

# Análise da viabilidade ambiental de projetos

*Marcelo Montañó*

*Victor Eduardo Lima Ranieri*

## Conceitos apresentados nesse capítulo

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 projetos de empreendimentos e atividades econômicas. 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 e áreas correlatas os conceitos de *impacto ambiental*, *resiliência*, *resistência* e *capacidade 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 relacionados 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 se manifestam nos arranjos sociais, políticos e econômicos (MAY, LUSTOSA & VINHA, 2003; SACHS, 2007) e, por essa razão, devem ocupar um lugar destacado entre as variáveis que definem os rumos em direção a um desenvolvimento que seja pautado 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 do território 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 as tradicionais análises econômicas 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 da viabilidade ambiental apresenta, portanto, uma relação estreita com os requisitos de desempenho a serem incorporados pelos projetos e, portanto, com sua *viabilidade técnica*. Uma vez que também apresenta estreita relação com a concepção tecnológica dos projetos, a análise da viabilidade ambiental também está relacionada com a *viabilidade econômica* de empreendimentos.

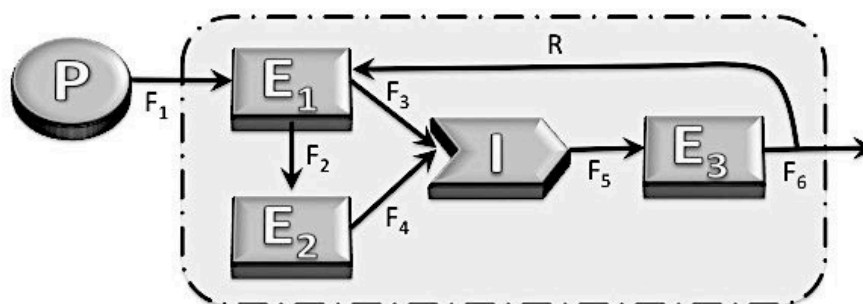
Trata-se de um tema recorrente no cotidiano do profissional de meio ambiente, uma vez que ampara não somente as decisões relacionadas à solicitação de autorizações para realizar intervenções sobre meio ambiente mas, sobretudo, a concepção e *design* dos projetos a serem implementados. Diversos países adotam critérios e procedimentos distintos para a análise de viabilidade ambiental, sendo comum a existência de referências que estabelecem as alterações admissíveis (*thresholds*) sobre a qualidade ambiental decorrentes da implantação de empreendimentos e atividades (no caso brasileiro, ilustradas pelos padrões de qualidade ambiental estabelecidos na legislação).

## **29.2 ABORDAGENS APLICADAS À ANÁLISE AMBIENTAL**

O campo da Engenharia Ambiental é amparado pela aplicação de conceitos e conteúdos provenientes de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, que permitem o desenvolvimento de procedimentos metodológicos voltados para a solução de problemas complexos 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 homem 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-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 e 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 (modificado de Odum e Barrett, 2007).

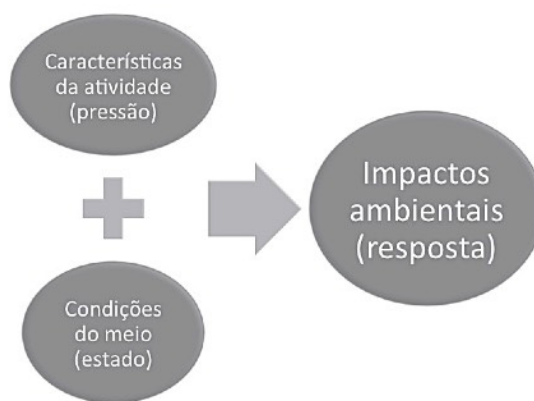
O modelo PER predomina como referência conceitual para a realização de estudos ambientais voltados para a identificação e quantificação dos impactos causados pelas ações humanas, ou seja, para a *análise ambiental*. É esta referência, por exemplo, que orienta a definição para o que se considera impacto 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 01 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 à sua condição anterior de equilíbrio, ou encontrar uma nova condição para este equilíbrio) 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).

Neste 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 se 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).



**FIGURA 29.2** – Análise ambiental com foco na identificação dos impactos sobre o meio ambiente

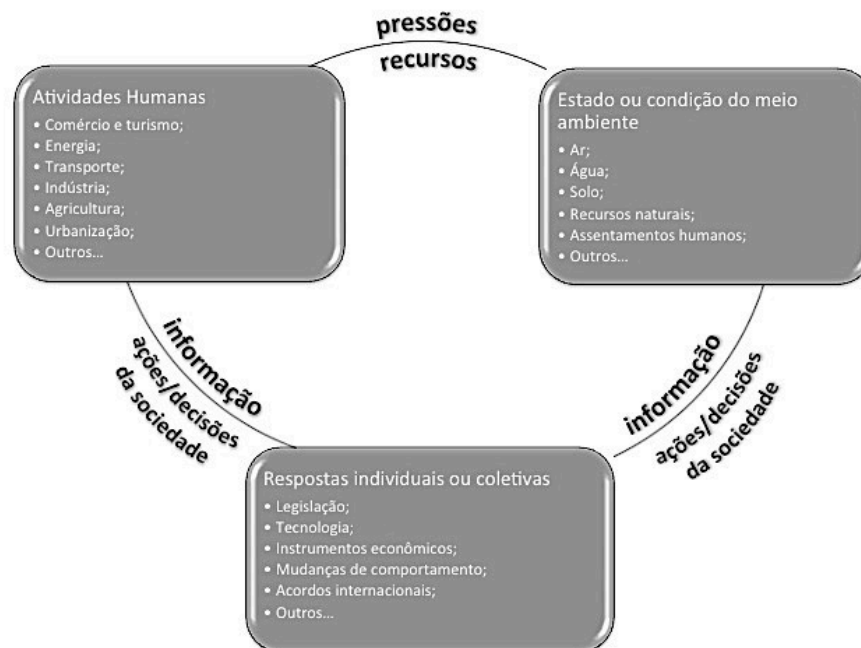
Uma segunda abordagem para a análise ambiental incorpora uma perspectiva diferente e trabalha a resposta fornecida pelo sistema em análise a partir de um ponto de vista sociopolítico, voltado para o manejo dos recursos ambientais e para a gestão das atividades causadoras de impactos sobre o meio ambiente. 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.

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 integradas<sup>1</sup>elaboradas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), permite visualizar o processo de estabelecimento de limites para as alterações causadas pelo homem no desenvolvimento de suas atividades como resposta a um quadro de degradação da qualidade ambiental.

---

<sup>1</sup> 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.



**FIGURA 29.3** – Análise ambiental com foco nas condições do meio e respostas da sociedade (modificado de IBAMA, 2002)

Nesse caso, o *estado* refere-se 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; etc. O estado do meio tem efeitos sobre a saúde humana assim como sobre outros elementos de natureza sociopolítica. Por exemplo, 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 homem 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, desigualdades sociais, etc.

Os *impactos* desta pressão sobre o meio referem-se à saúde, bem-estar e condições da população, da economia, dos ecossistemas, etc. 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.

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; etc.

É importante notar os fluxos que alimentam os processos inerentes a cada compartimento. Em primeiro plano estão os fluxos de *pressões e recursos*, relacionando as atividades humanas utilizadoras de recursos e geradoras de forças externas que pressionam os sistemas ambientais provocando alterações em suas propriedades de estado, e alterando também as condições com que os recursos ambientais se apresentam para o desenvolvimento das atividades humanas. Em seguida, vemos 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/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/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 d'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 (pH, turbidez, DBO, DQO, coliformes fecais, nutrientes, metais, etc.) em função dos diferentes usos pretendidos para os recursos hídricos;
- Resolução CONAMA 430/2011, que estabelece as condições e os padrões para o lançamento de efluentes (complementando a anterior);
- 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, 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, etc., já amplamente descritas como funções ambientais desempenhadas pelas áreas de preservação permanente (ver capítulo X).

Da mesma forma como um padrão de qualidade objetivamente estabelecido para a água, por exemplo, tais dispositivos devem ser compreendidos como elementos que definem os requisitos mínimos 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 mínimo 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 um afastamento minimamente adequado das áreas de preservação permanente?*

- *qual o nível mínimo de eficiência a ser atingido na remoção das cargas poluidoras deste efluente de modo a contemplar a qualidade estabelecida para o curso d'água receptor?*
- *de que modo deve-se realizar o cultivo deste produto de modo a manter a funcionalidade ambiental e ecológica das áreas de reserva legal nesta propriedade e em propriedades vizinhas?*

## 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, que 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 um certo nível de alterações (impactos) provocadas por estas atividades (Montaño e Souza, 2008).

Segundo aponta Souza (2000), 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 suporte.

Ao mesmo tempo, a viabilidade ambiental depende da *pressão* exercida pela atividade que se pretende instalar, ou seja, das características da atividade associadas à 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.

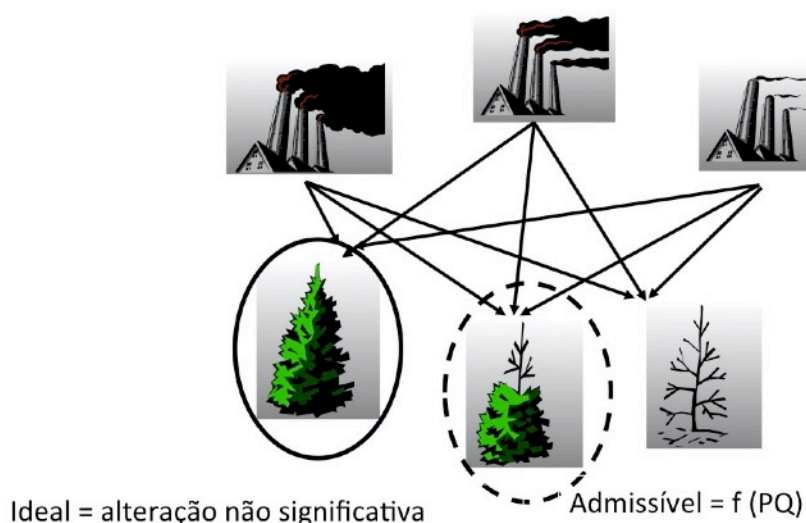
Em termos ideais, as atividades humanas não deveriam provocar alterações significativas no meio. Nesse caso, os limites admissíveis para os impactos seriam orientados pela capacidade suporte dos sistemas ambientais e a análise de viabilidade ambiental poderia ser compreendida como um dos elementos responsáveis 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 últimos (e, particular-



mente, o aspecto ambiental) muitas vezes são prejudicados em favor de aspectos econômicos associados ao desenvolvimento<sup>2</sup>.

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, a seguir, 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

---

<sup>2</sup> 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 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".

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 se 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 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 – co-responsabilização 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 6.938/81), 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, se desenvolve a partir de três etapas, cada qual com a sua finalidade específica, conforme dispõe a Resolução CONAMA nº 237/97 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); e

- a Licença de Operação (LO), que é concedida após verificação da efetiva implantação de todas as 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 à 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.

Além disso, conforme destacado por Agra Filho (2016), tendo em vista que a análise da viabilidade ambiental de um projeto deve considerar a resiliência e vulnerabilidade ambiental apresentadas em sua área de influência, a análise de alternativas tecnológicas que se mostrem compatíveis com as condições ambientais a serem preservadas ou recuperadas, o que implica em identificar quais seriam as *melhores tecnologias disponíveis* a serem consideradas na concepção tecnológica do projeto, com vistas ao pleno atendimento ao que estabelece a legislação.

A licença prévia deve, portanto, estabelecer os requisitos e condicionantes para que o empreendimento ou atividade seja considerado ambientalmente viável. 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/controle dos impactos ambientais quanto como 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 ambiental, vez que são focadas essencialmente nos aspectos tecnológicos relacionados à incorporação, pelos empreendimentos, de medidas de controle de poluição e mitigação de efeitos ambientais estabelecidas inicialmente.

Para emissão da licença de instalação, o órgão ambiental deve verificar a devida incorporação ao projeto do empreendimento das medidas de mitigação e controle estabelecidas na etapa anterior, bem como eventuais planos e programas para minimização de efeitos ambientais ou compensação que também tenham sido estabelecidos, sobretudo aqueles que tenham relação com a etapa de implantação do empreendimento.

Por exemplo, supondo que o empreendimento envolva a instalação de dispositivos de condução de efluentes em área urbanizada até o local em que se pretende instalar uma ETE, as medidas para assegurar a viabilidade ambiental do empreendimento poderão incluir a critério do órgão ambiental um plano de controle de interferências no sistema viário da cidade, procurando-se minimizar os efeitos sobre o trânsito ao longo das obras de implantação dos dispositivos.

Determinados empreendimentos, por suas características, apresentam já na etapa de implantação a necessidade de adoção de medidas de gerenciamento de impac-

tos sobre o meio ambiente, incluindo-se nas suas respectivas licenças de instalação a exigência de medidas de monitoramento de impactos associados à implantação como, por exemplo, monitoramento de fauna para identificação de efeitos como o afugentamento de espécies, ou ainda monitoramento da qualidade das águas superficiais para verificação dos impactos decorrentes da execução de obras civis. Um bom exemplo desta situação remete à implantação da segunda pista da rodovia dos Imigrantes, que faz a ligação entre a cidade de São Paulo e o litoral, analisadas por Gallardo (2004) e Gallardo e Sánchez (2004) em termos da relação entre as medidas estabelecidas pela licença de instalação e as atividades relacionadas à gestão ambiental do empreendimento durante esta etapa.

Por outro lado, no caso de empreendimentos com menor potencial para causar efeitos negativos, é comum que as exigências técnicas emitidas pelo órgão ambiental para fins de emissão da licença de instalação se resumam à descrição dos dispositivos de controle de poluição incorporados ao projeto do empreendimento. É o caso, tipicamente, de indústrias pertencentes ao setor metal-mecânico (indústrias de usinagem de metais, tratamento térmico, por exemplo) cujas atividades implicam no lançamento de efluentes, emissões atmosféricas, geração de resíduos sólidos, ruídos ou vibrações, cujas características e intensidade não implicam em degradação da qualidade ambiental<sup>3</sup>.

Para emissão da licença de operação, o órgão ambiental deve verificar o atendimento às exigências e condicionantes técnicas estabelecidas nas etapas anteriores, que também incluem eventuais planos e programas para minimização de efeitos sobre o meio, ou medidas compensatórias. Além disso, de caráter absolutamente relevante para a gestão ambiental dos empreendimentos, a licença de operação estabelece as medidas de monitoramento e acompanhamento de efeitos sobre o meio, para verificação da efetividade das medidas de mitigação e controle de impactos.

A licença de operação estabelece uma demarcação objetiva sobre as atividades que compõem o empreendimento licenciado, desde os insumos, matéria-prima, volume de produção, processos produtivos, resíduos gerados, etc., bem como das medidas a serem obrigatoriamente integradas em seu sistema de gestão ambiental, de modo a assegurar a sua viabilidade (ambiental) ao longo de sua vida útil. A efetividade na implementação destas medidas será verificada ao longo do tempo pelo órgão ambiental, no momento da renovação das licenças de operação emitidas (com validade mínima de 4 e máxima de 10 anos, segundo a Resolução CONAMA 237/1997, ou de 2 a 5 anos conforme estabelecido pela legislação paulista, Decreto Estadual 47.397/2002).

---

<sup>3</sup> Tais atividades são enquadradas no estado de São Paulo como *atividades poluidoras* (Decreto Estadual 8.468/1976 e Decreto Estadual 47.397/2002), e seguem procedimentos de licenciamento ambiental baseados na caracterização das *entradas* (insumos, matéria-prima), *processos de fabricação*, e *saídas* (efluentes, emissões, resíduos sólidos, ruídos e vibrações), e descrição das *medidas de gerenciamento e controle* da poluição.

## **Box 29.1: O LICENCIAMENTO AMBIENTAL E A DESATIVÇÃO DE EMPREENDIMENTOS**

A desativação de empreendimentos constitui uma etapa de grande interesse para a gestão ambiental, tendo em vista a possibilidade de geração de passivos ambientais significativos. Em função da falta de atenção por parte dos sistemas de licenciamento e fiscalização, atualmente são inúmeros os casos de identificação de áreas contaminadas decorrentes da desativação de atividades poluidoras sem a adoção de medidas adequadas para sua remediação e descontaminação. Em áreas urbanas de regiões industrializadas, além dos graves acidentes já registrados relacionados a áreas contaminadas, é muito comum que novos empreendimentos de parcelamento do solo para fins habitacionais se deparem com processos de investigação e remediação de áreas degradadas após a identificação (ao longo do levantamento de informações para o planejamento da ocupação) de passivos ambientais significativos decorrentes do encerramento inadequado das atividades anteriores.

Determinadas atividades têm como característica o fato de apresentarem um ciclo de vida útil facilmente identificável, em termos do tempo de exploração de seus atributos funcionais. É o caso, sem dúvida, da atividade de mineração, cujo ciclo de exploração está associado às possibilidades técnicas e econômicas para aproveitamento da jazida mineral, bem como de aterros de resíduos (domiciliares, industriais, de construção civil) por conta de sua capacidade limitada em termos do volume para disposição dos resíduos. Em decorrência, tais atividades recebem por parte dos órgãos ambientais um tratamento diferenciado, que exigem já na etapa de licenciamento prévio a apresentação de um plano de encerramento e recuperação de áreas degradadas. Com relação às demais, é possível apontar para a existência de um processo em curso para a adoção sistemática, por parte dos órgãos ambientais, de medidas e procedimentos voltados para a eliminação dos passivos ambientais na fase de desativação ou encerramento das atividades, ou ainda ao longo de sua operação.

No estado de São Paulo, por exemplo, o Decreto Estadual 47.400/2002 estabelece que toda atividade sujeita ao licenciamento ambiental deve apresentar ao órgão ambiental um Plano de Desativação no momento do encerramento de suas atividades, a ser aprovado pelo órgão ambiental, contemplando a situação ambiental existente e, se for o caso, as medidas de restauração e recuperação da qualidade ambiental nas áreas que serão desativadas ou desocupadas. Como medida para assegurar o cumprimento desta norma, a legislação paulista estabelece que os órgãos estaduais responsáveis pelo encerramento formal das atividades somente poderão finalizar os processos de encerramento após a comprovação da apresentação, ao órgão ambiental, de um relatório (devidamente acompanhado de suas correspondentes Anotações de Responsabilidade Técnica) atestando o cumprimento das medidas estabelecidas no Plano de Desativação.

A legislação aplicada ao licenciamento no estado do Rio de Janeiro preconiza uma abordagem diferenciada para lidar com o passivo ambiental. Naquele estado, o Decreto Estadual 42.159/2009 estabelece que a remediação de áreas degradadas associadas a atividades já encerradas está sujeita à emissão da Licença Ambiental de Recuperação. No caso de serem identificados passivos ambientais ao longo da operação, a renovação da licença de operação se dará pela Licença de Operação e Recuperação, que incluirá a exigência de medidas de remediação/recuperação do passivo de modo concomitante à operação, desde que não haja risco à saúde da população ou dos trabalhadores.

## 29.6 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

A avaliação dos impactos ambientais associados a uma atividade deve ser conduzida dentro de um alto nível de rigor científico e metodológico, de modo a assegurar a relevância das informações apresentadas aos tomadores de decisão. Para tanto, deve-se atentar para que as ferramentas aplicadas à avaliação dos impactos sejam adequadas à situação e ao contexto em que serão aplicadas. Apresentam-se a seguir, conforme as colocações de Canter (1996), Therivel (2004), Glasson, Therivel & Chadwick (2005) e Noble (2006), e com base na organização apresentada por Oliveira, Montañó & Souza (2009), os métodos mais utilizados nas avaliações de impactos ambientais de empreendimentos.

- 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, por exemplo, 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 estimular a troca de informações entre os participantes. Por outro lado, pode apresentar resultados tendenciosos dependentes do conjunto de especialistas participantes.

- 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 apresentam, juntamente com os impactos para cada componente do meio, uma referência quantitativa além da qual o impacto torna-se 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.

- Redes de interação

Também denominada análise de causa-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 estéticas. A aplicação do método se inicia com a identificação das alterações potenciais sobre o meio que resultam de uma determinada ação, dispostas num 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 mostram-se significativamente simplificadas em relação à proposta inicial, sendo empregadas essencialmente para a identificação de impactos de ordem superior, sendo esta reconhecidamente a sua grande contribuição para a avaliação dos impactos.

- 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 numa 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/ausência do impacto, magnitude, abrangência, importância, etc.

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.

Ações do empreendimento	Fatores ambientais																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	ar			meio físico			solo			meio biótico																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	qualidade	ruido	ofores	qualidade superficial	recursos hídricos	qualidade águas subterráneas	qualidade	processos erosivos	cobertura vegetal	ecossistema terrestre	faina e flora	meio biótico																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Planejamento													Caracterização empreendimento													Estudos meio físico													Estudos meio biótico													Identificação de populações vizinhas											5	1	Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6
Caracterização empreendimento													Estudos meio físico													Estudos meio biótico													Identificação de populações vizinhas											5	1	Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6													
Estudos meio físico													Estudos meio biótico													Identificação de populações vizinhas											5	1	Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																										
Estudos meio biótico													Identificação de populações vizinhas											5	1	Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																							
Identificação de populações vizinhas											5	1	Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																				
Escotas da área											1	5	Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																	
Divulgação do empreendimento													Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																														
Desapropriação													Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																											
Implantação													Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																								
Interação de infraestrutura e outras preliminares	-2	5	-4	3			-2	8					Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																					
Remoção cobertura vegetal											-2	10	Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																		
Novorização de terraplenagens	-2	5	-4	3			-2	8			-2	10	Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																															
Pavimentação e drenagem							-2	8			-2	8	Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																												
Infraestrutura do empreendimento													Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																									
Utilização e paisagismo													Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																						
Transporte	-2	5	-2	3	-2	6							Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																			
Disposição													Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																
Composição e cobertura											-2	10	Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																													
Migração de gases ou efluentes	-2	6									2	10		-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																																										
	-4	6									4	6												4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																																																							
											4	6												4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																																																																				
											4	6												-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																																																																																	
											-2	6												-2	6																																																																																																																																																																																																																																																																																														
											-2	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

**FIGURA 29.5** – Extrato de matriz de impactos, baseada na proposta de Leopold *et al.* (1971).

- 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 avaliar projetos de desenvolvimento em recursos hídricos, rodovias, usinas nucleares, dentre 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 expressados de modo quantitativo e que representam 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 (linear, quadráticas, logarítmicas, etc.), estabelecidas por



especialistas para expressar a relação entre a qualidade ambiental e cada parâmetro numa 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 1000 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 conseqüente dificuldade de compreensão consiste no principal elemento de enfraquecimento deste método – o que aumenta a possibilidade de manipulação dos resultados.

- Análise de ciclo de vida

Trata-se de um método consagrado no ambiente empresarial, voltado para a avaliação dos impactos ambientais associados a toda a cadeia produtiva de um produto ou serviço, ao longo de toda a sua vida – desde a extração da matéria-prima até o descarte final ou retorno ao processo produtivo (ver capítulo X). Aplicada no âmbito da avaliação de impacto ambiental de empreendimentos, possibilita avaliar todos os impactos associados a um determinado produto ou serviço, desde a sua concepção e desenvolvimento inicial até sua implementação, permitindo englobar toda a cadeia de impactos indiretos ou induzidos. Por suas características, a ACV mostra um grande potencial para ser empregada em estudos de alternativas tecnológicas, elemento indispensável para a análise de viabilidade ambiental.

Em termos metodológicos, envolve a realização de pelo menos quatro etapas: definição de objetivos, alternativas a serem avaliadas, limites dos sistemas, escopo, etc. (por exemplo, comparações entre disposição de resíduos em aterro e possibilidades da coleta seletiva/reciclagem para os próximos 10 anos); elaboração de um inventário com a descrição das entradas (matéria-prima e energia) e saídas (emissões atmosféricas, lançamentos na água e no solo, etc.) relevantes para cada uma das alternativas avaliadas; avaliação da magnitude e relevância dos impactos potenciais associados a cada uma das entradas e saídas identificadas, o que pode incluir o agrupamento dos dados em categorias de impacto (poluição hídrica, aquecimento global, etc.), estabelecimento das relações entre os dados de inventário e as categorias de impacto, a quantificação dos impactos associados a cada alternativa; interpretação dos resultados para a indicação da alternativa escolhida, modificações a serem incorporadas pelas atividades, medidas mitigadoras, etc.

- Análise multicriterial

Empregada para analisar e comparar o modo como diferentes alternativas podem alcançar diferentes objetivos, e orientar a indicação da melhor alternativa locacional e/ou tecnológica. Em termos metodológicos envolve a escolha dos critérios de análise para os impactos e para as alternativas elencadas, a ponderação sobre o modo como cada alternativa afeta os critérios, atribuição de pesos para a impor-

tância dos impactos (normalmente conduzidas por um painel de especialistas), e a escolha de um método de integração dos diferentes valores e pesos relativos a cada uma das alternativas. Ao final, as alternativas são apresentadas de modo hierarquizado, em uma escala ordinal de valores, o que permite a sua comparação de imediato.

A atribuição de pesos para os diferentes critérios de análise é interessante, por refletir o reconhecimento de que algumas questões mostram-se mais relevantes do que outras, em função do contexto em que se apresentam. Por outro lado, configura um dos pontos mais vulneráveis deste método por possibilitar a manipulação dos resultados, bastante sensíveis à ponderação atribuída aos critérios.

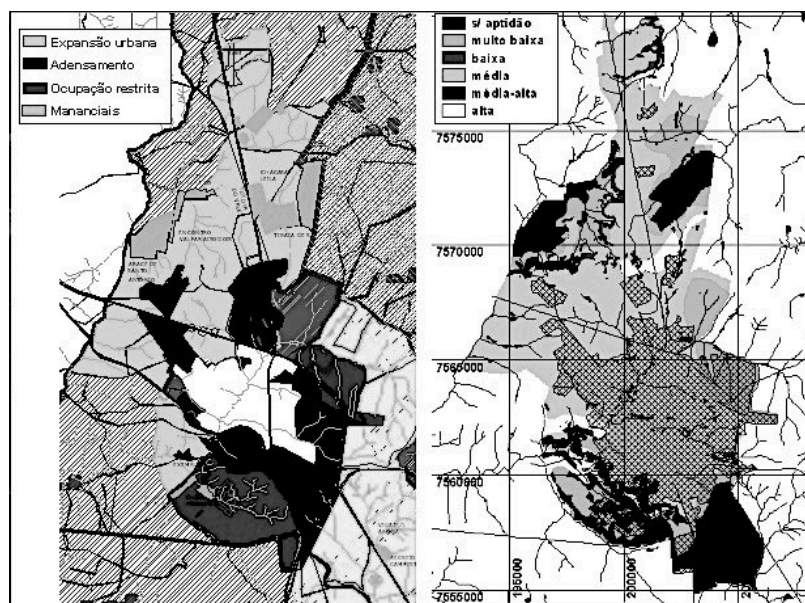
Pode ser empregada em conjunto com outros métodos, valendo-se das saídas relativas aos valores para ponderação dos impactos (por exemplo, aplicando-se um método para o estabelecimento quantitativo dos *scores*, como o método de Battelle), ou como metodologia de suporte para outras aplicações (por exemplo, a análise de vulnerabilidade descrita mais à frente).

- Sobreposição de informações/mapas

Este método tem suas raízes estabelecidas por McHarg (1969). Permite identificar com certa clareza, dentre as áreas inseridas no território estudado, as que se mostram favoráveis à atividade ou empreendimento (apropriadas ou não para o seu desenvolvimento). As abordagens para sobreposição de mapas podem variar entre a combinação de restrições, em que os mapas indicam as áreas aptas (disponíveis) e inaptas (indisponíveis) para o desenvolvimento, e o estabelecimento de níveis de aptidão para a ocupação do território, cujas metodologias vêm sendo aprimoradas com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas.

Apresenta como grande 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.



**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).

- Análise de custo-benefício (valoração ambiental)

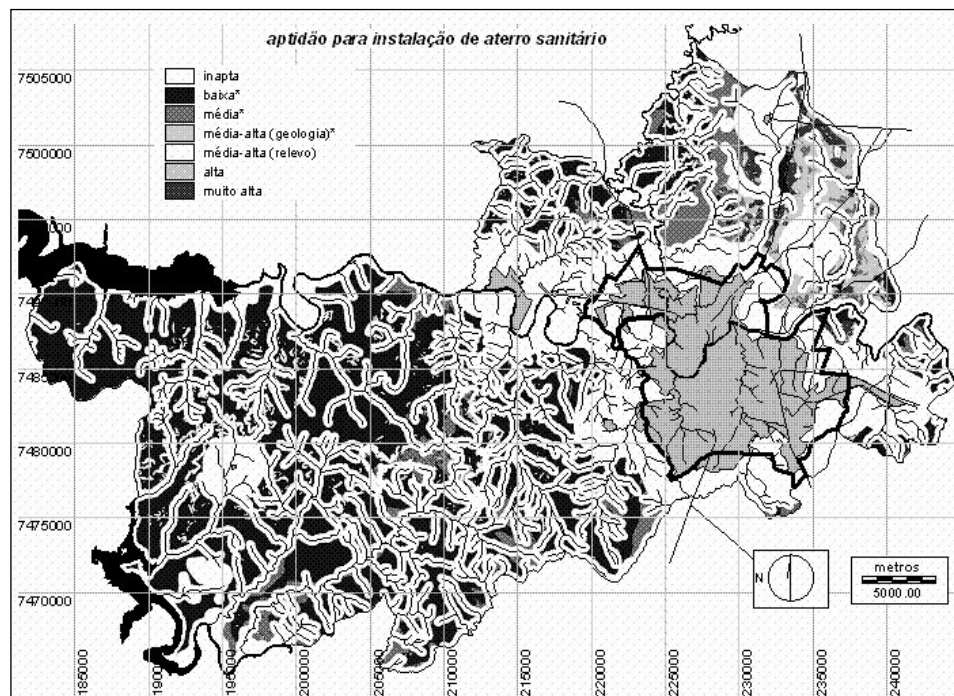
A análise de custo-benefício focada na valoração ambiental tem como objetivo comparar o valor monetário dos benefícios associados à ação em análise com o valor de seus custos, auxiliando os tomadores de decisão a partir da tradução dos custos ambientais e sociais em uma unidade de medida consagrada e 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, etc.). 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.

- 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 com-

põem 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. 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 que 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 (especializada) dos impactos ambientais negativos e, de certa forma, sua escala de magnitude.



**FIGURA 29.7** – análise de vulnerabilidade/aptidão à implantação de aterro sanitário para o município de Piracicaba-SP. Fonte: Montaño et al. (2004).

- 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, deve-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 sendo as 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 influencia do projeto, estabelecida pelo artigo 5º como uma das diretrizes dos estudos de impacto ambiental, compõem o que Montaño, Utsunomiya e Souza (s/d) consideram serem os fundamentos para a utilização da avaliação de impactos sociais integrada aos procedimentos de avaliação de impacto ambiental no Brasil.

- 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 um certo evento dado o número e a probabilidade de

ocorrência de um 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, etc., a partir da comparação entre o estado esperado do meio (sem a ação prevista) e o estado futuro do meio (com a ação).

- 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. Aplicada para avaliação de impactos associados à fragmentação do território, especialmente para a avaliação de impactos de grandes empreendimentos lineares de infraestrutura. Voltada para a análise das implicações da fragmentação do território sobre as estratégias de conservação da natureza (perda de habitats); paisagem (pela redução da escala dos elementos de paisagem); viabilidade de empreendimentos agrícolas (pela redução do custo-efetividade em comparação com as grandes unidades produtivas); mobilidade, etc.

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 uma 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.

- 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 simulando-se 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, inclusive refletindo as incertezas associadas, facilitando a observação do princípio da precaução.



**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: Montaño e Souza (2007)

- Avaliação de risco

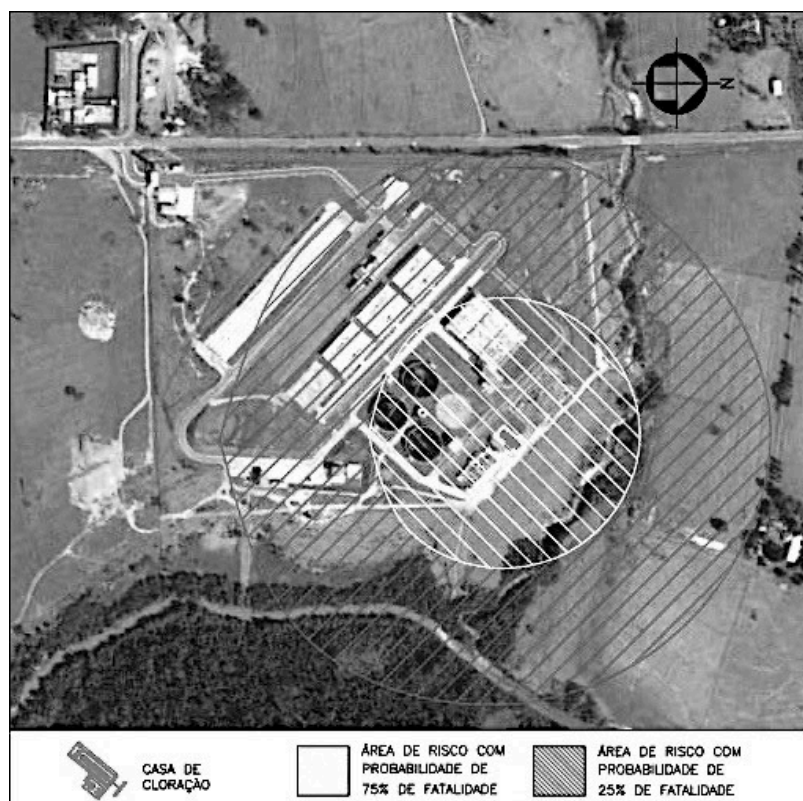
O tema do risco ambiental tem sido abordado de diferentes modos, segundo diferentes métodos e por diferentes disciplinas. Com relação à inclusão do risco no campo da avaliação de impactos, destacam-se pelo menos duas abordagens complementares, associadas aos domínios das ciências sociais e da engenharia. 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 homem 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 exten-

são dos danos provocados (que variam entre prejuízos materiais, financeiros, danos à saúde e aos ecossistemas ou, no limite, a perda de vidas humanas).



**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 EUA, 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, associado 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.





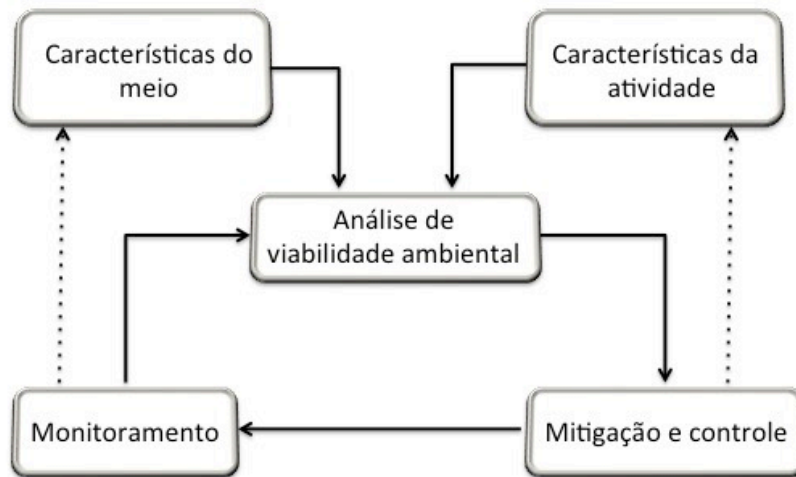
**FIGURA 29.10** – incompatibilidades com o uso do solo nas proximidades de duto implantado em Ribeirão Preto-SP. Fonte: Souza, Montaño & Oliveira (2007)

## 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), **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 empreendimento<sup>4</sup> (*pressão*), e por meio da aplicação de técnicas de análise ambiental chega-se à identificação das alterações a serem provocadas sobre o meio (*impactos*).

<sup>4</sup> 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 (modificado 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 estarão 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, etc. que interagem entre si e estabelecem relações de modo a manter condições propícias à manutenção e ao desenvolvimento de suas atividades, inclusive relacionando-se 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 à 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 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 pré-estabelecidos para uma organização ou para a esfera pública.

## Sugestões de Leitura Complementar

- Para aprofundamento dos princípios e conceitos que fundamentam a abordagem ecossistêmica, veja Odum, E. P.; Barrett, G. W. (2007). *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo, Thomson Learning.

- Para compreensão dos aspectos que envolvem a geração de passivos ambientais a partir da desativação de empreendimentos, veja Sánchez, L. E. (2001). *Desengenharia: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais*. São Paulo: Edusp.
- Com relação aos diferentes aspectos que cercam o tema da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, recomenda-se a leitura de Foladori, G. (2001). *Limites do desenvolvimento sustentável*. Campinas: Ed. Unicamp; Sachs, I. (2007). *Rumo à ecossocioeconomia - teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez; Nobre, M.; Amazonas, M. C. (2002). *Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito*. Brasília: Ed. IBAMA.

## Referências

Barrow, J. (2000). *Social Impact Assessment – an introduction*. Londres: Arnold Publishers.

Beck, U. (1992). *Risk Society: towards a new modernity*. Londres: Sage Publications.

Canter, L. (1996). *Environmental Impact Assessment*. 2ª edição. Nova Iorque: McGraw-Hill.

Dee, N.; Baker, J. K.; Drobny, N. L.; Duke, K. M.; Whitman, I.; Fahringer, D. C. (1973). *An environmental evaluation system for water resources planning*. Water resources research, 3, 523-535.

Gallardo, A. L. C. F. (2004). Análise das práticas de gestão ambiental da construção da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Gallardo, A. L. C. F.; Sánchez, L. E. (2004). Follow-up of a road building scheme in a fragile environment. *Environmental Impact Assessment Review*, New York, v. 24, n. 2, p. 47-58.

Glasson, J.; Théritel, R.; Chadwick, A. (2005). *Introduction to Environmental Impact Assessment*. 3ª edição, Londres: Routledge.

Granziera, M. L. M. (2003). *Direito de águas– disciplina jurídica das águas doces*. 2ª Edição. São Paulo: Atlas.

IBAMA (2002). *GEO Brasil 2002 – Environmental Outlooks in Brazil*. Org: Santos, T. C. C.; Câmara, J. B. D. Brasília: Editora IBAMA.

Kramer, C. R. (2010). *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). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Leopold, L. B.; Clarke, E. E.; Hanshaw, B. B.; Balsley, J. R. (1971). *A procedure for evaluating environmental impact*. US Geological Survey Circular, 645: Washington, DC.

Machado, P. A. L. (1996). *Direito ambiental brasileiro*. 6ª edição. São Paulo: Malheiros.

May, P.; Lustosa, M. C.; Vinha, V. (orgs.) (2003). *Economia do meio ambiente - teoria e prática*. Rio de Janeiro: Campus.

McHarg, I. L. (1969). *Design with nature*. 25<sup>th</sup> Anniversary Edition [1992]. Nova Iorque: John Wiley and Sons.

Montaño, M.; Oliveira, I. S. D.; Souza, M. P. (2007). *O estabelecimento da base de referência ambiental como fundamento para a viabilidade de ocupação do território*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal.

Montaño, M.; Oliveira, I. S. D.; Ranieri, V. E. L.; Souza, M. P.; Fontes, A. T. (2004). *O papel do instrumento Zoneamento Ambiental no processo de licenciamento de atividades: o caso do aterro sanitário do Município de Piracicaba (SP)*. In: Anais. Florianópolis (SC), outubro de 2004.

Montaño, M.; Souza, M. P. (2007). *Land use and cover change (LUCC) model and environmental policy tools applied to regional planning*. Proceedings. 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management. Foz do Iguaçu, julho de 2007.

Montaño, M.; Souza, M. P. (2008). A viabilidade ambiental no licenciamento de empreendimentos perigosos no Estado de São Paulo. *Eng. Sanit. Ambient.*, vol.13, nº4, p.435-442.

Montaño, M.; Utsunomiya, R.; Souza, M. P. (s/d). *Social Impact Assessment in Brazil*. Submetido à *Environmental Impact Assessment Review*, 2012.

Noble, B. (2006). *Introduction to environmental impact assessment: a guide to principles and practice*. Oxford: Oxford University Press.

Odum, E. P.; Barrett, G. W. (2007). *Fundamentos de Ecologia*. São Paulo: Thomson Learning.

Oliveira, I. S. D.; Montaño, M.; Souza, M. P. (2009). *Avaliação Ambiental Estratégica*. São Carlos: Suprema.

Sachs, I. (2007). *Economia e ecologia*. In: Vieira, P. F. (org.). Rumo à ecossocioeconomia – teoria e prática do desenvolvimento. São Paulo: Cortez.

Sánchez, L. E. (2006). *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo: Oficina de Textos.

Sorensen, J. C. (1971). *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.

Souza, M. P. (2000). *Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática*. São Carlos: Riani Costa.

Souza, M. P.; Montaño, M.; Oliveira, I. S. D. (2007). *A desconformidade no licenciamento ambiental do traçado do gasoduto Gás Brasileiro distribuidora no estado de São Paulo*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal.

Therivel, R. (2004). *Strategic environmental assessment in action*. Londres: Earthscan.

Veyret, Y. (org.) (2007). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Editora Contexto.