológicas e locacionais, previsão de impactos e identificação de medidas mitigadoras. Os métodos *ad hoc* envolvem a identificação prévia das questões relevantes para posterior encaminhamento a especialistas, que podem sistematizar suas observações de diferentes modos como empregando o Método Delphi – uma série de questionários aplicados de modo consecutivo até que se alcance consenso entre os especialistas em torno da questão em pauta.

Apresenta como pontos positivos os custos (em termos de tempo e de recursos financeiros) envolvidos em sua aplicação, em comparação com outros métodos que não necessariamente apresentam níveis de incerteza menores, além de estímulo à troca de informações entre os participantes. Por outro lado, pode apresentar resultados tendenciosos dependentes do conjunto de especialistas participantes.

29.6.2 Listagens de Controle (ou Listagens de Verificação)

A maior parte das listas de controle é orientada para a identificação dos impactos potenciais sobre fatores ambientais (meios biofísico, social e econômico) considerados relevantes, diferenciando-se umas das outras pelo nível de sofisticação aplicado.

Listagens simples, de impactos normalmente associados a certas tipologias de empreendimentos, ou de fatores ambientais potencialmente afetados, são úteis para garantir que certos impactos não sejam negligenciados ao longo do processo de avaliação; listagens com questionários são amparadas por um conjunto de questões a serem respondidas, que podem incluir impactos indiretos, potenciais medidas mitigadoras, ou mesmo considerações a respeito da significância dos impactos apresentados; listagens com limites de significância constituem uma derivação em que se apresenta, juntamente com os impactos para cada componente do meio, uma referência quantitativa além da qual o impacto se torna significativo (podendo-se incluir, ainda, indicações referentes ao horizonte temporal estimado para a duração dos impactos), o que a torna especialmente útil para a análise de alternativas.

29.6.3 Redes de Interação

Também denominada análise de causa e efeito, de consequência ou de cadeia de causalidades. Sua característica fundamental é o reconhecimento explícito de que o meio ambiente é composto por uma intrincada rede de relações entre seus componentes, e que muitos dos impactos causados por certas atividades ocorrem de modo destacado da atividade em si, de modo indireto. As redes de interação têm como objetivo principal a identificação das interações fundamentais que caracterizam toda a cadeia de eventos que conduz aos efeitos negativos sobre o meio. Este método mostra-se particularmente eficaz para a identificação de consequências provocadas de modo não intencional pela atividade em análise e possíveis medidas para assegurar sua efetiva implementação, bem como para a identificação de efeitos cumulativos.

As redes de interação atualmente aplicadas têm sua fundamentação metodológica no trabalho de Sorensen (1971), elaborado para auxiliar os planejadores na identificação e solução de usos do solo conflitantes para seis fatores ambientais – água, clima, condições geofísicas, biota, condições de acesso e estética. A aplicação do método se inicia com a identificação das alterações potenciais sobre o meio que resultam de uma determinada ação, dispostas em um formato de matriz. Das alterações identificadas, resultam os impactos sobre o meio, identificados ao longo da cadeia de causalidade até que esta tenha sido rastreada para todos os impactos e alterações nas condições ambientais identificados, até a determinação de seus impactos finais.

Assim como as matrizes, as redes de interação elaboradas atualmente se mostram significativamente simplificadas em relação à proposta inicial, sendo empregadas essencialmente para a identificação de impactos de ordem superior, sendo esta reconhecida a sua grande contribuição para a avaliação dos impactos.

29.6.4 Matrizes de Impacto

Da mesma forma que para as listagens de controle, as matrizes apresentam inúmeras possibilidades de variação, que lhes conferem diferentes graus de sofisticação. Todas elas derivam da matriz proposta pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos a partir do trabalho de Leopold et al. (1971), baseada em uma lista de ações causadoras de impacto e de componentes ambientais sujeitos aos impactos causados, na qual se dispõem a magnitude e a significância das interações indicadas.

Constituindo o método mais utilizado para identificação de impactos de empreendimentos e atividades, as matrizes de impacto atualmente elaboradas são basicamente quadros bidimensionais de informação que dispõem, em seus eixos, os fatores ambientais afetados e as ações indutoras de impactos, compostas por elementos (atributos) que qualificam os efeitos prováveis sobre o meio: presença e/ou ausência do impacto, magnitude, abrangência e importância. A Figura 29.5 apresenta um exemplo de uma matriz baseada na matriz de Leopold, elaborada a partir da identificação das ações e dos fatores ambientais potencialmente impactados para um empreendimento específico.

29.6.5 Índices de Impacto (Métodos Quantitativos)

Estes métodos procuram comparar a importância relativa dos impactos pelo ordenamento ponderado e posterior elaboração de um índice composto para os impactos. Os métodos desta categoria são derivados dos trabalhos desenvolvidos pelos Laboratórios *Battelle Columbus* para agências federais norte-americanas para subsidiar a avaliação de projetos de desenvolvimento em recursos hídricos, rodovias, usinas nucleares, entre outros.

Um destes métodos, *Environmental Evaluation System* (Dee et al., 1973), consiste de uma listagem de controle com 74 parâmetros ambientais, sociais e econômicos que possam ser afetados pela proposta avaliada. Assumindo que estes parâmetros possam ser expressos de modo quantitativo e que representem um aspecto da qualidade ambiental (por exemplo, a concentração de oxigênio dissolvido seria um indicador da qualidade do meio aquático), o método propõe a utilização de funções matemáticas (por exemplo, linear, quadráticas, logarítmicas), estabelecidas por especialistas, para expressar a relação entre a qualidade ambiental e cada parâmetro em uma escala numérica de 0 a 1 (do mais degradado para o menos degradado).

O impacto é determinado a partir da variação prevista para os *scores* atribuídos a cada um dos parâmetros, entre o estado inicial e a projeção para a situação futura. Para tornar os impactos comparáveis entre si, cada parâmetro recebe um peso relativo a seu grau de importância (novamente atribuídos após consulta a especialistas) normalizado em uma escala de mil pontos, que são posteriormente multiplicados pelos valores de qualidade atribuídos anteriormente. Ainda que a quantificação aplicada à hierarquização dos impactos seja bastante atraente, especialmente do ponto de vista da comunicação com o público e para a tomada de decisão, sua relativa complexidade e consequente dificuldade de compreensão consiste no principal elemento de enfraquecimento deste método, o que aumenta a possibilidade de manipulação dos resultados.

território (ver exemplo na Figura 29.6), cujas metodologias vêm sendo aprimoradas com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas.

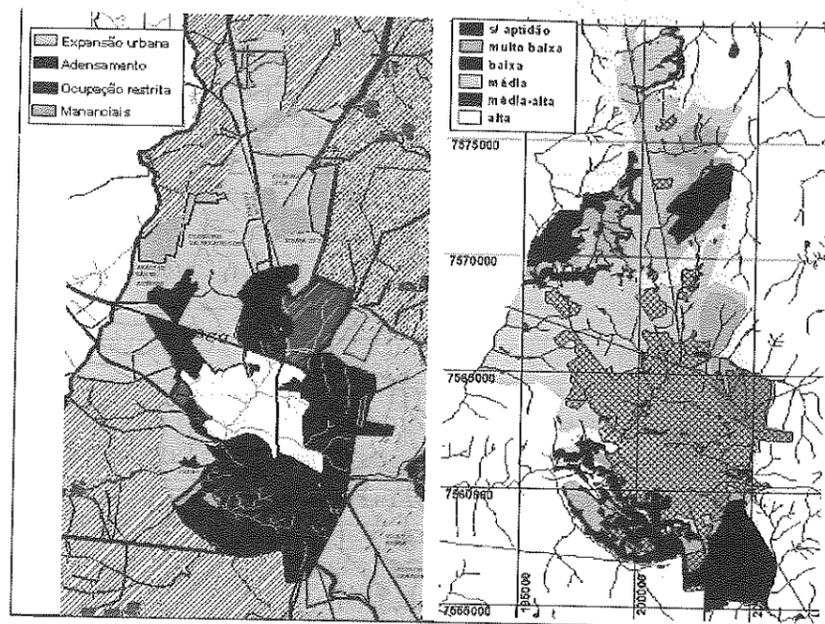


Figura 29.6 Sobreposição de informações (à direita) para visualização do potencial de impacto ambiental vinculado às diretrizes estabelecidas no Plano Diretor Municipal do município de São Carlos-SP (à esquerda).

Fonte: Montaño, Oliveira & Souza (2007).

Apresenta, como vantagem, a grande compreensibilidade associada aos mapas e a facilidade de atualização das informações empregadas, inclusive para a geração e avaliação de novos cenários de desenvolvimento. Por outro lado, a elaboração de um banco de dados relacionados às informações básicas pode ser uma atividade altamente consumidora de recursos (tempo e dinheiro). Dada a facilidade de integração, este método tem sido aplicado em conjunto com outros métodos, com vistas à espacialização quantitativa dos impactos ambientais, os quais passam a ser descritos a seguir.

29.6.9 Análise de Custo-Benefício (Valoração Ambiental)

A análise de custo-benefício focada na valoração ambiental tem como objetivo comparar o valor monetário dos benefícios associados à ação em análise com o valor de seus custos, auxiliando os tomadores de decisão a partir da tradução dos custos ambientais e sociais em uma unidade de medida consagrada e amplamente compreendida: o valor monetário. Em tese, os impactos seriam referenciados sobre uma mesma base, facilitando sua comparação.

A literatura descreve duas abordagens mais amplas para a aplicação de métodos de valoração econômica, nas quais se parte das preferências declaradas pelos indivíduos a partir de questionários aplicados (que incluem métodos de valoração contingente/disposição a pagar ou classificação de suas preferências) ou das preferências inferidas a partir de comportamentos individuais (custo de substituição, custo de viagem, preços hedônicos/valores imobiliários ou salários, entre outros). Suas principais desvantagens são o nível de generalização e incerteza com relação aos valores apresentados e associações efetuadas (por exemplo, a desvalorização de imóveis pode não estar associada a um aumento da poluição ambiental como frequentemente se assume), além da quantidade de dados necessários para a aplicação dos métodos.

29.6.10 Análise de Vulnerabilidade/Aptidão

Permite avaliar diferentes cenários de desenvolvimento quanto às implicações para a qualidade do meio sobre o qual podem ser implantados, considerando-se a vulnerabilidade como a integração da suscetibilidade dos diferentes fatores que compõem os sistemas ambientais diante da ação avaliada. De modo análogo, considera-se a aptidão como a propriedade inversa à vulnerabilidade, ou seja, áreas aptas são aquelas pouco vulneráveis a uma ação específica. Em termos metodológicos, envolve normalmente a integração com a análise multicriterial e as técnicas de geoprocessamento, em ambiente de SIG. A análise é desenvolvida em quatro etapas: definição dos impactos e fatores ambientais para os quais a análise de vulnerabilidade será conduzida, a partir da ação avaliada; elaboração de mapas de vulnerabilidade para cada fator ambiental elencado, os quais indiquem a sensibilidade do fator ambiental com relação ao impacto e o critério de avaliação utilizado para valorar o sistema, em classes de vulnerabilidade (por exemplo, 0 = não vulnerável; 4 = muito vulnerável); integração dos mapas de vulnerabilidade, por meio da análise multicriterial ou outro método analítico e sobreposição dos mapas para a visualização espacial do nível de vulnerabilidade do território avaliado à determinada ação; por fim, a sobreposição das alterações esperadas para a ação em questão, permitindo a identificação (espacializada) dos impactos ambientais negativos e, de certa forma, sua escala de magnitude (ver exemplo na Figura 29.7).

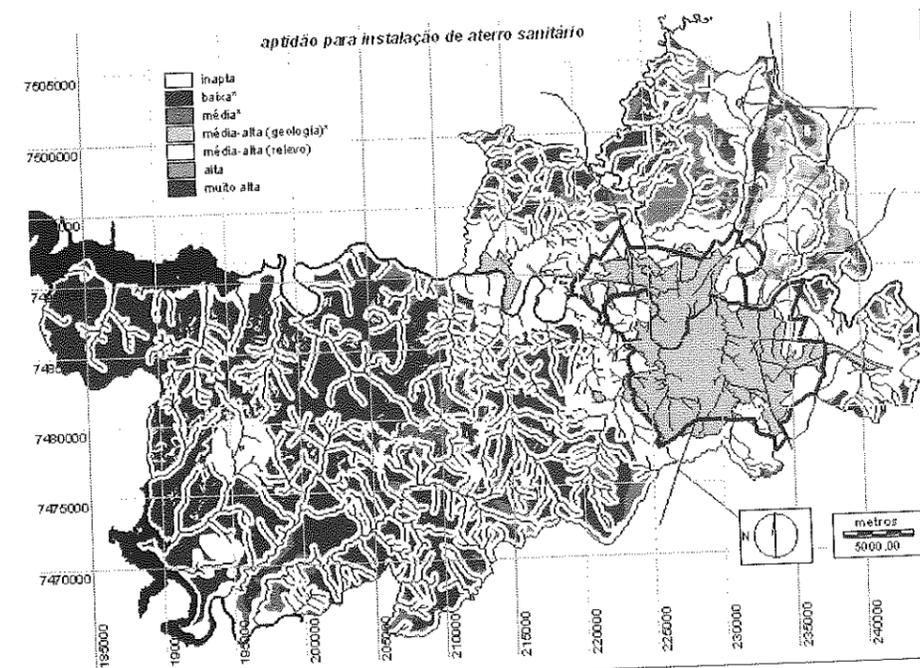


Figura 29.7 Análise de vulnerabilidade/aptidão à implantação de aterro sanitário no município de Piracicaba (SP).

Fonte: Montaño et al. (2004).

29.6.11 Avaliação de Impactos Sociais

A Avaliação de Impactos Sociais tem apresentado uma importância crescente no contexto do planejamento e tomada de decisão, integrando-se ao campo da avaliação de impacto. Conforme aponta Barrow (2000), este instrumento tem atuação destacada na promoção da sustentabilidade ambiental – o que o torna especialmente interessante para a integração nas análises de viabilidade ambiental. Com relação ao arcabouço

metodológico que orienta sua aplicação, verifica-se uma preferência pelas abordagens compreensivas e integradas, além de adaptações para abordagens sistêmicas para determinadas unidades territoriais como uma bacia hidrográfica ou região socioeconômica.

De qualquer maneira, um dos pontos principais diz respeito ao emprego de metodologias participativas para a identificação e previsão dos impactos – a partir dos efeitos sobre aspectos demográficos, econômicos, simbólicos (valores e atitudes), essenciais em determinadas situações. Constituinte importante do sistema ambiental, o meio socioeconômico integra a avaliação de impactos no sistema brasileiro, o que significa que este deveria condicionar o escopo dos estudos ambientais e integrar a linha de base sobre a qual os impactos serão identificados e avaliados. Conceitualmente, devem-se procurar informações sobre as necessidades, aspirações e estilos de vida das populações envolvidas, buscando a compreensão das consequências sobre os locais afetados com a implantação do empreendimento, de modo a orientar o processo decisório.

A Resolução Conama nº 01/1986 estabelece diretrizes para elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental elaborados para análise da viabilidade ambiental de projetos de desenvolvimento. Em seu Artigo 1º, a resolução considera impacto ambiental como um conjunto de alterações nas propriedades físicas, químicas ou biológicas provocadas por atividades humanas, que afetam: a saúde, segurança e bem-estar das populações; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio; e a qualidade dos recursos naturais. Em seu Artigo 6º, estabelece que a linha de base para o diagnóstico ambiental deve incluir aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Para este último, a linha de base deve considerar “o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos”.

Este requisito legal, associado à verificação da compatibilidade do projeto em análise com as políticas setoriais, planos e programas governamentais propostos para a área de influência do projeto, estabelecida pelo Artigo 5º como uma das diretrizes dos estudos de impacto ambiental, compõem o que Montañó et al. (s/d) consideram como os fundamentos para a utilização da avaliação de impactos sociais integrada aos procedimentos de avaliação de impacto ambiental no Brasil.

29.6.12 Modelagem Matemática (Previsão)

Apresentam grande afinidade para a integração aos Sistemas de Informações Geográficas. Os métodos deste grupo, desenvolvidos em sua maioria a partir de modelos aplicados em AIA de projetos, procuram descrever o comportamento de determinados aspectos do meio valendo-se do uso de equações matemáticas, normalmente elaboradas a partir de postulados e leis científicas ou análise estatística de experimentos, e que apresentam diferentes graus de complexidade.

Podem ser agrupados em torno de modelos determinísticos ou estocásticos, respectivamente associados a relações analíticas fixas (como a relação entre massa e força gravitacional) ou a relações probabilísticas (que descrevem o grau de probabilidade de ocorrência de certo evento dado o número e a probabilidade de ocorrência de certo número de eventos). Dessa condição resulta o ponto fraco do processo de modelagem: o grau de incerteza associado à aplicação dos modelos e, conseqüentemente, aos resultados obtidos.

Uma vez que a modelagem envolve o estabelecimento de uma série de hipóteses relativas às condições futuras para vários cenários, os modelos computacionais têm sido empregados com sucesso na avaliação dos impactos ambientais de projetos para a determinação quantitativa de impactos sobre a qualidade do ar, águas superficiais e subterrâneas, propagação de ruídos, volume de tráfego, entre outros, a partir da comparação entre o estado esperado do meio (sem a ação prevista) e o estado futuro do meio (com a ação).

29.6.13 Análise de Fragmentação do Território

Trata-se de uma abordagem cuja potencialidade plena é obtida valendo-se da utilização de técnicas de geoprocessamento para o tratamento e manipulação das informações. É aplicada para avaliação de impactos associados à fragmentação do território, especialmente para a avaliação de impactos de grandes empreendimentos lineares de infraestrutura. É voltada para a análise das implicações da fragmentação do território sobre as estratégias de conservação da natureza (perda de habitats), da paisagem (pela redução da escala dos elementos de paisagem), da viabilidade de empreendimentos agrícolas (pela redução do custo-efetividade em comparação com as grandes unidades produtivas) e da mobilidade.

Em termos metodológicos, envolve a identificação das alterações provocadas pela implantação das redes de infraestrutura lineares a partir da análise das situações anterior e posterior à implantação dos empreendimentos. Apresenta como pontos positivos o fato de lidar com atributos do meio que dificilmente seriam tratados de outra forma, além da capacidade de representação visual dos impactos, o que indica uma ampla capacidade de servir de suporte à aplicação de outras técnicas para análise dos impactos.

29.6.14 Estabelecimento de Cenários

Uma das grandes dificuldades da avaliação de impactos é lidar com a avaliação de efeitos sobre o meio ambiente associados a variáveis que não estão diretamente vinculadas à atividade em questão. Nesses casos, a utilização de cenários se mostra essencial para a descrição das possibilidades futuras, a análise de seus respectivos impactos, e a conseqüente comparação para diferentes cenários gerados com base na simulação de modificações em variáveis-chave (análise de sensibilidade), inclusive em termos de efeitos cumulativos. Sendo assim, a definição das tendências a serem consideradas para as previsões constitui uma etapa de absoluta importância para a aplicação deste método, uma vez que são peças fundamentais na construção dos cenários. A aplicação deste método traz como vantagens a geração de dados mais realistas, refletindo inclusive as incertezas associadas e facilitando a observação do princípio da precaução. A Figura 29.8 apresenta um exemplo de projeção de pressão sobre fragmentos florestais em São Carlos-SP considerando um cenário de urbanização estabelecido para o ano de 2019.

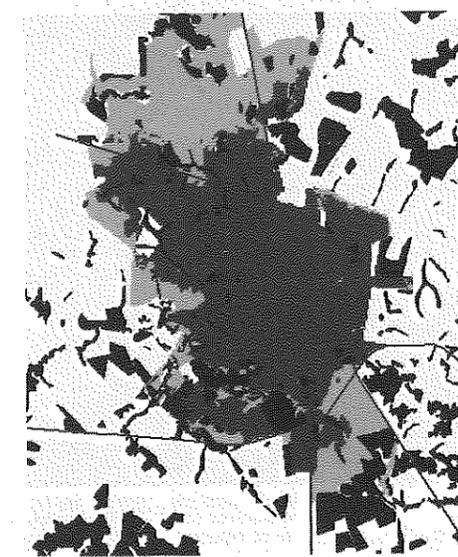


Figura 29.8 Projeção da pressão sobre fragmentos florestais (em preto) para um cenário de urbanização estabelecido para o ano de 2019 (cinza-escuro), município de São Carlos (SP). Fonte: Montañó & Souza (2007).

29.6.15 Avaliação de Risco

O tema do risco ambiental tem sido abordado de diferentes modos, segundo diferentes métodos e por diferentes disciplinas. Com relação à inclusão do risco no campo da avaliação de impactos, destacam-se pelo menos duas abordagens complementares, associadas aos domínios das ciências sociais e da engenharia. Do ponto de vista das ciências sociais, o risco tem sido tratado como um elemento presente no cotidiano das sociedades modernas, que têm no risco um elemento intrínseco ao processo de desenvolvimento tecnológico (Beck, 1992) e, portanto, reagem e se adaptam conforme sua influência. De acordo com Veyret (2007), trata-se de um objeto social inicialmente percebido individualmente, associado a elementos de ordem natural, bem como às diversas atividades executadas pelo ser humano e aos empreendimentos em geral.

No campo da avaliação de risco ambiental, verifica-se um amplo domínio do aspecto técnico, o que reduz o risco a um elemento de origem essencialmente tecnológica que, de acordo com Sánchez (2006), pode ser classificado como crônico (em que a exposição ao risco ocorre de forma contínua ao longo do tempo, como o lançamento de um determinado poluente atmosférico) ou agudo (exposição imediata ao fator de risco, ocasionada por algum tipo de acidente).

Sob esse ponto de vista, sua materialização objetiva está sempre associada à ação humana, seja por conta de uma falha de projeto (em um determinado equipamento ou dispositivo de segurança) ou operacional (por imperícia ou pela inobservância de um determinado protocolo de segurança). O risco é tecnicamente definido como o resultado do produto entre a probabilidade de ocorrência de um evento considerado potencialmente perigoso e a extensão dos danos provocados (que variam entre prejuízos materiais, financeiros, danos à saúde e aos ecossistemas ou, no limite, perda de vidas humanas). A Figura 29.9 ilustra a avaliação de risco aplicada à possibilidade de rompimento de cilindro para armazenamento de gás cloro em unidade de cloração de Estação de Tratamento de Esgoto.

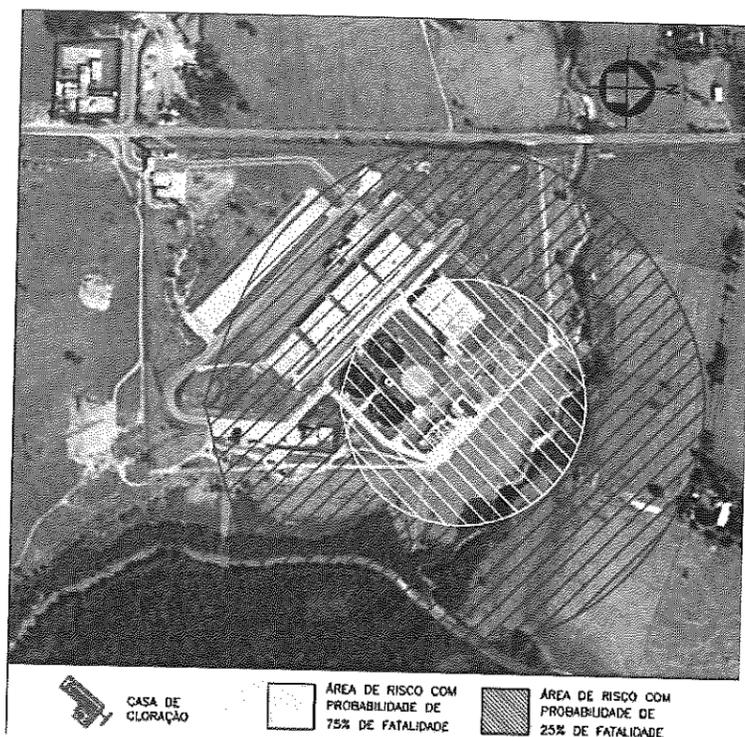


Figura 29.9 Indicação das áreas de influência para 75% e 25% de fatalidade considerando-se a possibilidade de rompimento de cilindro para armazenamento de gás cloro em unidade de cloração de ETE. Fonte: Kramer (2010).

Segundo a *Society for Risk Analysis* (SRA), uma instituição profissional interdisciplinar fundada em 1981 nos Estados Unidos e voltada à análise, gerenciamento e comunicação dos riscos, risco é o potencial da realização de uma consequência adversa e indesejada à vida humana, saúde, propriedade ou ao meio ambiente. Vista dessa forma, a avaliação de risco proporciona uma forma prática de análise do problema, segundo regras estatísticas, que expressa as probabilidades de ocorrência de todos os possíveis valores de cada parâmetro avaliado.

A despeito das técnicas desenvolvidas para o estabelecimento do risco ambiental, sua definição é envolta em aspectos bastante polêmicos, levando em conta, inclusive, o grau de subjetividade relacionado ao estabelecimento de patamares aceitáveis para o risco. Seja como for, associada a empreendimentos que operam atividades de risco, há sempre uma parcela objetiva de modificação das condições ambientais no entorno de sua localização que, independentemente de parâmetros probabilísticos, provocam restrições quanto ao uso do solo e, portanto, devem ser avaliados (ver exemplo na Figura 29.10).



Figura 29.10 Incompatibilidades com o uso do solo nas proximidades de duto implantado em Ribeirão Preto-SP.

Fonte: Souza, Montañó & Oliveira (2007).

29.7 VIABILIDADE AMBIENTAL E GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

Como visto, a análise de viabilidade ambiental tem como fundamento o estabelecimento dos requisitos de desempenho ambiental a serem incorporados aos projetos de empreendimentos e atividades, tendo em vista a manutenção dos padrões de qualidade, previamente à sua implantação. Uma vez que tais requisitos são formalizados por meio do licenciamento ambiental, tornando-se obrigatórios, este desempenho deve ser ao menos mantido durante a implantação e entrada em operação da atividade, e continuamente ao longo do tempo.

Tomando como base a proposição de Souza (2000), ilustrada na Figura 29.11, para o delineamento de um sistema de gestão ambiental, verifica-se que a análise de viabilidade ambiental ocupa uma posição central entre os componentes que integram tal sistema. A partir das informações relacionadas às características do meio (**estado**) combinadas com a descrição dos processos e atividades associados ao empreendimento⁴ (**pressão**), e por meio da aplicação de técnicas de análise ambiental, chega-se à identificação das alterações a serem provocadas sobre o meio (**impactos**).

⁴ Tais atividades ou processos são também chamados, no jargão já incorporado ao universo da gestão ambiental de organizações, de **aspectos ambientais**.

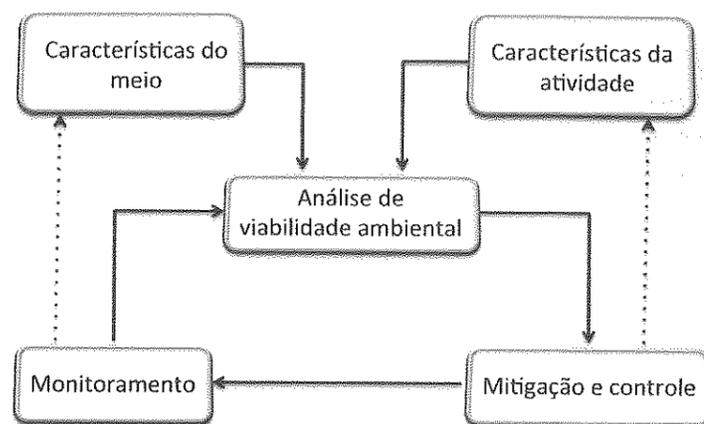


Figura 29.11 Viabilidade e gestão ambiental. Fonte: Adaptado de Souza (2000).

Uma vez identificados e descritos, os impactos ambientais devem ser confrontados com os **requisitos de desempenho ambiental** estabelecidos pelos padrões de qualidade. A partir daí, têm-se as condições adequadas para o estabelecimento das medidas a serem incorporadas aos projetos para a mitigação e o controle dos efeitos sobre o meio causados pelo empreendimento, de modo a garantir a sua **viabilidade ambiental** e amparar o deferimento pelo órgão ambiental do pedido de licença prévia.

Tais medidas devem ser incorporadas ao sistema de gestão ambiental da organização, uma vez que também estão vinculadas às licenças ambientais que autorizam a implantação e operação do empreendimento. Desta forma, serão incorporadas como requisitos de desempenho a serem alcançados para a manutenção da validade das licenças ambientais e, a partir do monitoramento de sua efetividade, para demonstração da **conformidade legal** por parte das organizações.

Os dados obtidos por meio do monitoramento realimentam o sistema de gestão ambiental das organizações, por meio de um processo contínuo, além de serem integrados aos bancos de dados dos órgãos de planejamento e gestão. Caso indiquem desconformidade em relação ao desempenho ambiental estabelecido, o sistema de gestão deverá reavaliar os aspectos e impactos ambientais em busca de ajustes nas medidas de mitigação e controle, tendo em vista a manutenção de sua conformidade.

Em situações extremas, os dados do monitoramento indicarão aos gestores públicos que o estado do meio passa a ser tal que não haverá mais possibilidade de suportar os efeitos derivados do empreendimento (ou conjunto de empreendimentos) em questão, sinalizando, aos órgãos ambientais, pela necessidade de cancelamento das licenças emitidas (o que é amparado pela legislação aplicada) ou adoção de medidas estratégicas de gestão para o território.

REVISÃO DOS CONCEITOS APRESENTADOS

Como visto neste capítulo, a viabilidade ambiental encerra um conceito que se ampara em diferentes elementos teóricos e aplicados, provenientes de diferentes campos do conhecimento, que orientam as ações no campo da política e da gestão ambiental. Destacam-se os seguintes:

- ▷ **Sistema ambiental.** Conjunto de elementos, organismos, indivíduos, propriedades, ciclos, fluxos de matéria e energia que interagem entre si e estabelecem relações de modo a manter condições propícias à manutenção e ao desenvolvimento de suas atividades, inclusive se relacionando com outros sistemas.

- ▷ **Resistência ambiental.** Capacidade do sistema ambiental de manter sua estrutura e funções diante de uma pressão externa.
- ▷ **Capacidade de suporte.** Capacidade dos sistemas ambientais de suportar uma determinada demanda em termos de produtividade primária de modo a manter uma determinada população; relaciona-se com a razão entre a energia primária disponível e a energia necessária para sustentar todas as estruturas e funções básicas do sistema.
- ▷ **Resiliência.** Capacidade do sistema ambiental de assimilar os efeitos e retornar a sua condição anterior de equilíbrio, ou encontrar uma nova condição para este equilíbrio.
- ▷ **Impacto ambiental.** Alterações nas propriedades do meio com modificação em sua qualidade, a partir de uma ação externa ao sistema ambiental.
- ▷ **Padrões de qualidade.** Elementos de referência que estabelecem a qualidade ambiental admitida (ou requerida) para o meio.
- ▷ **Medidas mitigadoras.** Ações incorporadas aos empreendimentos e atividades com vistas à diminuição dos efeitos negativos provocados sobre o meio.
- ▷ **Viabilidade ambiental.** Propriedade fundamental das atividades humanas, que expressa a possibilidade de adequação frente a padrões de qualidade estabelecidos formalmente ou negociados entre as partes interessadas, levando-se em consideração a qualidade ambiental requerida.
- ▷ **Política ambiental.** Conjunto de normas, procedimentos, instrumentos e agentes institucionais que estabelecem as diretrizes para as ações governamentais ou de organizações em relação a objetivos de natureza ambiental.
- ▷ **Gestão ambiental.** Conjunto de medidas e ações condicionadas por uma determinada política ambiental, voltadas para o cumprimento de objetivos e metas preestabelecidos para uma organização ou para a esfera pública.

SUGESTÕES DE LEITURA COMPLEMENTAR

- ▷ Para o aprofundamento dos princípios e conceitos que fundamentam a abordagem ecossistêmica, veja ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612 p.
- ▷ Para a compreensão dos aspectos que envolvem a geração de passivos ambientais a partir da desativação de empreendimentos, veja SÁNCHEZ, L. E. *Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais*. São Paulo: Edusp, 2001. 256 p.
- ▷ Com relação aos diferentes aspectos que cercam o tema da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, recomenda-se a leitura de FOLADORI, G. *Limites do desenvolvimento sustentável*. Campinas: Unicamp, 2001; SACHS, I. *Rumo à ecossocioeconomia – teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007; NOBRE, M.; AMAZONAS, M. C. *Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito*. Brasília: Ibama, 2002.

REFERÊNCIAS

- BARROW, C. J. *Social impact assessment – an introduction*. Londres: Arnold Publishers, 2000. 230 p.
- BECK, U. *Risk Society: towards a new modernity*. Londres: Sage Publications, 1992. 272 p.



- CANTER, L. *Environmental impact assessment*. Nova York: McGraw-Hill, 1996. 480 p.
- DEE, N.; BAKER, J. K.; DROBNY, N. L.; DUKE, K. M.; WHITMAN, I.; FAHRINGER, D. C. An environmental evaluation system for water resources planning. *Water Resources Research*, v. 3, p. 523-535, 1973.
- GALLARDO, A. L. C. F. *Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2004. 295 p.
- GALLARDO, A. L. C. F.; SÁNCHEZ, L. E. Follow-up of a road building scheme in a fragile environment. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 24, n. 2, p. 47-58, 2004.
- GLASSON, J.; THÉRIVEL, R.; CHADWICK, A. *Introduction to Environmental Impact Assessment*. Londres: Routledge, 2005. 448 p.
- GRANZIERA, M. L. M. *Direito de águas – disciplina jurídica das águas doces*. São Paulo: Atlas, 2003. 256 p.
- IBAMA. *GEO Brasil 2002 – Environmental outlooks in Brazil*. Organizadores: SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. Brasília: Ibama, 2002.
- KRAMER, C. R. *Estudo de avaliação de risco aplicado à Estação de Tratamento de Esgotos de São José do Rio Preto-SP*. Monografia de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, 2010. 133 p.
- LEOPOLD, L. B.; CLARKE, E. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. A procedure for evaluating environmental impact. *US Geological Survey Circular*, 645: Washington, DC, 1971.
- MACHADO, P. A. L. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Malheiros, 1996. 1.224 p.
- MAY, P.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. *Economia do meio ambiente – teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 400 p.
- McHARG, I.L. *Design with nature*. Nova York: John Wiley, 1969. 208 p.
- MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I.S.D.; SOUZA, M. P. *O estabelecimento da base de referência ambiental como fundamento para a viabilidade de ocupação do território*. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Universidade Federal, 2007.
- MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I. S. D.; RANIERI, V. E. L.; SOUZA, M. P.; FONTES, A. T. *O papel do instrumento Zoneamento Ambiental no processo de licenciamento de atividades: o caso do aterro sanitário do Município de Piracicaba (SP)*. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2004.
- MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. *Land use and cover change (LUCC) model and environmental policy tools applied to regional planning*. In: 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, 2007, Foz do Iguaçu (PR). Anais... Foz do Iguaçu, 2007 (PR).
- MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimentos perigosos no Estado de São Paulo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 4, p. 435-442, 2008.
- MONTAÑO, M.; UTSUNOMIYA, R.; SOUZA, M. P. Social Impact Assessment in Brazil. Submetido à *Environmental Impact Assessment Review*, 2012.
- NOBLE, B. *Introduction to environmental impact assessment: a guide to principles and practice*. Oxford: Oxford University, 2006. 224 p.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 632 p.
- OLIVEIRA, I.S.D.; MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. *Avaliação Ambiental Estratégica*. São Carlos: Suprema, 2009. 220 p.
- SACHS, I. Economia e ecologia. In: VIEIRA, P. F. (organizador). *Rumo à ecossocioeconomia – teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007. 472 p.
- SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 496 p.
- SORENSEN, J. C. *A framework for the identification and control of resource degradation and conflict in multiple use of the coastal zone*. Berkeley: Department of Landscape Architecture, University of California, 1971.
- SOUZA, M. P. *Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática*. São Carlos: Riani Costa, 2000. 112 p.
- SOUZA, M. P.; MONTAÑO, M.; OLIVEIRA, I. S. D. *A desconformidade no licenciamento ambiental do traçado do gasoduto Gás Brasileiro distribuidora no estado de São Paulo*. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal, 2007.
- THÉRIVEL, R. *Strategic environmental assessment in action*. Londres: Earthscan, 2004. 288 p.
- VEYRET, Y. *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2007. 320 p.