

IDENTIFICAÇÃO  
DE IMPACTOS

8

O fundamento para estruturar e organizar um estudo de impacto ambiental é a identificação preliminar dos prováveis impactos. Ao enunciar tais impactos, pode-se orientar as etapas seguintes da preparação de um estudo de impacto ambiental, ou seja, a seleção das questões relevantes, os estudos de base, a análise dos impactos e a proposição de medidas de gestão ambiental. Aparentemente, o resultado do trabalho de identificação nada mais é do que uma lista de impactos possíveis, mas na verdade a identificação dos prováveis impactos permite que a equipe multidisciplinar organize, de modo racional e partilhado entre seus membros, o entendimento acerca das relações entre os vários componentes do empreendimento e os elementos e processos ambientais que podem ser alterados pelo projeto.

Identificar prováveis impactos não é uma tarefa difícil, mas deve ser executada com discernimento e de maneira sistemática e cuidadosa, de modo a cobrir todas as possíveis alterações ambientais decorrentes de um empreendimento, mesmo se for sabido de antemão que algumas dessas alterações serão pouco significativas, ou seja, que algumas serão muito mais importantes que outras e que, portanto, nem todas receberão igual atenção nas etapas subsequentes do EIA.

O entendimento das atividades e operações que compõem o projeto, e de suas alternativas, ao lado do reconhecimento das características básicas do ambiente potencialmente afetado, são os pontos de partida para a identificação preliminar dos impactos prováveis, conforme a Fig. 7.1. Como se pode observar nessa mesma figura, após a conclusão do diagnóstico ambiental, há uma nova identificação de impactos, na verdade uma revisão ou confirmação dos impactos preliminarmente identificados no planejamento do EIA. Os conceitos e as ferramentas apresentados neste capítulo são empregados em ambas as modalidades de identificação de impactos.

### 8.1 FORMULANDO HIPÓTESES

Identificar impactos prováveis equivale a formular hipóteses sobre as modificações ambientais a serem direta ou indiretamente induzidas pelo projeto em análise. A analogia com situações similares, a experiência dos membros da equipe multidisciplinar ou de consultores externos e o emprego conjunto do raciocínio dedutivo e indutivo são alguns dos métodos empregados para auxiliar na identificação preliminar dos impactos.

O conhecimento acumulado por profissionais e pesquisadores de todo o mundo, assim como a experiência anterior dos analistas que compõem a equipe multidisciplinar que elabora o EIA, formam a base de conhecimento para uma boa identificação de impactos.

Estudos de casos individuais e estudos de síntese sobre os impactos socioambientais de um determinado setor de atividade econômica são dois tipos de fontes que podem ser consultadas no início dos trabalhos. Os efeitos ambientais observados ou medidos em casos de empreendimentos semelhantes fornecem uma primeira pista para identificar os possíveis impactos de um novo projeto. Assim, pesquisa bibliográfica e consulta a trabalhos similares são prováveis primeiros passos de uma equipe encarregada de planejar ou elaborar um estudo de impacto ambiental.

Há de se ter cuidado ao consultar estudos ambientais feitos para empreendimentos similares. Dada a quantidade de estudos ruins, se não houver, de fonte segura,

o indicativo de que se trata de um bom estudo, ao usá-lo pode-se simplesmente propagar erros. Não se pode esquecer, também, que os estudos ambientais são analisados pelos órgãos governamentais competentes, que freqüentemente demandam complementações, quando não a reelaboração completa do estudo. No Brasil, o documento que efetivamente serve para fundamentar o licenciamento ambiental pode ser bastante diferente do EIA original. Da mesma forma, a confiança que se pode ter em documentos obtidos por via de busca na Internet depende da credibilidade da fonte. Sítios governamentais tendem a apresentar, além de documentos oficiais (que podem ser bastante úteis), documentos que muitas vezes refletem os pontos de vista de diferentes partes interessadas, exceto, claro, quando o governo é o proponente do projeto. Sítios de empresas, de associações empresariais e de ONGs podem trazer informação fidedigna e balanceada, mas muitas vezes refletem somente seus interesses. Organizações internacionais usualmente são fontes bastante confiáveis, e artigos publicados em periódicos científicos com arbitragem (*peer reviewed*) geralmente são de alta credibilidade.

É comum em alguns países (como o Canadá e a Holanda) a publicação de relatórios contendo os resultados de análises de EIAs ou as conclusões de comissões de consultas públicas sobre empreendimentos submetidos ao processo de AIA. Também os bancos de desenvolvimento facilitam ao público diversos documentos relativos ao processo de análise dos projetos submetidos para financiamento. Além disso, os pareceres técnicos de análise de EIAs preparados por órgãos ambientais da própria jurisdição em que se está trabalhando muitas vezes podem ser consultados. Todo esse material pode servir não apenas para auxiliar na identificação de impactos, mas também para informação sobre técnicas de previsão de impactos e para inspiração sobre medidas de gestão ambiental.

Muito do conhecimento acumulado sobre impactos ambientais encontra-se também sistematizado em manuais e publicações especializadas em avaliação de impacto ambiental<sup>1</sup> (por exemplo, World Bank, 1991a, 1991b, 1991c) ou em estudos sobre o estado da arte da análise dos impactos em um determinado setor ou tipo de atividade. Este é o caso das barragens. Não somente existem milhares de estudos e publicações sobre efeitos ambientais de barragens, como um esforço multiinstitucional de síntese foi empreendido por ONGs e bancos de desenvolvimento, com o apoio de alguns governos, com a constituição da *Comissão Mundial de Barragens*. Tal comissão promoveu uma ampla discussão mundial sobre os benefícios, os custos, os impactos e os riscos das barragens, e coletou um vasto material analítico, tornando-o disponível (WCD, 2000). Alguns exemplos de constatações da Comissão que podem auxiliar a realização de futuros EIAs são:

- \* Raramente os EIAs são claros quanto à repartição social dos impactos, mesmo que muitos empreendimentos afetem de maneira mais significativa alguns grupos sociais em comparação a outros.
- \* "Os pobres, outros grupos vulneráveis e as gerações futuras têm mais chance de arcar com uma parte desproporcional dos custos sociais e ambientais das grandes barragens sem que recebam uma parcela proporcional (*commensurate*) dos benefícios econômicos" (WCD, 2000).
- \* Entre as comunidades afetadas, as disparidades de gênero aumentaram, com mulheres arcando com uma parte desproporcional dos custos sociais e sendo freqüentemente discriminadas negativamente na partilha dos benefícios.

<sup>1</sup>Roe, Dalal-Clayton e Hughes (1995) compilaram uma relação de várias dezenas de diretrizes para avaliação de impacto ambiental publicadas em vários países e por organizações internacionais.

- \* Comunidades indígenas e minorias étnicas vulneráveis padeceram de índices maiores de deslocamento forçado e sofreram maiores impactos sobre sua subsistência, cultura e valores espirituais.

Uma iniciativa similar abordou a indústria mineral (IIED/WBCSD, 2002), traçando um amplo panorama de seus impactos e de sua contribuição para o desenvolvimento socioeconômico sob a perspectiva, nem sempre concordante, de vários grupos de interessados. Esse tipo de documento é também excelente fonte de exemplos e de boas práticas para mitigação e compensação de impactos adversos, e para a valorização de impactos benéficos.

Há, portanto, ampla disponibilidade de informação e conhecimento sobre as conseqüências socioambientais de muitas atividades humanas, mas esse conhecimento acumulado (*knowledge base*) só se torna produtivo à medida que for efetivamente apropriado pelos membros da equipe multidisciplinar que realiza o estudo ambiental. Conhecimento não pode ser confundido com informação, pois pressupõe o estabelecimento de relações entre os objetos. Há cada vez mais informação disponível, mas é o conhecimento que permite discernir a informação relevante da irrelevante e também possibilita um questionamento crítico da informação, que pode ser errada, enganosa, deliberadamente manipulada ou descontextualizada.

Deve-se ressaltar novamente o papel do coordenador dos estudos, que precisa ser realmente um *profissional* da avaliação de impacto ambiental. Enquanto, dos especialistas que compõem a equipe dos consultores externos, espera-se atualização e competência para tratar dos temas que lhes cabem (além de habilidades comunicativas), ao coordenador ou à equipe de coordenação cabe um olhar crítico, abrangente e inclusivo para produzir um estudo socialmente útil, isto é, que atenda às necessidades e às expectativas do cliente (o proponente do projeto) e demonstre respeito pelas necessidades das demais partes interessadas (conforme seção 14.1).

Tal postura é necessária desde a identificação preliminar dos impactos potenciais, que é o pilar a partir do qual será construído o estudo de impacto ambiental.

A indispensável visita de campo para reconhecer o local do empreendimento e seu entorno pode ser completada por uma rápida consulta a mapas topográficos da região, geralmente disponíveis em pelo menos uma escala (às vezes mais de uma), e a algumas cartas temáticas, como as de uso do solo ou as geológicas, estas últimas também disponíveis na maioria dos países, embora com detalhamento e precisão variados. Esses mapas fornecem informações muito úteis sobre o ambiente regional e permitem ao analista formar rapidamente uma idéia do contexto ambiental em que estará inscrito o empreendimento. Uma rápida consulta a fotografias aéreas ou a imagens de satélite de alta resolução permite contextualizar o local do projeto em relação ao uso do solo e a possíveis fontes de degradação ambiental situadas no entorno (Quadro 7.1).

Se os impactos ambientais resultam da interação entre o projeto proposto e o meio ambiente, para identificar corretamente os impactos é preciso então ter um bom entendimento do projeto, de seus diversos componentes, das obras e demais atividades necessárias para sua implantação e das operações que serão realizadas durante seu

funcionamento, assim como das atividades relacionadas à desativação do empreendimento, ao final de sua vida útil. Muitas vezes uma visita a uma obra similar é um excelente meio de compreender o projeto proposto, principalmente se os membros da equipe do EIA não têm familiaridade com o tipo de empreendimento a ser analisado. Nessas visitas pode-se visualizar muitos impactos que possivelmente ocorrerão no caso em estudo e também conhecer operações semelhantes àquelas que serão realizadas no local do novo projeto.

Enfim, há vários caminhos para se ir formulando hipóteses sobre o provável impacto do empreendimento, mas após uma investigação inicial, que pode ser muito abrangente, é preciso começar a sistematizar as hipóteses e transferir informação e conhecimento para a análise do projeto concreto, cujas características construtivas e operacionais devem ser plenamente entendidas pela equipe.

## 8.2 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS: AÇÕES OU ATIVIDADES HUMANAS

Os impactos ambientais decorrem de uma ou de um conjunto de *ações* ou *atividades* humanas realizadas em um certo local. Um estudo de impacto ambiental pressupõe que tais ações sejam planejadas, sendo usualmente descritas por meio de documentos, como projetos de engenharia, memoriais descritivos, plantas etc. Dessa premissa, decorre a impossibilidade (ou incoerência) de aplicar a avaliação de impacto ambiental para a análise de ações não planejadas, como um garimpo, o lançamento clandestino de resíduos, a construção individual de residências em áreas rurais ou em periferias urbanas. A equipe encarregada da preparação do estudo ambiental deve ter conhecimento de todos os estudos técnicos relevantes que tenham sido produzidos para a preparação de um projeto, inclusive para alternativas que tenham sido descartadas.

Na maioria das vezes, os estudos de impacto ambiental são realizados quando há a perspectiva de se encontrar impactos significativos. Estes, por sua vez, são geralmente originados de ações ou atividades de caráter tecnológico, como a construção de uma barragem, a extração de minerais ou o carregamento de navios em um porto. Estabelece-se, assim, uma relação de causa e efeito, na qual as ações tecnológicas são a causa de alterações de processos ambientais que, por sua vez, modificam a qualidade do ambiente - ou, em outras palavras, induzem a impactos ambientais.

Deve-se, aqui, ter clareza acerca dos conceitos discutidos no Cap. 1. As ações ou atividades são as causas, enquanto os impactos são as conseqüências sofridas (ou potencialmente sofridas) pelos receptores ambientais (os recursos ambientais, os ecossistemas, os seres humanos, a paisagem, o ambiente construído - conforme os vários termos e conceitos ali discutidos). Os mecanismos ou os processos que ligam uma causa a uma conseqüência são os efeitos, os aspectos ou processos ambientais, conforme se prefira empregar um ou outro termo (seções 1.6 e 1.7).

Para identificar os impactos ambientais, deve-se conhecer bem suas causas ou ações tecnológicas. Por isso, é usual que, antes da identificação propriamente dita dos impactos - ou como um passo dessa identificação - seja elaborada uma lista das atividades que compõem o empreendimento. Tal lista deve ser o mais detalhada possível, de maneira a mapear todas as possíveis causas de alterações ambientais. O Quadro 8.1 é um exemplo de lista de ações tecnológicas tipicamente realizadas em empreendimentos de mineração, embora nem todos os empreendimentos desse tipo

**Quadro 8.1** Principais atividades componentes de um empreendimento de mineração**FASE DE PESQUISA E PLANEJAMENTO**

Contratação de pessoal temporário  
Serviços topográficos  
Abertura de vias de acesso  
Instalação de acampamentos  
Mapeamento geológico, prospecção geofísica e geoquímica  
Perfuração e coleta de testemunhos  
Retirada de material para ensaios  
Realização de ensaios de laboratório ou em escala-piloto  
Elaboração de projeto de engenharia

**FASE DE IMPLANTAÇÃO**

Aquisição de terras  
Contratação de serviços de terceiros  
Encomenda de máquinas e equipamentos  
Construção ou serviços de melhoria das vias de acesso  
Implantação de canteiro de obras  
Contratação de mão-de-obra para a construção  
Remoção da vegetação  
Decapeamento e terraplenagem  
Estocagem de solo vegetal  
Perfuração de poços e galerias de acesso para minas subterrâneas  
Preparação dos locais de disposição de estéreis e de rejeitos  
Instalação de linha de transmissão de energia elétrica ou instalação de grupo gerador  
Implantação de sistema de captação e armazenamento de água  
Construção e montagem das instalações de manuseio e beneficiamento  
Construção e montagem das instalações de apoio  
Disposição de resíduos sólidos  
Implantação de viveiro de mudas  
Recrutamento de mão-de-obra para a fase de operação

**FASE DE OPERAÇÃO**

Remoção de vegetação  
Decapeamento da jazida  
Abertura de vias subterrâneas  
Drenagem da mina e áreas operacionais  
Perfuração e desmonte de rocha  
Carregamento e transporte de minério e estéril  
Disposição de estéreis  
Disposição temporária de solo vegetal  
Revegetação e demais atividades de recuperação de áreas degradadas  
Estocagem de minério  
Britagem e classificação

Beneficiamento  
Secagem dos produtos  
Processamento metalúrgico ou químico  
Disposição de rejeitos  
Estocagem dos produtos  
Expedição  
Transporte  
Estocagem de insumos  
Disposição de resíduos sólidos  
Manutenção  
Aquisição de bens e serviços  
~~ACEBENTISATACAD~~  
Retaludamento e implantação de sistema de drenagem  
Preenchimento de escavações  
Fechamento do acesso a aberturas subterrâneas e sinalização  
Revegetação e recuperação de áreas degradadas  
Desmontagem das instalações elétricas e mecânicas  
Remoção de insumos e resíduos  
Demolição de edifícios  
Dispensa da mão-de-obra  
Supervisão e monitoramento pós-operacional

---

compreendam todas essas atividades. Listas como essa podem ser usadas diretamente ou, o que é mais apropriado, servirem de ponto de partida para a equipe montar sua própria lista de ações ou atividades, adequada ao projeto que será analisado. Os Quadros 8.2 a 8.5 apresentam listas similares, respectivamente das ações que costumam ser realizadas durante as diferentes etapas do ciclo de vida de barragens para fins de geração de energia elétrica e durante as etapas de planejamento, construção e operação de rodovias, aterros de resíduos e linhas de transmissão de energia elétrica. Naturalmente, trata-se de atividades suscetíveis de modificar o ambiente e de originar impactos significativos.

É importante buscar o melhor entendimento possível do projeto, pois isso será o fundamento de uma boa identificação dos impactos. A participação, na equipe, de um técnico especializado no tipo de projeto analisado é então essencial, mas também é necessário que os demais membros da equipe compreendam bem as ações tecnológicas que compõem o empreendimento. Cada uma dessas ações poderá ocasionar um ou mais impactos ambientais.

Embora a "divisão" do empreendimento em diversas ações seja justificável como procedimento analítico, não se pode perder de vista sua totalidade. Determinados impactos (que poderiam ser chamados de "sistêmicos") não decorrem de uma ação isolada, mas do conjunto de ações que compõem o projeto. Por essa razão, encontra-se em alguns EIAs a identificação de impactos associados a esse conjunto, e não somente dos impactos associados a uma ou outra ação tecnológica individualizada.

**Quadro 8.2** Principais atividades componentes de uma barragem

FASE DE PLANEJAMENTO
Estudos hidrológicos
Contratação de pessoal temporário
Levantamentos aerofotogramétricos
Serviços topográficos
Abertura de vias de acesso
Instalação de acampamentos
Estudo da disponibilidade de materiais de construção
Investigações geológico-geotécnicas
Perfuração, abertura de trincheiras e coleta de amostras
Retirada de material para ensaios geológico-geotécnicos
Realização de ensaios de laboratório ou em escala-piloto
Levantamento fundiário
Elaboração de projeto de engenharia
FASE DE EXECUÇÃO
Veiculação de informações sobre o empreendimento
Aquisição de terras para instalação do canteiro de obras
Encomenda de máquinas e equipamentos
FASE DE OPERAÇÃO
Aquisição de terras
Contratação de serviços de terceiros
Construção ou serviços de melhoria das vias de acesso
Ampliação e melhoria da infra-estrutura existente (energia, comunicações, fornecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotos etc.)
Decapeamento e terraplenagem da área do canteiro de obras
Estocagem de solo vegetal
Implantação de canteiro de obras
Contratação de mão-de-obra para a construção
Implantação de alojamentos e vila residencial
Construção de oficinas, pátios de máquinas, galpões de armazenagem
Abertura de áreas de empréstimo e pedreiras
Remoção da vegetação
Implantação das fundações da barragem
Extração de material de empréstimo (solo e rocha)
Construção de ensecadeira e desvio do rio
Serviços de terraplenagem, compactação, transporte de material, concretagem
Disposição de resíduos sólidos
Transporte, recebimento e armazenamento de insumos e equipamentos
Montagem eletromecânica
Construção de linha de transmissão
Construção de locais para reassentamento da população
Reinstalação de infra-estrutura afetada (estradas etc.)
Recrutamento de mão-de-obra para a fase de operação
FASE DE ENCERRAMENTO
Desocupação da área e transferência da população

Pagamento de indenizações

Desmatamento e limpeza da área de inundação

Fechamento das comportas

#### FASE DE OPERAÇÃO

Operação do reservatório (controle de vazão)

Acompanhamento do comportamento das estruturas

Manutenção civil, elétrica e mecânica

Controle e eliminação de plantas aquáticas

Fiscalização da área do reservatório e faixa de segurança

Dragagem e remoção de sedimentos

Turbinagem de água

Geração de energia elétrica

#### FASE DE DESATIVAÇÃO

Remoção e contenção dos sedimentos

Retaludamento e implantação de sistema de drenagem

Demolição de edifícios e demais estruturas

Preenchimento de escavações

Fechamento do acesso a aberturas subterrâneas e sinalização

Revegetação e recuperação de áreas degradadas

Desmontagem das instalações elétricas e mecânicas

Remoção de insumos e resíduos

Dispensa da mão-de-obra

Supervisão e monitoramento pós-operacional

Todas as etapas do ciclo de vida de um empreendimento devem ser levadas em conta, pois impactos significativos podem decorrer de ações realizadas em diferentes etapas. Não há uma forma única para dividir o ciclo de vida de um empreendimento em períodos – deve-se considerar as características próprias de cada tipo de projeto. A periodização do ciclo de vida deve ser a mais apropriada para descrever com suficiente detalhe cada um dos tipos, como exemplificam os Quadros 8.1 a 8.5. Para uma barragem, é conveniente discriminar uma etapa de enchimento do reservatório, pois alguns impactos importantes ocorrem especificamente nesse momento. Já para uma mina, não se pode esquecer da etapa de desativação e fechamento, quando ocorrem impactos socioeconômicos como o desemprego e a redução da arrecadação tributária municipal, e deve-se preparar medidas de gestão voltadas para atenuar os impactos remanescentes e programas de recuperação de áreas degradadas. De qualquer forma, as etapas básicas geralmente consideradas são planejamento, implantação e operação, ao passo que a importância de planejar as etapas de desativação e fechamento vem sendo progressivamente reconhecida (Sánchez, 2001). O entendimento de cada uma dessas etapas é:

- \* Planejamento: corresponde à execução de estudos técnicos e econômicos e pode incluir um certo número de atividades de investigação ou levantamento de campo, tais como serviços de topografia, cadastramento de moradores e sondagens geológicas ou geotécnicas. Essas atividades podem causar alguns impactos físicos e bióticos, mas os mais importantes costumam ser registrados no meio antrópico.
- \* Implantação: compreende todas as atividades necessárias para a construção de instalações ou de preparação para o início do funcionamento, como, por exemplo,

**Quadro 8.3** Principais atividades componentes de um empreendimento rodoviário**FASE DE PLANEJAMENTO**

Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de traçado  
 Divulgação do empreendimento  
 Investigações geotécnicas preliminares, levantamentos topográficos e cadastrais  
 Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações

**FASE DE PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES RELACIONADAS**

Execução da desapropriação, desocupação de imóveis e demolições  
 Pagamento de indenizações  
 Construção de moradias e benfeitorias para reassentamento  
 Transferência da população afetada  
 Remanejamento de redes de utilidades públicas  
 Contratação de serviços  
 Contratação de mão-de-obra  
 Implantação de canteiros, acampamentos e demais áreas de apoio  
 Abertura de vias de acesso e pistas de serviço  
 Transporte de máquinas até os locais das obras  
 Desvios e bloqueios de trânsito de veículos, pedestres e animais  
 Aquisição de bens e insumos  
 Estocagem de bens e insumos  
 Remoção da vegetação  
 Implantação de pedreiras ou aquisição de brita  
 Instalação de usina de asfalto

**FASE DE IMPLANTAÇÃO ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO**

Terraplenagem, execução de cortes e aterros  
 Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais  
 Desvio e canalização de cursos d'água  
 Transporte e disposição de materiais em bota-foras  
 Transporte de insumos e materiais para os canteiros e distribuição na área de construção  
 Execução de obras de arte  
 Preparação do leito carroçável  
 Pavimentação  
 Plantio em taludes e outras áreas  
 Sinalização  
 Manutenção de máquinas e equipamentos

**FASE DE MANUTENÇÃO E MOBILIZAÇÃO**

Desmontagem do canteiro de obras  
 Retirada de entulho e resíduos  
 Recuperação de áreas degradadas  
 Dispensa da mão-de-obra

**FASE DE OPERAÇÃO**

Circulação de veículos  
 Conservação e manutenção da via  
 Conservação e manutenção de áreas verdes  
 Proteção da faixa de domínio  
 Controle de operações

**Quadro 8.4 Principais atividades componentes de um aterro de resíduos****FASE DE PLANEJAMENTO**

Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de localização  
 Investigações geotécnicas preliminares  
 Divulgação do empreendimento  
 Declaração de utilidade pública e anúncio de desapropriações

**FASE DE IMPLANTAÇÃO: ATIVIDADES PREPARATÓRIAS**

Execução das desapropriações  
 Pagamento de indenizações  
 Contratação de serviços  
 Contratação de mão-de-obra  
 Implantação do canteiro de obras  
 Deslocamento de máquinas  
 Aquisição de bens e insumos  
 Estocagem de bens e insumos  
 Remoção da vegetação

**FASE DE IMPLANTAÇÃO: IMPLANTAÇÃO DO ATERRO**

Escavações para preparação de células  
 Compactação do solo do fundo das células  
 Instalação de sistema de drenagem no fundo e nos taludes laterais  
 Instalação de manta impermeável no fundo e nos taludes laterais  
 Instalação de dutos para coleta de biogás  
 Implantação de sistema de drenagem de águas pluviais  
 Perfuração de poços de monitoramento das águas subterrâneas  
 Construção de guaritas, escritórios e demais instalações  
 Instalação de cerca  
 Implantação de cortina vegetal

**FASE DE OPERAÇÃO**

Circulação de caminhões pelas vias de acesso  
 Recebimento e pesagem dos caminhões  
 Descarga dos caminhões  
 Compactação do lixo  
 Recobrimento do lixo com terra  
 Coleta de chorume  
 Tratamento de chorume ou encaminhamento para estação de tratamento  
 Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)  
 Conservação e manutenção de áreas verdes  
 Monitoramento ambiental

**FASE DE DESATIVAÇÃO**

Recobrimento definitivo com solo  
 Plantio de gramíneas nas bermas e taludes  
 Monitoramento geotécnico  
 Monitoramento ambiental  
 Tratamento de chorume ou encaminhamento para estação de tratamento  
 Coleta e queima de biogás (ou aproveitamento)

**Quadro 8.5** Principais atividades componentes de uma linha de transmissão de energia elétrica**FASE DE PLANEJAMENTO**

Estudos de viabilidade técnico-econômica e de alternativas de traçado

**FASE DE IMPLANTAÇÃO: ATIVIDADES PREPARATORIAS**

Serviços de topografia

Abertura de estradas de acesso e de serviço; abertura de heliportos

Investigações geológico-geotécnicas dos locais de construção das torres

Contratação de serviços

Contratação de mão-de-obra

Aquisição de equipamentos e materiais

Remoção da vegetação na faixa de servidão

Abertura de praças para montagem das estruturas e lançamento dos cabos

**FASE DE IMPLANTAÇÃO: CONSTRUÇÃO**

Transporte das torres, cabos e demais componentes

Execução das fundações

Execução de obras de estabilização de taludes e drenagem

Montagem das estruturas metálicas

Lançamento dos cabos e instalação dos componentes

**FASE DE OPERAÇÃO**

Transmissão de energia

Inspeções periódicas (terrestres ou aéreas)

Manutenção preventiva das torres e fundações

Manutenção da faixa de servidão

Manutenção corretiva

**FASE DE DESATIVAÇÃO**

Retirada dos cabos

Desmontagem das torres

Remoção de resíduos

Reabilitação das áreas degradadas

execução de plantios florestais em um projeto de silvicultura. A instalação de canteiros de obras, o recrutamento de mão-de-obra, a desmobilização do pessoal empregado na construção e a desmontagem do canteiro são algumas atividades desta fase. Pode incluir a realização de testes em projetos industriais antes da posta em marcha definitiva (operação). Para certos empreendimentos, como rodovias, portos e outros projetos de infra-estrutura, essa etapa pode acarretar os impactos mais importantes, inclusive aqueles relacionados ao deslocamento de populações humanas. Para conveniência na identificação de impactos, a fase de implantação pode ser subdividida.

- \* Operação: corresponde ao funcionamento do empreendimento, sendo normalmente a etapa mais longa. Durante a operação, os empreendimentos são modificados, corrigidos, melhorados, ampliados; as matérias-primas de processos industriais podem mudar e o uso do solo no entorno do empreendimento pode ser radicalmente modificado; incidentes e acidentes podem ocorrer. Tudo isso requer uma gestão adaptativa, pois é impossível que o estudo de impacto ambiental preveja detalhadamente todos os cenários da vida futura de um empreendimento. Em

casos de modificações ou ampliações substanciais, um novo EIA pode ser necessário. Para muitos empreendimentos, como indústrias, minas, usinas termelétricas e aterros de resíduos, a etapa de operação causa os impactos mais significativos.

- \* **Desativação:** corresponde à preparação para o fechamento das instalações ou paralisação das atividades<sup>2</sup>. A desativação requer um planejamento específico com suficiente antecedência, mas, para certos empreendimentos, as principais atividades para que a etapa de desativação transcorra com os menores efeitos adversos são conhecidas desde o planejamento do projeto. É o caso de minas, aterros de resíduos e indústrias. O plano de desativação ou o plano de recuperação de áreas degradadas podem constar como medidas de gestão no EIA, mas deverão ser revistos e atualizados com periodicidade. Em diversos países, como Estados Unidos e Canadá, assim como na Região Administrativa de Hong Kong, pode ser requerida a preparação de um EIA para a desativação de certos tipos de empreendimentos.
- \* **Fechamento:** é a cessação definitiva das atividades. Impactos residuais (permanentes) podem ocorrer e devem ser devidamente identificados no EIA. Após o fechamento de um empreendimento, um novo projeto pode ser proposto para o mesmo local. Caso esse novo projeto tenha o potencial de causar impactos adversos significativos, deverá ser objeto de um novo estudo ambiental, como para um aterro de resíduos projetado para ocupar a cava de uma pedreira.

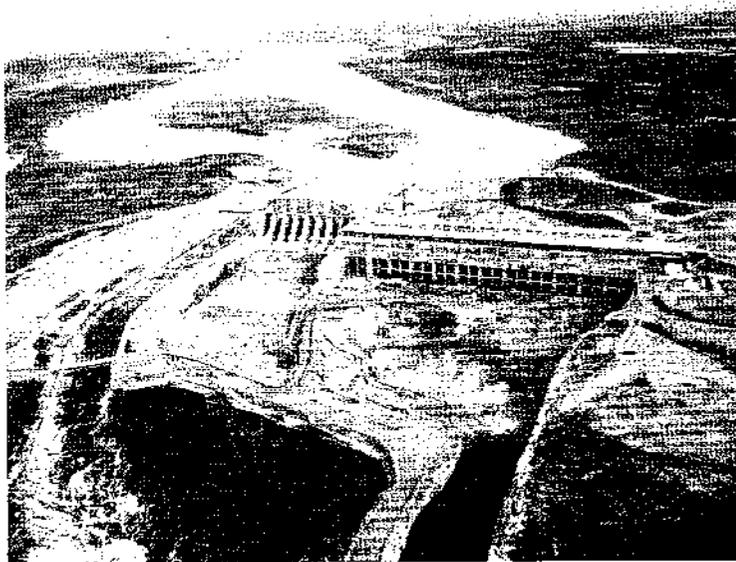
O tipo de informação necessária para lograr um bom entendimento do projeto é muito diferente para cada etapa de seu ciclo de vida. Enquanto o licenciamento ambiental convencional de atividades industriais ou poluidoras focaliza essencialmente a etapa de operação, a avaliação de impacto ambiental deve, necessariamente, abordar o projeto "do berço ao túmulo", para tomar emprestado o jargão da avaliação do ciclo de vida de produtos.

Assim, para a etapa de operação, é fundamental conhecer o processo industrial, o consumo de matérias-primas, energia, água e outros insumos, as emissões e a geração de resíduos. Já para avaliar os impactos da fase de implantação, é preciso conhecer os métodos construtivos, a necessidade de mão-de-obra e os critérios de recrutamento, a necessidade de instalar sistemas auxiliares, como linhas de transmissão de eletricidade ou sistemas de captação e armazenagem de água, entre várias outras informações sobre o projeto (Figs. 8.1 a 8.4).

Não se deve esquecer de que, no EIA, um capítulo deve ser dedicado à descrição do empreendimento. Se essa descrição for adequada (a adequação, clareza e suficiência serão avaliadas pelos analistas técnicos do órgão governamental encarregado do licenciamento ambiental), permitirá que os leitores do estudo (incluindo os analistas) tirem suas próprias conclusões sobre os impactos potenciais.

Na literatura técnica pode-se encontrar listas de atividades ou descrições de uma série de tipos de empreendimentos preparadas especificamente com o propósito de facilitar a identificação de impactos ambientais. A título de exemplo, são citadas aqui duas dessas fontes. Fornasari Filho et al (1992) descrevem com detalhe as principais "ações tecnológicas" típicas de quinze tipos de projetos de engenharia, incluindo barragens,

<sup>2</sup>Não há concordância quanto ao uso de termos como desativação, fechamento ou pós-fechamento. No Brasil também é usada a palavra "descomissionamento", adaptada do inglês decommissioning. Em português, o termo que equivale a decommissioning é desativação, com o sentido de preparação para o fechamento, tratando-se de duas etapas diferentes no ciclo de vida de um empreendimento.



**Fig. 8.1** Construção da barragem La Grande 1, Quebec, Canadá. Abertura de um canal de desvio e construção de uma ensecadeira são algumas atividades causadoras de impactos ambientais durante a fase de implantação



**Fig. 8.2** Construção de uma linha de transmissão de energia elétrica em área urbana. O estudo dos métodos e processos construtivos é uma das principais tarefas para a identificação dos impactos ambientais. Nesta foto, está em execução a instalação dos cabos e dos isoladores



**Fig. 8.3** Escavação em mina de carvão com o emprego de uma dragline, atividade que resulta em aspectos ambientais evidentes, como a modificação do relevo, a emissão de poeiras e ruídos e o consumo de combustíveis fósseis. Mina de carvão Duhva, África do Sul



**Fig. 8.4** Parque eólico nas proximidades da cidade de Tarazona, região de Aragão, Espanha, tipo de empreendimento que, embora produza "energia limpa", causa ruído, impactos sobre a paisagem e a avifauna

canais, aterros de resíduos, projetos de irrigação e projetos urbanísticos. Fernández-Vitória (2000) apresenta listas de "ações impactantes" para dezoito diferentes tipos de atividades, incluindo plantio florestal, planos de ordenamento territorial e projetos de irrigação.

A subdivisão de um empreendimento pode resultar em dezenas ou mesmo centenas de atividades. Canter (1996, p. 97) reporta um levantamento feito para o Exército americano, segundo o qual foram inventariadas cerca de 2 mil "atividades básicas" em nove diferentes "áreas funcionais". Por exemplo, na área funcional de construção civil, algumas atividades são remoção de vegetação, preenchimento de fundações, limpeza de formas de concreto e instalação de isolamento termoacústico.

Com que grau de detalhe devem ser descritas as atividades de um projeto? Quais atividades podem ser agrupadas em categorias afins para que a descrição do projeto não resulte em centenas de pequenas tarefas e procedimentos? Não pode haver uma resposta única a essas questões. A descrição do empreendimento deve ser tal que permita sua perfeita compreensão pelos analistas e também pelos futuros leitores do EIA. Uma dificuldade prática decorre da freqüente situação de nem mesmo o empreendedor ou o projetista serem, muitas vezes, capazes de descrever o projeto em detalhe, pela simples razão deste não ter sido claramente definido quando se iniciam os estudos ambientais. Mas há situações mais difíceis para o analista ambiental, como aquelas que se apresentam quando o projeto é modificado no curso dos estudos ambientais, de maneira que as tarefas iniciais da avaliação dos impactos ambientais têm de ser refeitas, e mesmo refeitas mais de uma vez.

Em outras situações de planejamento e gestão ambiental também deve ser executada a tarefa de levantar as atividades que podem causar impactos ambientais – como no planejamento de um sistema de gestão ambiental ou na implantação de programas de prevenção à poluição e de produção mais limpa –, mas nesses casos o exercício é mais simples, pois o objeto de estudo é um empreendimento real, não um projeto.

### 8.3 DESCRIÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS: ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos são normalmente descritos por meio de *enunciados sintéticos*, como os seguintes exemplos de impactos usualmente encontrados na construção de barragens:

- \* perda e alteração de habitats devido ao enchimento do reservatório;
- \* perda de animais por afogamento;
- \* proliferação de vetores;
- \* destruição de elementos do patrimônio espeleológico;
- \* desaparecimento de locais de encontro da comunidade local;
- \* perda de terras agrícolas;
- \* aumento da arrecadação tributária municipal;
- \* aumento da demanda de bens e serviços.

Além de *concisos*, os enunciados deveriam ser suficientemente *precisos* para evitar ambigüidades na sua interpretação; idealmente deveriam:

- \* ser sintéticos;
- \* ser auto-explicativos;

- \* descrever o sentido das alterações (perda de..., destruição de..., redução de..., aumento de..., risco de...).

Entretanto, tais características dos enunciados que descrevem os impactos identificados nem sempre se encontram nos estudos de impacto ambiental, sendo freqüente encontrar enunciados dúbios ou de difícil compreensão. Muitas vezes, os enunciados encontrados são vagos, como "impactos sobre a fauna" ou "impactos sobre o solo" – embora termos similares possam ser discutidos com clareza e detalhe em textos explicativos, enunciados mais precisos possibilitam uma comunicação mais eficaz com os leitores do EIA e até mesmo entre os próprios membros da equipe multidisciplinar. O seguinte exemplo ilustra um detalhamento de impactos sobre o patrimônio arqueológico, feito para um estudo de impacto de uma usina hidrelétrica:

- \* destruição de acampamentos e aldeias pré-coloniais;
- \* destruição de oficinas líticas pré-coloniais;
- \* soterramento de vestígios arqueológicos;
- \* submersão de sítios arqueológicos;
- \* erosão e dispersão de vestígios arqueológicos;
- \* descaracterização do entorno dos sítios arqueológicos<sup>3</sup>.

<sup>3</sup>CNEC - Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores -, EIA da Usina Hidrelétrica Piraju, preparado para a Companhia Brasileira de Alumínio, 1998.

Esse conjunto de enunciados transmite ao leitor uma informação muito mais precisa do que simplesmente "impactos sobre o patrimônio arqueológico", mesmo que se não tenha conhecimentos sobre a disciplina científica.

Claro que tal detalhamento somente é possível em etapas mais avançadas da preparação de um EIA, quando já tenha sido concluído o diagnóstico ambiental. Durante a identificação preliminar dos impactos prováveis, que é feita para o planejamento de um estudo ambiental, pode-se nem mesmo saber com certeza se há ou não sítios arqueológicos na área de influência do empreendimento. Por isso trata-se, nesta fase dos trabalhos, da *identificação preliminar*, conforme a Fig. 7.1. Somente depois de feitos os estudos de base esses impactos podem ser confirmados (em muitos casos somente se pode reduzir a margem de incerteza sobre os impactos previstos). Posteriormente, na etapa de análise dos impactos, a identificação preliminar é revista, com eventual acréscimo de novos impactos ou descarte de impactos sobre os quais não foram coletadas evidências suficientes de que possam ocorrer, ou que sejam claramente irrelevantes.

A identificação de impactos faz-se, portanto, por aproximações sucessivas, e os enunciados (hipóteses) podem ser revistos pela equipe a cada vez que houver uma nova evidência sobre a natureza de cada impacto ou nova informação sobre o diagnóstico ambiental. Assim, vai-se refinando a identificação ao mesmo tempo em que se avança no diagnóstico ambiental e mesmo na própria análise dos impactos. Os enunciados podem se tornar mais precisos e se desdobrar em enunciados de detalhe (como no exemplo acima sobre os impactos arqueológicos). Interagindo com a comunidade – mesmo por meio de conversas informais – pode-se detectar novos impactos antes insuspeitos (porém, se serão ou não significativos será motivo de análise posterior).

Nesse processo, vão surgindo peculiaridades locais que poderiam não ter ficado evidentes durante a identificação preliminar. Por exemplo, em uma região carbonífera

no sul da França, em que, após mais de um século de mineração subterrânea, uma mina seria fechada, a empresa estatal detentora das concessões apresentou um projeto de prolongamento da vida útil que previa a lavra a céu aberto de camadas superficiais de carvão. O uso do solo e a economia da zona haviam sido largamente determinados pela história recente, e a paisagem apresentava um mosaico de vilas operárias, pequenas propriedades agrícolas e instalações industriais que seriam afetados pela alternativa escolhida. Alguns dos impactos socioeconômicos identificados no EIA (Houillères de Bassin du Centre et du Midi/Houillères d'Aquitaine, Étude d'Impact, Exploitation par Grandes Découvertes des Stots de Carmaux, 1982) foram:

- \* manutenção de empregos industriais;
- \* interrupção de caminhos rurais;
- \* interrupção de canalizações de suprimento de água;
- \* ocupação de propriedades agrícolas;
- \* deslocamento forçado de pessoas;
- \* impacto visual;
- \* modificação do microclima.

Este último impacto decorre do efeito de sombra devido à construção de pilha de estereis (rochas que não contêm carvão), com conseqüências para a agricultura, já que na latitude de 44°, a baixa altura do sol sobre o horizonte durante os meses de inverno reduz a insolação dos terrenos agrícolas, que passariam a ficar situados na sombra da pilha. Neste caso, o EIA concluiu que culturas situadas a menos de 70 m da borda da pilha poderiam ter perda de rendimento devido à sombra, pela menor temperatura e maior ocorrência de geadas decorrentes (esse é um exemplo de previsão da magnitude de um impacto e também de determinação de área de influência do mesmo).

O exemplo ilustra que, ao se identificar os impactos prováveis de um projeto, é preciso ir além de um pensamento convencional e de maneira alguma se limitar a compilar listas de tipos genéricos de impactos existentes na literatura ou em outros estudos, que podem não refletir a importância que local ou regionalmente se atribui a determinados elementos do ambiente (os componentes valorizados do ecossistema). A importância de tais elementos ambientais é um fator que deve ser levado em conta na identificação de impactos, como é o caso da paisagem que, nos estudos de impacto franceses e de outros países europeus, usualmente têm lugar de destaque (Figs. 8.5 e 8.6).

Um exemplo de lista genérica de impactos é mostrado no Quadro 8.6, que apresenta os principais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de linhas de transmissão de energia elétrica. Ali estão também descritas algumas ações tipicamente realizadas para esse tipo de empreendimento, ao lado de diversos impactos encontrados com freqüência. O quadro não mostra, porém, nenhuma correlação entre as ações e os impactos. Embora o leitor possa, com relativa facilidade, associar ações e impactos, essa tarefa deveria ser executada pelo analista de impactos, que desta forma poderia mostrar como chegou às suas conclusões sobre os prováveis impactos.

A relação de todos os impactos identificados no estudo relativo ao projeto de captação de águas do rio São Francisco e transferência para outras bacias hidrográficas, projeto conhecido como "transposição do rio São Francisco", é mostrada no Quadro 8.7.

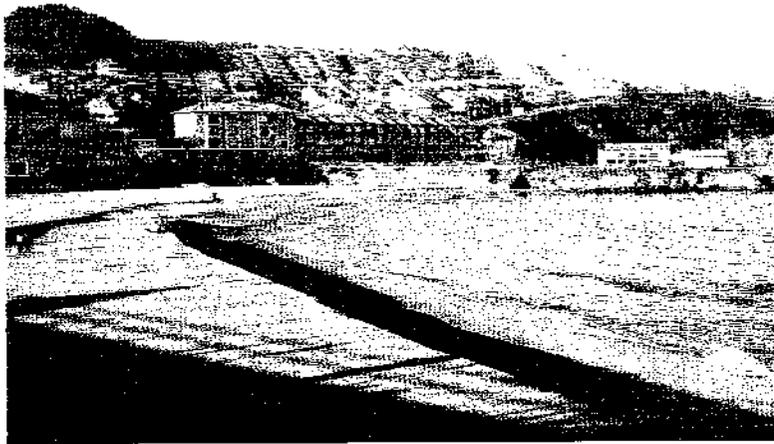


Fig. 8.5 Na cidade costeira de Luanco, Astúrias, Espanha, a regularidade e o padrão repetitivo de um empreendimento habitacional contrasta com o patrimônio histórico e a arquitetura vernacular dominante no local (visível na foto abaixo), um exemplo de impacto visual significativo

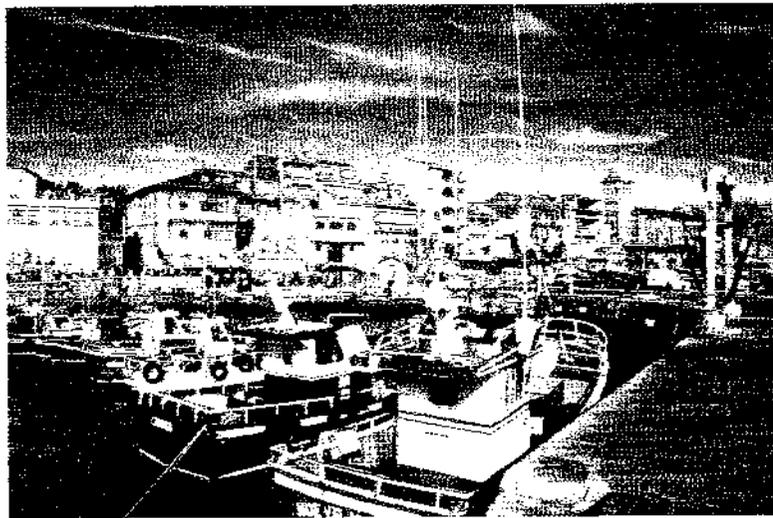


Fig. 8.6 Centro histórico de Luanco, com seu pequeno porto pesqueiro, casas com balcões e igreja do século XVIII

Dos 44 impactos identificados, 23 foram considerados como “de maior relevância”, e destes, onze são positivos e doze negativos. O projeto pretende captar  $63,5 \text{ m}^3/\text{s}$  de água do rio (cerca de 3,5% da vazão disponível) e transferi-la para outras bacias situadas nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, por de um sistema de canais, estações de bombeamento, pequenos reservatórios e pequenas usinas hidrelétricas (Ecology Brasil/Agrar/JP Meio Ambiente, Rima do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, preparado para o Ministério da Integração Nacional, 2004).

A descrição de impactos biofísicos e antrópicos de uma atividade realizada em ambiente marinho é ilustrada pela relação de impactos de um projeto de produção de petróleo e gás no campo de Albacora Leste, situado ao largo do Estado do Rio de Janeiro, em profundidades que variam de 800 a 2.000 m (Quadro 8.8). Neste caso, os enunciados indicam a principal causa de cada impacto, podendo-se notar que certas atividades ocasionam mais de um impacto, como o “lançamento ao mar da água produzida”.

Para identificar os impactos, as relações de causa e consequência podem ou não ser descritas com a explicitação dos mecanismos ou processos que as unem. Enquanto alguns analistas ambientais preferem descrever uma relação como atividade-aspecto-impacto ambiental, em muitos estudos ambientais é usada somente a categoria de impacto ambiental.

Porém, para avaliar um novo empreendimento de uma empresa que já disponha de um sistema de gestão ambiental, é útil seguir um procedimento que permita, já desde a preparação do EIA, identificar aspectos e impactos ambientais. Assim, o EIA poderá também ter utilidade no planejamento do SGA do novo empreendimento, uma vez que a etapa inicial – a identificação dos aspectos e impactos – já terá sido feita. (E, da mesma forma, os planos de gestão propostos no EIA poderão ser compatíveis com os programas de gestão, objetivos e metas estabelecidos em decorrência do SGA.)

**Quadro 8.6** Principais atividades na implantação e operação de uma linha de transmissão de energia e seus principais aspectos e impactos ambientais

PRINCIPAIS ATIVIDADES	PRINCIPAIS EFEITOS AMBIENTAIS
Serviços de topografia	Aumento da erosão
Abertura de estradas de acesso e serviço	Modificação do escoamento superficial da água em áreas de estradas e torres
Investigações geológico-geotécnicas dos locais de construção das torres	Perda e modificação de habitats da vida selvagem
Contratação de serviços e mão-de-obra para construção	Interferência com a produção agropecuária
Remoção da vegetação	Emissão de ruído
Transporte das torres, cabos e demais componentes	Emissão de gases, material particulado e compostos orgânicos voláteis
Execução das fundações e obras de estabilização de taludes e drenagens	Dispersão de agroquímicos
Montagem das estruturas metálicas	Geração de resíduos sólidos (embalagens, bobinas, latas e restos de tintas e solventes etc.)
Lançamento dos cabos e instalação dos componentes	Geração de campos eletromagnéticos
Transmissão de energia	Riscos para a saúde humana
Inspeções	Riscos à segurança das pessoas e dos bens econômicos
Manutenção da linha	Facilidade de acesso através das estradas de serviço
Manutenção das torres	
Manutenção da faixa desmatada	Valorização/desvalorização de imóveis
Manutenção da estrada de serviço	Impacto visual

**Quadro 8.7** Impactos ambientais identificados para o projeto de transposição das águas do rio São Francisco

IMPACTOS	FASE DE MANUTENÇÃO	FASE DE CONSTRUÇÃO	FASE DE OPERAÇÃO
<i>Introdução de tensões e riscos sociais durante a construção</i>			
<i>Ruptura de relações sociocomunitárias durante a fase de obra</i>			
<i>Possibilidade de interferência com populações indígenas</i>			
<i>Risco de acidentes com a população</i>			
<i>Aumento das emissões de poeira</i>			
<i>Aumento e/ou aparecimento de doenças</i>			
<i>Aumento da demanda por infra-estrutura de saúde</i>			
<i>Perda de terras potencialmente agricultáveis</i>			
<i>Perda temporária de empregos e renda por efeito das desapropriações</i>			
<i>Interferências com áreas de processos minerários</i>			
<i>Geração de empregos e renda durante a implantação</i>			
<i>Dinamização da economia regional</i>			
<i>Pressão sobre a infra-estrutura urbana</i>			
<i>Especulação imobiliária nas várzeas potencialmente irrigáveis no entorno dos canais</i>			
<i>Risco de interferência com o patrimônio cultural</i>			
<i>Aumento da oferta e da garantia hídrica</i>			
<i>Aumento da oferta de água para abastecimento urbano</i>			
<i>Abastecimento de água das populações rurais</i>			
<i>Redução da exposição da população a situações emergenciais de seca</i>			

IMPACTOS	FASE	FASE	FASE
	PLANEJAMENTO	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO
<i>Dinamização da atividade agrícola e incorporação de novas terras ao processo produtivo</i>			
<i>Diminuição do êxodo rural e da emigração da região</i>			
<i>Redução da exposição da população a doenças e óbitos</i>			
<i>Redução da pressão sobre a infra-estrutura de saúde</i>			
<i>Perda e fragmentação de cerca de 430 ha de áreas com vegetação nativa e de habitats da fauna terrestre</i>			
<i>Diminuição da diversidade da fauna terrestre</i>			
<i>Aumento das atividades de caça e diminuição das populações das espécies cinegéticas</i>			
<i>Modificação da composição das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras</i>			
<i>Risco de redução da biodiversidade das comunidades biológicas aquáticas nativas nas bacias receptoras</i>			
<i>Comprometimento do conhecimento da história biogeográfica dos grupos biológicos aquáticos nativos</i>			
<i>Risco de introdução de espécies de peixes potencialmente daninhas ao homem nas bacias receptoras</i>			
<i>Interferência sobre a pesca nos açudes receptores</i>			
<i>Risco de proliferação de vetores</i>			
<i>Ocorrência de acidentes com animais peçonhentos</i>			
<i>Instabilização de encostas marginais dos corpos d'água</i>			
<i>Início ou aceleração de processos erosivos e carreamento de sedimentos</i>			
<i>Modificação do regime fluvial das drenagens receptoras</i>			
<i>Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos corpos d'água</i>			
<i>Risco de eutrofização dos novos reservatórios</i>			
<i>Melhoria da qualidade da água nas bacias receptoras</i>			
<i>Aumento da recarga fluvial dos aquíferos</i>			
<i>Início ou aceleração dos processos de desertificação</i>			
<i>Modificação do regime fluvial do rio São Francisco</i>			
<i>Redução da geração de energia elétrica no rio São Francisco</i>			
<i>Diminuição de receitas municipais</i>			

*Nota: Os impactos mais relevantes estão em itálico. Fonte: adaptado de Ecology Brasil, Agrar, JP Meio Ambiente, Rima Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, 2004.*

Não existe uma única maneira de identificar ou analisar impactos, mas múltiplas formas, e cabe a cada equipe de analistas definir seus métodos de trabalho. Na seção 8.5 são apresentadas algumas ferramentas empregadas para facilitar o trabalho de identificar impactos, a saber, listas de verificação, redes de interação e diferentes tipos de matrizes.

#### 8.4 IMPACTOS CUMULATIVOS

Impactos cumulativos ou acumulativos são aqueles que se acumulam no tempo ou no espaço, resultando de uma combinação de efeitos decorrentes de uma ou diversas ações. Uma série de impactos insignificantes pode resultar em significativa degradação ambiental se concentrados espacialmente ou caso se sucedam no tempo.

**Quadro 8.8** *Impactos ambientais de um projeto de produção de petróleo e gás na plataforma continental*

IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO-BIÓTICO
Alteração dos níveis de turbidez da água, em decorrência da instalação do sistema submarino da atividade de produção
Morte dos organismos bentônicos, em decorrência da instalação do sistema submarino da atividade de produção
Introdução de espécies exóticas via água de lastro, em decorrência do comissionamento da UEP FPSO P-50
Alteração da biota marinha, sob influência da presença física do sistema de produção
Alteração da biota marinha, a partir da desativação da atividade de produção
Alteração dos níveis de nutrientes e de turbidez na coluna d'água, em decorrência do lançamento ao mar dos efluentes gerados na FPSO P-50
Alteração da biota marinha, em decorrência do lançamento ao mar dos efluentes gerados na FPSO P-50
Alteração da qualidade da água, em decorrência do lançamento ao mar da água produzida
Alteração da biota marinha, em decorrência do lançamento ao mar da água produzida (morte de organismos planctônicos)
Alteração da qualidade do ar, em decorrência da emissão de poluentes gasosos
IMPACTOS SOBRE O MEIO SOCIOECONÔMICO
Geração de conflitos entre atividades, decorrente da criação da zona de segurança no entorno do FPSO
Geração de empregos, por meio da demanda de mão-de-obra
Geração de tributos e incremento das economias local, estadual e nacional, em decorrência da atividade de instalação do sistema de produção
Aumento da demanda sobre a atividade de comércio e serviços, em decorrência da atividade de instalação do sistema de produção
Pressão sobre os tráfegos marítimo, aéreo e rodoviário, decorrente das atividades de produção de óleo e gás
Pressão sobre a infra-estrutura portuária, de transportes rodoviário e marítimo, com aumento da demanda da indústria naval e dinamização do setor aéreo decorrentes das atividades de produção de óleo e gás
Aumento da produção de hidrocarbonetos decorrente das atividades de produção de óleo e gás
Geração de <i>royalties</i> e dinamização da economia decorrentes das atividades de produção de óleo e gás
Aumento do conhecimento técnico-científico e fortalecimento da indústria petrolífera decorrente das atividades de produção de óleo e gás
Geração de expectativas decorrentes das atividades de produção de óleo e gás
Pressão sobre a infra-estrutura de disposição final de resíduos sólidos e oleosos

Fonte: Habtec Engenharia Ambiental, Rima FPSO P-50. Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural. Campo de Albacora Leste, 2002.

Assim, se esgotos de uma residência forem lançados *in natura* em um córrego, suas conseqüências podem nem ser mensuráveis, mas se muitas residências procederem da mesma forma, certamente a qualidade das águas ficará sensivelmente degradada. O corte de vegetação ripária em uma pequena propriedade rural pode não ter efeitos mensuráveis sobre o ecossistema aquático, mas se essa vegetação for eliminada de toda uma bacia hidrográfica, não há dúvidas sobre seus efeitos deletérios. Pequenos empreendimentos turísticos, como pousadas e restaurantes, e pequenas obras de infra-estrutura urbana individualmente podem ter impacto pouco relevante, mas somados e concentrados em uma área modificam paisagens, qualidade das águas e a cultura local (Fig. 8.7).

Tradicionalmente, a AIA não se ocupa de impactos insignificantes ou de baixa significância, tampouco de ações que, tomadas individualmente, tenham baixo potencial de causar impactos significativos, pois tais situações são tratadas por outros instrumentos de planejamento e gestão ambiental, como o zoneamento de uso do solo,



Fig. 8.7 Ao Phang-Nga, Tailândia, região com grande concentração de empreendimentos turísticos que, juntos, causam impactos cumulativos relevantes

o licenciamento convencional e a obrigatoriedade de atendimento a normas e padrões (conforme Cap. 5, em particular, Fig. 5.10). Mas para projetos sujeitos à preparação de um estudo ambiental, a consideração de impactos cumulativos pode ser crucial para bem fundamentar uma decisão. Nos Estados Unidos, a Lei da Água Limpa (Clean Water Act) requer explicitamente que a Environmental Protection Agency considere os impactos cumulativos quando analisa pedidos individuais de descarga de materiais dragados ou de execução de aterros em ambientes aquáticos ou áreas úmidas (Leibowitz et al, 1992). Para exemplificar o problema de que "muitas" pequenas ações, que individualmente têm impacto

desprezível, podem juntas causar impactos significativos, considere-se o dado apresentado por Abbruzese e Leibowitz (1997, p. 458): uma única agência federal, o Corpo de Engenheiros do Exército, recebe nada menos que 62 mil solicitações anuais para intervenções físicas em ambientes aquáticos.

A Resolução Conama 1/86 determina que a análise dos impactos inclua suas "propriedades cumulativas e sinérgicas" (Art. 6º, II). A consideração dos impactos cumulativos é também requerida pelas regulamentações americana e canadense, entre outras. O regulamento da Nepa define impacto cumulativo como

[...] o impacto que resulta do impacto incremental da ação [em análise] quando acrescida de outras ações passadas e presentes e de ações futuras razoavelmente previsíveis, independentemente de qual agência (Federal ou não) ou pessoa execute tais ações. Impactos cumulativos podem resultar de ações individualmente pequenas, mas coletivamente significativas que ocorram em um período de tempo [Seção 1508.7].

Por sua vez, a lei canadense de avaliação ambiental estabelece que os estudos ambientais devem considerar:

a) os efeitos ambientais do projeto, incluindo aqueles causados por acidentes ou disfunções e quaisquer efeitos cumulativos que possam resultar do projeto, combinados com outras atividades existentes ou com a realização futura de outros projetos ou atividades [Art. 16 (1) (a)].

Quando o poder decisório reside no mesmo organismo responsável pelo processo de AIA, como ocorre nos Estados Unidos, a consideração de "outras ações presentes" e de "ações futuras razoavelmente previsíveis" pode, em boa parte, estar sob seu controle. Mas em sistemas de AIA como o brasileiro, em que o proponente do projeto prepara o seu EIA (ou contrata serviços sob seu controle), as informações sobre essas outras ações podem simplesmente ser inacessíveis.

As conseqüências de ações passadas podem, até certo ponto, ser detectadas por meio dos estudos de base (que descrevem a situação ambiental no momento de preparação do EIA), assim como aquelas decorrentes de "outras ações presentes", mas "ações futuras" são raramente do conhecimento do proponente de um projeto privado, embora possam ser do conhecimento do órgão ambiental, caso este tenha recebido pedidos de licenciamento de outros projetos situados na mesma área. Assim, em 2002, o Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (Daia), da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, tinha em análise, ou recentemente licenciados, nada menos que dezessete empreendimentos localizados na área do porto de Santos, a maioria de novos terminais de cargas. Por ser o único órgão que dispunha de tal informação, somente o Daia poderia fazer alguma análise que levasse em conta o acúmulo de impactos.

Mesmo as conseqüências das ações passadas e presentes sobre a qualidade atual do ambiente não são usualmente consideradas nos EIAs, cujos diagnósticos tendem a ser descritivos e raramente analisam com alguma profundidade os processos que levaram à situação neles descrita. McCold e Saulsbury (1996, p. 767) argumentam que "usar o ambiente atual como linha de base não é apropriado para a avaliação de impactos cumulativos, porque os efeitos das ações passadas e presentes são vistos como parte das condições existentes e não como fatores que contribuíram para impactos cumulativos".

No Canadá, a insuficiente consideração de impactos cumulativos já motivou decisões judiciais de suspensão de licenças ambientais, como ocorreu em 1998 com o projeto da mina de carvão Cheviot, na província de Alberta, ocasião em que o juiz determinou que o EIA fosse refeito e que nova consulta pública fosse promovida (Kennet, 1999, p. 7). Tratamento insuficiente dos impactos cumulativos é uma deficiência comum dos estudos de impacto ambiental. Uma amostra de cinquenta EIAs preparados no Reino Unido foi analisada por Cooper e Sheate (2002), que constataram que, embora 48% deles mencionassem o termo "impactos ou efeitos cumulativos", somente 18% traziam uma discussão desses impactos, enquanto "consideração e avaliação sistemáticas de efeitos cumulativos foram encontradas somente em três EIAs" (p. 432). No Canadá, Baxter, Ross e Spaling (2001) advogam que "uma estratégia distinta de estudos" (p. 255) é necessária para um tratamento adequado dos impactos cumulativos. Em doze casos analisados por esses autores, somente um EIA de uma barragem foi guiado por termos de referência separados para a análise dos impactos cumulativos. Nesse caso, os limites da área de estudo foram estabelecidos "explicitamente considerando os efeitos cumulativos" (p. 262). Ademais, "uma série de reuniões de trabalho foi realizada para identificar todas as demais atividades humanas na área, para caracterizar os efeitos cumulativos potenciais, para identificar os componentes valorizados do ecossistema sobre os quais poderiam se manifestar os efeitos cumulativos e para desenvolver uma estratégia para analisar os problemas potenciais" (p. 255).

Tais deficiências decorrem de duas ordens de causas: (i) dificuldade ou mesmo impossibilidade de obter informação sobre outros projetos presentes e, ainda mais, sobre projetos futuros; (ii) problemas de planejamento e condução dos estudos ambientais. O primeiro grupo de causas diz respeito a questões de ordem institucio-

nal ou mesmo legal (acesso a informação de agentes privados), o que leva autores como Kennet (2000) a argumentar que há limites inerentes ao processo de AIA no que tange ao tratamento de impactos cumulativos, e que uma gestão efetiva de efeitos cumulativos deve ir além do “paradigma da avaliação ambiental” e avançar para o campo da regulação do uso do solo e da gestão integrada de recursos. Já o segundo tipo de problemas pode ser resolvido ou minimizado se a identificação de impactos cumulativos for vista como uma necessidade durante a etapa de identificação de impactos potenciais de um projeto. Smith e Spaling (1995, p. 82) sugerem que os métodos de avaliação de impactos cumulativos geralmente sigam um modelo causal que consiste de três componentes:

- \* identificação de fontes de mudanças ambientais cumulativas, que podem ser distintos tipos de atividades;
- \* identificação dos caminhos ou processos de acumulação, considerando que mudanças ambientais acumulam-se no tempo e no espaço de modo aditivo ou interativo;
- \* desenvolvimento de uma tipologia de efeitos cumulativos, considerando que as mudanças podem ser diferenciadas, em geral de acordo com atributos temporais ou espaciais.

Esse esquema não difere, em essência, dos procedimentos que podem ser usados para identificar impactos ambientais, independentemente de sua cumulatividade, conforme será visto na seção seguinte. Cumulatividade e sinergismo referem-se, respectivamente, à possibilidade de os impactos se somarem ou se multiplicarem. Para McDonald (2000, p. 299), o caráter aditivo ou cumulativo dos impactos ambientais é bem mais comum que o sinérgico; este ocorre quando a ação combinada de substâncias químicas é maior que a soma dos efeitos individuais, sobre os seres vivos, dessas substâncias (Moreira, 1992), embora “respostas não-lineares” também possam ser vistas como um tipo de sinérgico<sup>4</sup>.

<sup>4</sup>Segundo McDonald (2000), o aumento da carga de sedimentos em rios situados em regiões de clima temperado pode resultar em efeitos deletérios sobre a população de peixes que não são associados de modo linear à carga de sedimentos. Ou seja, ao se buscar correlacionar a carga de sedimentos com a população de determinada espécie, os estoques podem diminuir mais rapidamente do que o incremento da carga de sedimentos.

Uma maneira prática de identificar impactos cumulativos é ordenar uma relação de projetos localizados como exemplificado no Quadro 8.9. É preciso definir, de antemão, qual a área de abrangência do estudo para que se possa identificar outras atividades ou projetos cujos impactos possam se acumular aos impactos do projeto em análise. Esse recorte espacial poderá ser diferente para distintos tipos de impactos.

## 8.5 FERRAMENTAS

Induzir e/ou deduzir quais serão as conseqüências de uma determinada ação é uma das primeiras tarefas do analista ambiental. Felizmente isso pode ser feito a partir de um certo patamar, pois a equipe multidisciplinar pode contar com conhecimento já acumulado e sistematizado, assim como buscar analogias em casos similares.

Há diversos tipos de ferramentas utilizáveis para auxiliar uma equipe na tarefa de identificar os impactos ambientais. Tais instrumentos foram desenvolvidos para facilitar o trabalho dos analistas, mas não se trata de “pacotes” acabados. São, na verdade, métodos de trabalho cuja aplicação demanda (i) um razoável domínio dos conceitos subjacentes; (ii) uma compreensão detalhada do projeto analisado e de todos os seus componentes; e (iii) um razoável entendimento da dinâmica socioambiental

**Quadro 8.9 Matriz de impactos cumulativos**

TIPO DE IMPACTO	IMPACTO DO PROJETO?	INFLUÊNCIA PERSISTENTE DE AÇÕES PASSADAS?	OUTRAS AÇÕES PRESENTES E FUTURAS			EFEITO CUMULATIVO potencial?	CARACTERÍSTICAS
			PROJETO A	PROJETO B	PROJETO C		
<i>Impacto 1</i>							
<i>Impacto 2</i> degradação da qualidade do ar	<i>Sim</i> direto, negativo, significativo	<i>Sim</i> outras fontes industriais e atividade agrícola	<i>Indústria de fertilizantes</i> emissões de F, SO <sub>2</sub> , MP	<i>Canavial queimadas</i> duas vezes ao ano emissões de MP, CO, NOx	<i>Rodovia emissões de NOx, CO, HC, SO<sub>2</sub>, MP</i>	<i>Sim</i> aumento das emissões de NOx, MP	Impacto potencialmente significativo Estudo requer modelagem de dispersão
<i>Impacto n</i>							

Fonte: Modificado de Senner, et al (2002).

do local ou região potencialmente afetada. Dito de outra forma, para uma boa identificação de impactos é necessário que haja colaboração entre os membros de uma equipe multidisciplinar que inclua cientistas naturais e sociais, assim como engenheiros ou outros técnicos que tenham um bom conhecimento do projeto ou do tipo de empreendimento analisado.

### LISTAS DE VERIFICAÇÃO

Listas de verificação (*checklists*) são instrumentos bastante práticos e fáceis de usar. Há diferentes tipos de listas. Algumas arrolam os impactos mais comuns associados a certos tipos de empreendimentos, como aquelas incluídas no *Livro de Consulta sobre Avaliação Ambiental* do Banco Mundial e suas atualizações<sup>5</sup>, que traz listas dos impactos ambientais mais comuns associados a uma grande variedade de projetos. Outras listas indicam os elementos ou fatores ambientais potencialmente afetados por determinados tipos de projetos, como as indicadas por Fernández-Vitora (2000). Um exemplo de lista detalhada de elementos ou fatores ambientais é apresentado no Quadro 8.10. Essa lista, preparada quando da introdução das exigências de AIA na África do Sul (Department of Environmental Affairs, 1992), traz nada menos que 328 itens ou características que podem ser afetadas por um projeto ou que podem representar alguma forma de restrição ao mesmo. O elevado número explica-se por se tratar de uma lista genérica, não voltada para uma determinada categoria de projetos. Naturalmente as características listadas foram selecionadas levando em consideração o perfil social e ambiental do País. Para o quadro, foram selecionados alguns itens relativos a características socioeconômicas, ao uso do solo e aos ecossistemas.

<sup>5</sup>A edição original é World Bank (1991a, 1991b, 1991c). As atualizações foram feitas na forma de folhetos temáticos, impressos sob a denominação *Environmental Assessment Sourcebook Updates*.

Os Quadros 8.11 e 8.12 mostram, respectivamente, listas de efeitos e aspectos ambientais e os impactos ambientais mais comuns tipicamente associados a projetos de mineração. No primeiro desses quadros emprega-se a terminologia sugerida por Munn (1975), que diferencia efeito ambiental (alteração de processos ambientais) de impacto ambiental (alteração da qualidade ambiental), e a noção de aspecto ambiental da norma ISO 14.001 (conforme seção 1.6). Embora as noções de efeito e de aspecto

ambiental sejam próximas, não são coincidentes, pois efeito ambiental refere-se a processos ambientais, ao passo que aspecto ambiental refere-se a atividades, ou processos tecnológicos. Com a difusão das normas ISO, o termo e o conceito aspecto ambiental

tornam-se cada vez mais conhecidos, deixando a noção de efeito ambiental em posição secundária. Os Quadros 8.13 e 8.14 trazem listas similares de impactos ambientais e de efeitos e aspectos típicos de obras rodoviárias.

Canter (1996, p. 87) comenta que listas de verificação eram amplamente utilizadas nos Estados Unidos durante os primeiros anos da prática da avaliação de impacto ambiental, quando vários órgãos governamentais publicaram tais listas. Embora amplamente disponíveis na literatura técnica ou em guias divulgados por órgãos ambientais, poucas vezes pode-se utilizar uma lista de verificação sem introduzir correções ou adaptações, seja devido às características do projeto, seja por causa de condições do meio ambiente que não estão adequadamente descritas nas listas preexistentes. Todas essas listas são genéricas, descrevem impactos por categorias de projeto e não projetos individuais. São úteis para uma primeira aproximação à identificação dos impactos de um projeto específico, principalmente se a equipe não tiver experiência prévia com o tipo de projeto em análise. Porém, os impactos não são correlacionados às suas causas e, tanto para uma correta análise dos impactos como para comunicar aos leitores do EIA os resultados dessa análise, a apresentação de uma simples lista não satisfaz.

#### Quadro 8.10 Extrato de lista de verificação de características ambientais

O projeto proposto poderia ter um impacto significativo ou poderia sofrer alguma restrição em relação a alguns dos itens seguintes?

#### 6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS DO PÚBLICO AFETADO

##### 6.2 Situação econômica e empregatícia dos grupos sociais afetados

- Base econômica da área
- Distribuição de renda
- Indústria local
- Taxa e escala de crescimento do emprego
- Fuga de mão-de-obra dos empregos atuais
- Atração de mão-de-obra de outros locais
- Permanência de pessoas de fora após o término das obras
- Oportunidades de trabalho para recém-egressos de escolas
- Tendências de desemprego de curto e longo prazo

##### 6.3 Bem-estar

- Incidência de crime, abuso de drogas ou violência
- Número de pessoas sem-teto
- Adequação dos serviços públicos
- Adequação de serviços sociais como creches e abrigos para crianças de rua
- Qualidade de vida

#### 4. USO ATUAL E POTENCIAL DO SOLO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

##### 4.1 Considerações gerais aplicáveis a todos os projetos

- Compatibilidade de usos do solo na área
- Qualidade estética da paisagem
- Sentido de lugar
- Preservação de vistas cênicas e feições valorizadas
- Revitalização de áreas degradadas
- Necessidade de zonas-tampão para processos naturais como erosão costeira, movimento de dunas e mudanças em canais fluviais etc.

#### 3. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DO LOCAL E ENTORNO

##### 3.3 Comunidades naturais e seminaturais

- Importância local, regional ou nacional das comunidades naturais (por exemplo, econômica, científica, conservacionista, educativa)
- Funcionamento ecológico de comunidades naturais devido à destruição física do habitat, redução do tamanho da comunidade, qualidade do fluxo da água subterrânea, presença ou introdução de espécies exóticas invasoras, barreiras ao movimento ou migração de animais etc.

Fonte: Department of Environmental Affairs (1992).

## MATRIZES

Outra das ferramentas comuns para identificação dos impactos é a matriz. Apesar do nome sugerir um operador matemático, as matrizes de identificação de impactos têm esse nome somente devido à sua forma. Na verdade, uma matriz é composta de duas listas, dispostas

**Quadro 8.11** Principais efeitos e aspectos ambientais induzidos por um empreendimento de mineração**Físicos:**

Alteração das características do solo (estrutura, compactação etc.)  
 Alteração da topografia local  
 Alteração da rede hidrográfica  
 Alteração do regime hidrológico  
 Aumento da erosão  
 Aumento da carga de sedimentos nos corpos d'água  
 Geração de estêreis  
 Geração de rejeitos  
 Geração de resíduos sólidos  
 Dispersão de gases e poeiras  
 Emissão de ruído  
 Emissão de vibrações e sobrepressão atmosférica  
 Dispersão de efluentes líquidos  
 Rebaixamento ou elevação do nível freático  
 Subsidência  
 Aumento dos riscos de escorregamentos de taludes

**Bióticos:**

Interferência sobre processos bióticos nos corpos d'água (e.g. ciclagem de nutrientes)  
 Eutrofização de corpos d'água  
 Bioacumulação de poluentes  
 Fragmentação da cobertura vegetal  
 Perda de cobertura vegetal

**Antrópicos:**

Modificação da infra-estrutura de serviços  
 Deslocamento de assentamentos humanos  
 Indução de fluxos migratórios  
 Modificação das formas de uso do solo  
 Alteração ou destruição de sítios de interesse cultural ou turístico  
 Aumento do tráfego de veículos  
 Aumento da demanda de bens e serviços  
 Aumento da oferta de empregos

**Quadro 8.12** Principais impactos ambientais decorrentes de um empreendimento de mineração**Sobre o meio físico:**

Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas  
 Alteração do regime de escoamento das águas subterrâneas  
 Alteração da qualidade do ar  
 Alteração da qualidade do solo  
 Alteração das condições climáticas locais

**Sobre o meio biótico:**

Alteração ou destruição de habitats terrestres  
 Alteração de habitats aquáticos  
 Redução da produção primária  
 Diminuição da disponibilidade de nutrientes  
 Diminuição da produtividade dos ecossistemas  
 Deslocamento da fauna  
 Perda de espécimes de fauna  
 Criação de novos ambientes  
 Proliferação de vetores

**Sobre o meio antrópico:**

Impacto visual  
 Desconforto ambiental  
 Riscos à saúde humana  
 Substituição de atividades econômicas  
 Incremento da atividade comercial  
 Aumento local de preços  
 Aumento da população  
 Sobrecarga da infra-estrutura de serviços  
 Expansão da infra-estrutura local e regional  
 Perda de patrimônio cultural  
 Perda de referências espaciais à memória e à cultura popular  
 Redução da diversidade cultural  
 Alteração dos modos de vida tradicionais  
 Alteração das relações socioculturais  
 Limitação das opções de uso do solo  
 Aumento da arrecadação tributária  
 Qualificação profissional da mão-de-obra local

na forma de linhas e colunas. Em uma das listas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais componentes ou elementos do sistema ambiental, ou ainda processos ambientais. O objetivo é identificar as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio.

Uma das primeiras ferramentas no formato de matrizes propostas para avaliação de impacto ambiental data de 1971 e resulta do trabalho de Leopold et al (1971), do

**Quadro 8.13** Principais impactos ambientais induzidos por um empreendimento rodoviário

- Fase de planejamento*
- Criação de expectativas e inquietação junto à população
  - Especulação imobiliária
- Fase de implantação: atividades preparatórias e de construção*
- Alteração da qualidade das águas superficiais
  - Alteração das propriedades físicas e biológicas do solo
  - Alteração da qualidade do ar
  - Alteração do ambiente sonoro
  - Destruição e fragmentação de habitats da vida selvagem
  - Perda e afugentamento de espécimes da fauna
  - Alteração ou perda de sítios arqueológicos e outros elementos do patrimônio cultural
  - Impacto visual
- Fase de operação*
- Alteração da qualidade do ar
  - Alteração do ambiente sonoro
  - Alteração da qualidade das águas superficiais
  - Contaminação do solo e águas subterrâneas
  - Êstresse sobre vegetação natural
  - Perda de espécimes da fauna por atropelamento
  - Valorização/desvalorização imobiliária

Serviço Geológico dos Estados Unidos. Nesse esforço pioneiro de sistematizar a análise dos impactos, os autores prepararam uma lista de cem ações humanas que podem causar impactos ambientais, e outra lista de 88 componentes ambientais que podem ser afetados por ações humanas. São, portanto, 8.800 as interações possíveis. Para cada empreendimento, os analistas deviam selecionar as ações que se aplicavam ao caso em estudo, ou criar eles mesmos sua própria lista de ações e aplicar o mesmo procedimento para os componentes ambientais. Leopold e seus colaboradores aplicaram seu método à análise dos impactos de uma mina de fosfato (Fig. 8.8), e para isso selecionaram nove ações e treze componentes ambientais. Das 117 interações possíveis, consideraram que somente quarenta eram pertinentes ao projeto que analisaram.

Depois de selecionadas as ações e os componentes ambientais pertinentes, o analista deve identificar todas as interações possíveis, marcando a célula correspondente. De acordo com a proposta original, a matriz de Leopold também se presta a outras finalidades além da identificação dos impactos, principalmente para a comunicação dos resultados, mas estas não serão discutidas neste capítulo. Por ora, menciona-se apenas que os números inseridos em cada célula correspondem a uma pontuação de magnitude e importância da interação, em uma escala arbitrária de 1 a 10 (se a magnitude for zero não há interação e a célula não é marcada). A magnitude é apontada no canto superior esquerdo da célula, ao passo que a importância é apontada no canto inferior direito.

Os autores explicam que seu procedimento emprega uma “matriz que é suficientemente geral para ser usada como uma lista de verificação de referência ou como uma

	Sítios industriais e edifícios II B.b.	Estradas e pontes II B.d.	Linhas de transmissão II B.h.	Detonação e perfuração II C.a.	Escavações de superfície II C.b.	Processamento de minério II D.f.	Transporte por caminhões II G.c.	Disposição de rejeitos II H.c.	Vazamentos II J.b.
A.2.d. Qualidade da água					2 2 1 1		2 2 1 4		
A.3.a. Qualidade da atmosfera						2 3			
A.4.b. Erosão	2 2			1 1			2 2		
A.4.c. Sedimentação	2 2			2 2			2 2		
B.1.b. Arbustos				1 1					
B.1.c. Gramíneas				1 1					
B.1.f. Plantas aquáticas				2 2			2 3 1 4		
B.2.c. Peixes				2 2			2 2 1 4		
C.2.e. Camping e caminhadas				2 4					
C.3.a. Vistas cênicas e paisagem	2 3 2 1 2 3			2 3		2 1 3 3			
C.3.b. Qualidade do ambiente selvagem	4 4 4 2 1 1 3			3 2 5 2 5 3		5			
C.3.h. Espécies raras e importantes	2 5 5 10 2 4 5 10 5 10			3 3					
C.4.b. Saúde e segurança						3 3			

**Fig. 8.8** Extrato da matriz de Leopold. Fonte: Leopold et al, 1971.

**Quadro 8.14** Principais efeitos e aspectos ambientais induzidos por um empreendimento rodoviário

*Fase de implantação: atividades preparatórias e de construção*

**Sobre o Meio Físico**

Modificação do relevo  
 Intensificação dos processos erosivos  
 Indução de escorregamentos e outros movimentos de massa  
 Aumento da carga de sedimentos e assoreamento de corpos d'água  
 Represamento parcial de cursos d'água  
 Aumento das áreas de solo impermeabilizado  
 Indução de inundações (aumento de frequência e intensidade)  
 Risco de poluição da água e do solo com substâncias químicas

**Sobre o Meio Biótico**

Interferência sobre processos bióticos nos corpos d'água (e.g. ciclagem de nutrientes)  
 Soterramento de comunidades bentônicas  
 Criação de ambientes lênticos

**Sobre o Meio Antrópico**

Modificação da infra-estrutura de serviços  
 Alteração das formas de uso do solo  
 Deslocamento de pessoas e atividades econômicas  
 Aquecimento do mercado imobiliário  
 Aumento da oferta de empregos  
 Aumento da demanda de bens e serviços  
 Aumento da arrecadação tributária

*Fase de implantação: desmobilização*

Redução das oportunidades de trabalho  
 Redução da arrecadação tributária

*Fase de operação*

Emissão de poluentes atmosféricos  
 Geração de ruído  
 Drenagem de águas pluviais  
 Geração de resíduos sólidos  
 Risco de poluição da água e do solo com substâncias químicas  
 Perturbação e afugentamento da fauna (efeito evitação)  
 Bloqueio ou restrição de movimento através da rodovia (efeito barreira)  
 Interferência com caminhos e passagens preexistentes  
 Aumento do tráfego nas vias interconectadas  
 Adensamento da ocupação nas margens e área de influência

recordação do amplo espectro de ações e impactos ambientais que podem estar relacionados às ações propostas". A matriz também teria uma função de comunicação, pois serviria como "um resumo do texto da avaliação ambiental" e possibilitaria que "os vários leitores dos estudos de impacto determinem rapidamente quais são os impactos considerados significativos e sua importância relativa" (Leopold et al, 1971, p. 1).

Uma das críticas mais usuais à matriz de Leopold e suas congêneres é que representam o meio ambiente como um conjunto de compartimentos que não se inter-relacionam.

Por exemplo, uma determinada ação pode causar impactos sobre os componentes "avifauna", "mastofauna" e "características físico-químicas das águas superficiais", mas os mecanismos como se manifestam os impactos não são descritos. Por outro lado, a interação entre uma ação e um compartimento ambiental não caracteriza propriamente um impacto, entendido como alteração da qualidade ambiental.

Hoje em dia há inúmeras variações da matriz de Leopold, que na verdade pouco têm a ver com o original a não ser a forma de apresentação e de organização das linhas e colunas. A Fig. 8.9 apresenta uma matriz que correlaciona ações de um tipo

		Fontes de impactos															
		Projeto							Operação								
		Pré-construção			Construção				Pós-construção	Operação e manutenção							
		Topografia e mapeamento	Aquisição de direitos	Transporte e circulação	Preparação dos acessos	Remoção da vegetação	Transporte e circulação	Exploitação de pedreiras/areieiras	Escavação e terraplenagem	Construção e obras conexas	Gestão de poluentes e resíduos	Desmobilização	Ordenamento e recuperação	Presença, funcionamento e manutenção	Manutenção da faixa de domínio	Desativação e demolição	
Elementos do meio	Solo	Qualidade dos solos															
		Vertente de equilíbrio															
	Água	Qualidade das águas superficiais															
		Perfil dos corpos d'água															
		Qualidade das águas subterrâneas															
		Escoamento nos rios															
	Ar	Escoamento superficial e infiltração															
		Qualidade do ar															
	Flora/fauna	Ambiente sonoro															
		Espécies															
	Meio humano	Habitats															
		Espaço urbano e periurbano															
Espaço de lazer e turismo																	
Espaço agrícola																	
Espaço florestal																	
Espaço patrimonial																	
Paisagem	Infra-estrutura																
	Campo visual																
	Elemento particular da paisagem																

Fig. 8.9 Matriz de identificação de impactos potenciais para projetos de linhas de transmissão e subestações de energia elétrica

Fonte: Hydro Québec, p. 307.

de empreendimento (linhas de transmissão e subestações de energia elétrica) com "elementos do meio". O empreendimento é descrito em quinze diferentes atividades, desde o planejamento até a desativação. Uma diferença em relação à matriz de Leopold é que aqui se tem um único tipo de empreendimento, então é natural que esta matriz possa descrevê-lo de maneira muito mais detalhada. Já os elementos do ambiente afetado são agrupados em três categorias: meio natural, meio humano e paisagem. Observam-se três diferenças importantes em relação à divisão do ambiente empregada por Leopold e seus colaboradores. Em primeiro lugar, há aqui alguns processos do meio físico (ver seção 1.7), como o escoamento de águas superficiais e a dinâmica de infiltração de águas pluviais, em vez do meio ser descrito exclusivamente em compartimentos, como fazem Leopold e sua equipe. Em segundo lugar, para a descrição do ambiente humano esta matriz lança mão do conceito de espaço geográfico, categorizando-o segundo a forma predominante de uso. Finalmente, uma integração entre os meios natural e humano é buscada por intermédio do conceito de paisagem (a Fig. 1.1 pode ser consultada para uma comparação e para uma contextualização desses termos).

A Fig. 8.10 mostra outra matriz de identificação dos efeitos e impactos ambientais que indica as interações entre ações do empreendimento e elementos ambientais selecionados, uma variação da estrutura

matricial para auxiliar na identificação de impactos. Diferentemente das matrizes anteriores, nesse exemplo é apresentado um caso real, relativo a um projeto de extração de bauxita em pequena escala, situado em uma zona rural. A matriz aponta as interações entre as atividades que compõem o empreendimento analisado e alguns processos e elementos ambientais selecionados por sua importância no local pretendido para a implantação do projeto. Dessa forma, essa matriz serve de auxiliar na identificação dos impactos – por exemplo, pode-se observar que a ação “serviços de melhoria nas estradas vicinais” interfere com vários processos ou elementos ambientais, dentre eles os ecossistemas aquáticos. Tal interação foi indicada porque, no local estudado, os serviços de terraplenagem, alargamento, construção de bueiros etc. aumentarão a carga de sedimentos enviada aos riachos, o que, por sua vez, deverá promover assoreamento dos leitos, com conseqüente soterramento de comunidades bentônicas e seus efeitos secundários sobre a cadeia alimentar – como a matriz em si não explica tudo isso, a identificação dos impactos deverá ser feita por meios enunciados apropriados.

Uma outra variação é mostrada na Fig. 8.11, na qual cada interação é classificada segundo dois critérios: a natureza do impacto (benéfico ou adverso) e uma apreciação subjetiva da possibilidade de ocorrência de cada impacto apontado. Esse é um problema comum enfrentado na identificação preliminar dos impactos: algumas conseqüências são certas, mas há grande dose de incerteza sobre muitos impactos, que poderão ou não ocorrer. Nessa matriz, preparada para um relatório ambiental preliminar de um terminal portuário, há uma indicação sobre tal probabilidade. Essa indicação é baseada em interpretação subjetiva e pode ser, portanto, contestada. De qualquer forma, nesta fase de identificação preliminar, é conveniente apontar o maior número possível de impactos, inclusive aqueles de baixa probabilidade de ocorrência.

Um tipo diferente de matriz é organizado de modo a mostrar não as

Ações componentes do empreendimento	Processos e elementos ambientais potencialmente afetados														
	Processos erosivos e assoreamento	Relevo	Escoamento de águas superficiais	Características do solo	Qualidade das águas superficiais	Qualidade do ar	Ambiente sonoro	Vegetação	Fauna terrestre	Ecossistemas aquáticos	Tráfego de veículos	Produção agrícola	Qualidade de vida	Mercado de bens e serviços	Finanças públicas
Divulgação do empreendimento junto à população local															
Negociação de acordos visando a indenização															
Pagamento das indenizações															
Contratação de serviços de extração e transporte de minério															
Serviços de melhoria nas estradas vicinais															
Remoção da cobertura vegetal															
Implantação de sistema de drenagem															
Remoção da camada superficial de solo															
Estocagem da camada de solo															
Remoção do capeamento estéril															
Extração do minério por escavação mecânica															
Carregamento em caminhões basculantes															
Transporte rodoviário até a fábrica de alumínio															
Manutenção de máquinas e caminhões															
Pagamento de salários															
Recolhimento de impostos															
Pagamento de royalties aos proprietários															
Remodelagem da superfície topográfica															
Reposição da camada superficial de solo															

Fig. 8.10 Matriz de identificação de impactos ambientais. Pequena mineração de bauxita  
 Fonte: Prominer Projetos S/C Ltda. EIA Minas de Bauxita de Divinolândia, Cia. Geral de Minas, 2001.

		Componentes													
		Físico			Biótico			Socioeconômico							
Natureza do impacto P (positivo) N (negativo)		Clima/qualidade do ar/ruído	Geologia/recursos minerais	Recursos hídricos	Ecossistema terrestre/frestinga	Ecossistema manguezal e de transição	Ecossistema aquático	Uso e ocupação do solo	Patrimônio arqueológico	Patrimônio paisagístico	Pesca artesanal e esportiva	Condições de vida da população	Economia local	Porto de Santos	
Possibilidade de ocorrência C (certa) - Pr (provável) - In (incerta)															
Fases - implantação	Recrutamento de mão-de-obra											P	P		
	Implantação e operação do canteiro de obras e instalações provisórias				N	N	N	N/P		N					P
					Pr	C	Pr	Pr		Pr					Pr
	Desmatamento e limpeza do terreno		N	N	N	N	N		N	N	N				
			Pr	Pr	C	C	Pr		In	C	Pr				
	Utilização de áreas de empréstimo/jazidas minerais		N	P	N				N	N					
			Pr	C	In				In	In					
	Bota-fora do material de limpeza do terreno e do entulho das obras		N	N	N				N	N					
			Pr	In	In				In	In					
	Implantação de diques periféricos		N	N		N									
			Pr	Pr		Pr									
	Execução de dragagem na área entre o canal e o cais			N				N							
				Pr				Pr							
	Execução do aterro hidráulico			N				N							
			Pr				Pr								
Bota-fora do material de dragagem não-aproveitável			N				N							P	
			Pr				Pr							C	
Implantação das obras civis (cais, pavim. armazéns, tancagem)		N						P						P	
		Pr						C						Pr	
Dispensa de mão-de-obra da construção civil												N	N		
												C	C		

Fig. 8.11 Extrato de "matriz de interação de impactos", fase de implantação de um terminal portuário. Fonte: Equipe Umah. RAP Terminal Portuário do Rio Sandi, Empresa Brasileira de Terminais Portuários S.A., 2000. (Nota: foram extraídas apenas as atividades pertinentes à fase de implantação e listados apenas os respectivos componentes ambientais potencialmente afetados).

relações entre ações e elementos ou processos ambientais, mas as relações entre as causas (ações) e as consequências (impactos). Assim, ao invés de ser organizada como uma lista de ações e uma lista de elementos e/ou processos, a matriz é organizada como uma lista de ações (a mesma) e uma lista dos impactos, podendo-se então apontar quais os impactos causados por cada ação. Essa abordagem pressupõe um entendimento prévio, anterior, sobre as interações projeto x meio. Na verdade, em um EIA pode-se empregar os dois tipos de matriz: primeiro uma matriz ações x elementos/processos ambientais para identificar as interações entre o projeto e o meio, e depois uma matriz ações x impactos para mostrar as relações de causa e efeito. A Fig. 8.12 mostra um exemplo de matriz deste último tipo, extraído de um estudo de impacto ambiental feito para uma usina hidrelétrica. As colunas indicam os nove impactos sobre o meio biótico identificados nesse estudo e a matriz mostra a correlação com as atividades do projeto, aqui denominadas "fatores geradores".

No exemplo mostrado na Fig. 8.13, além das ações e dos impactos, a matriz mostra os mecanismos por meio dos quais eles ocorrem. Ela é composta de dois campos: o da esquerda mostra as interações entre ações tecnológicas e processos ambientais, gerando efeitos ambientais (no sentido proposto por Munn, 1975); à direita mostra-se, para cada efeito, os

impactos possíveis. Neste caso, o meio ambiente não é representado por uma somatória de compartimentos, mas por processos selecionados em função da influência que as ações podem ter sobre eles.

Finalmente, a Fig. 8.14, extraída de Sánchez e Hacking (2002), mostra uma construção semelhante, mas que adota o conceito de aspecto ambiental. Esse tipo de matriz é particularmente útil para o caso de novos empreendimentos propostos por organizações que já disponham de um sistema de gestão ambiental, uma vez que permite, já durante a preparação do EIA, que sejam identificados aspectos e impactos ambientais,

uma atividade obrigatória para a implantação de um SGA segundo o modelo da ISO 14.001. Dessa forma, os objetivos, as metas ambientais e os programas de gestão já podem ser preparados para tratar dos aspectos e impactos ambientais mais significativos.

A Fig. 8.13 difere da Fig. 8.14 apenas em termos conceituais, naquilo que concerne à noção de aspecto ambiental e à de efeito ambiental. O recurso a qualquer um desses conceitos é um caminho possível para identificar impactos, assim como a busca de relações diretas entre ações e impactos, ou o uso de outras formas de matrizes descritas acima. A escolha do melhor formato dependerá da equipe realizadora e dos próprios objetivos do estudo ambiental. A crescente difusão dos sistemas de gestão ambiental sugere que o formato de matriz apresentado na Fig. 8.14 tem potencial de aplicação como ferramenta integradora entre a AIA e o SGA.

**DIAGRAMAS DE INTERAÇÃO**

Um outro método para identificar impactos é empregar o raciocínio lógico-dedutivo, no qual, a partir de uma ação, inferem-se seus possíveis impactos ambientais. As Figs. 8.15 a 8.18 mostram esquemas chamados de diagramas ou redes de interação, que indicam as relações sequenciais de causa e efeito (cadeias de impacto) a partir de uma ação impactante. Na Fig. 8.15 observam-se as diferentes conseqüências do processo de urbanização sobre o processo de escoamento de águas superficiais. A urbanização também causa outras modificações ambientais, sobre o microclima, sobre a fauna e sobre outros processos e componentes ambientais. Assim, outras relações poderiam ser acrescentadas a esse diagrama. A Fig. 8.16 mostra as conseqüências para o sistema público de saúde da implantação de um grande projeto que atraia mão-de-obra e induza fluxos migratórios. O aumento da população local e a

Fatores geradores		Perda/alteração de habitats pela infra-estrutura de apoio e obras civis	Perda/alteração de habitats decorrente do enchimento	Interferências nas comunidades animais (caça e pesca)	Fuga de animais para as áreas adjacentes	Perda de animais por afogamento	Interferência com as comunidades icticas na área do reservatório	Interferência com as comunidades icticas à jusante	Criação de novos ambientes	Proliferação de vetores
Ações iniciais	Divulgação									
	Aquisição de terras e benfeitorias									
Implantação da infra-estrutura de apoio	Recrutamento e contratação de mão-de-obra									
	Desmatamento/terraplenagem para acessos									
	Ampliação e melhoria da infra-estrutura									
	Implantação de canteiro									
	Implantação de alojamentos e vila residencial									
Implantação das obras principais	Mobilização de equipamentos									
	Exploração de fontes de materiais de empréstimo									
	Execução das obras civis									
	Deposição de material excedente em bota-foras									
	Montagem eletromecânica									
	Implantação de linha de transmissão									
Enchimento do reservatório	Transporte de materiais e insumos									
	Desocupação da área a ser submersa									
	Desmatamento e limpeza da área de inundação									
Desmobilização	Enchimento									
	Dispensa de mão-de-obra									
	Desmobilização do canteiro de alojamentos									
Operação da usina	Retirada de materiais e equipamentos									
	Operação da usina									
	Fiscalização/manutenção da faixa de segurança									

Fig. 8.12 Extrato de "matriz de identificação de impactos nomeio biótico". Fonte: modificado de CNEC. EIA da Usina Hidroelétrica Piraju, São Paulo, preparado para a CBA, 1998.

Operação do empreendimento	Infra-estrutura de apoio	Atividades do empreendimento	Impactos ambientais	Meio ambiente		
				Meio físico	Meio biótico	Meio antrópico
Remoção da vegetação						
Remoção de solo orgânico						
Lavra do minério						
Beneficiamento do minério						
Construção de barragens						
Infra-estrutura						
Abastecimento de insumos						
Estocagem de insumos						
Expedição de produtos						
Demolição após a vida útil						
Efeitos ambientais						
			Alteração da topografia			
			Geração de resíduos sólidos			
			Geração de efluentes líquidos			
			Aumento da erosão			
			Aumento do assoreamento			
			Geração de ruídos			
			Alteração do nível freático			
			Geração de poluentes atmosféricos			
			Alteração características do solo			
			Supressão da vegetação e habitats			
			Demanda de bens e serviços			
			Geração de impostos			
			Tráfego de caminhões			

Fig. 8.13 Matriz de identificação de efeitos e impactos ambientais

Fonte: Prominer Projetos S/C Ltda. EIA Minas de Calcário de Corumbá, Arcos, MG, 1991.

ocupação desordenada de áreas sem saneamento básico acarretam impactos negativos para a saúde pública e aumentam a demanda por serviços de saúde. A Fig. 8.17 indica as principais conseqüências sobre os ambientes físico e biótico de ações de terraplenagem, comuns em muitos projetos e obras de engenharia. São indicados os principais impactos sobre os ecossistemas aquáticos.

As figuras representam situações simples, enquanto um projeto real teria várias ações originando impactos ambientais, de forma que as redes podem resultar em figuras extremamente complexas e de difícil compreensão. Uma vantagem, contudo, é que tais redes permitem um bom entendimento das relações entre as ações e os impactos resultantes, sejam eles diretos ou indiretos, enquanto as matrizes dividem o meio ambiente em compartimentos estanques, dificultando o entendimento da relação entre as partes. Os diagramas de interação também possibilitam evidenciar impactos indiretos de segunda e terceira ordem, e assim sucessivamente, sem limite.

Uma limitação das redes de interação é sua capacidade restrita de representar adequadamente sistemas complexos caracterizados por relações não-lineares de causalidade e retroalimentações múltiplas. Os exemplos das Figs. 8.15 a 8.17 mostram situações que, além de lineares e relativamente simples, podem ser delimitadas espacialmente. Quando se trata de processos sociais e mesmo de muitos processos ecológicos, as redes de interação podem acarretar uma simplificação exagerada das interações. Um exemplo extraído de um EIA é mostrado na Fig. 8.18.

Atividades/instalações	Impactos ambientais																						
	Meio biofísico						Meio antrópico						Meio físico										
Conjunto da mina	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Escavação a céu aberto	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Disposição de estêreis	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Tatamento de minério	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Disposição de rejeitos	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Serviços de apoio	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Transporte equipamentos/insumos	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Perda de qualidade do solo	●																						
Contaminação do solo																							
Redução do nível de água subterrânea																							
Redução da disponibilidade de água																							
Deterioração da qualidade das águas da superfície																							
Deterioração da qualidade das águas subterrâneas																							
Deterioração da qualidade do ar																							
Perda líquida de habitats																							
Alteração dos ecossistemas aquáticos																							
Redução da base de recursos visuais																							
Incômodo e desconforto																							
Degradação do ambiente construído																							
Perda de recursos culturais																							
Possíveis ferimentos e mortes																							
Impactos sobre saúde humana																							
Disseminação de doenças infecciosas																							
Redução da produção agrícola																							
Aumento da atividade comercial																							
Aumento da demanda de serviços públicos																							
Crescimento da população																							
Perturbação da vida comunitária																							
Capacidade da força de trabalho																							
Aumento arrecadação tributária																							
Diminuição da renda disponível																							

Classificação de aspectos  
 ▲ Aspecto significativo  
 ■ Aspecto pouco significativo  
 ○ Aspecto não significativo

Classificação de impactos  
 ● impacto muito importante  
 \* impacto pouco importante

Esta célula é assinalada se a alteração da topografia (ASPECTO) decorrente da escavação a céu aberto (ATIVIDADE) é significativa. Para uma análise com mais detalhe, essas atividades podem ser subdivididas em outras.

Esta célula é assinalada se perda de qualidade do solo (IMPACTO) resultante de emissões hídricas - fontes pontuais (ASPECTO) - é significativa.

Fig. 8.14 Matriz de identificação de aspectos e impactos ambientais  
 Fonte: Sánchez e Hacking (2002).

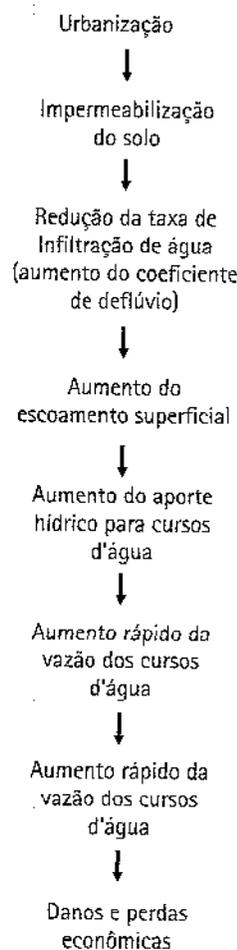


Fig. 8.15 Diagrama de interação indicando as consequências do processo de urbanização sobre os processos de escoamento das águas superficiais

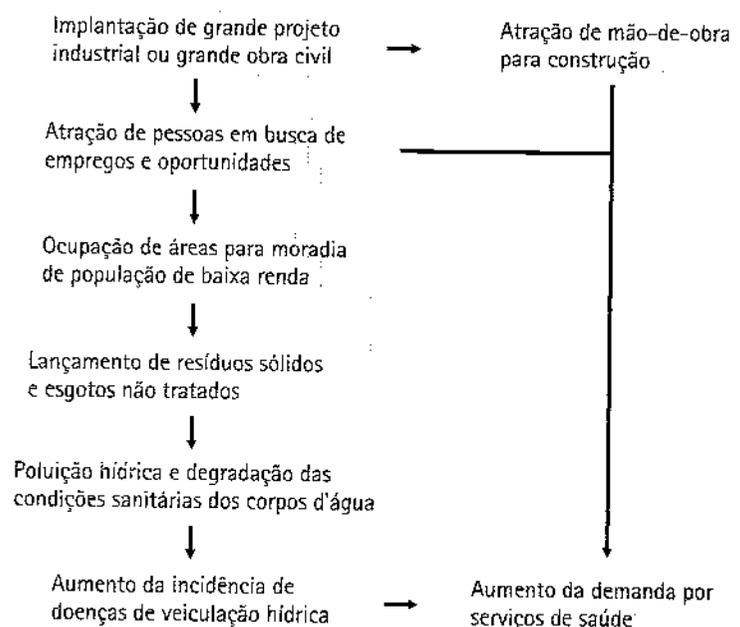


Fig. 8.16 Diagrama de interação indicando algumas consequências sociais da implantação de um grande projeto

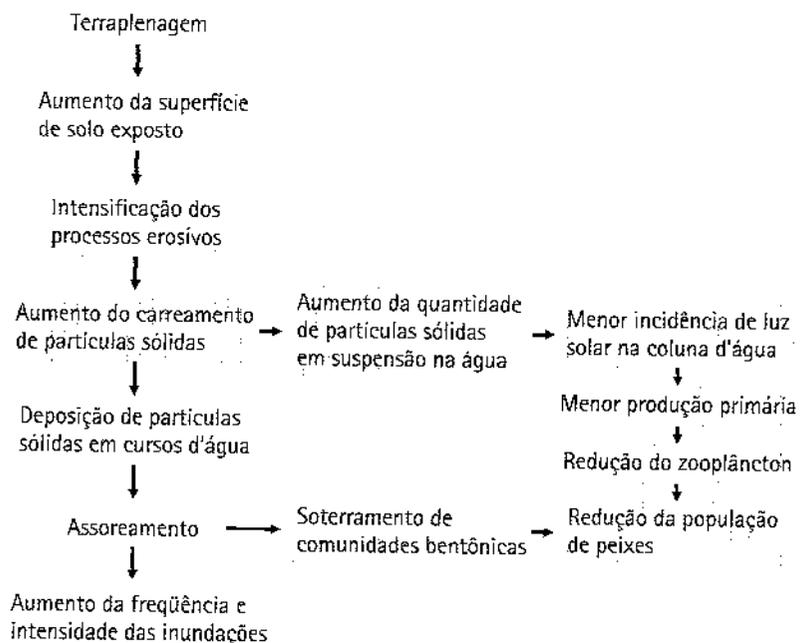


Fig. 8.17 Diagrama de interação indicando algumas consequências da atividade de terraplenagem sobre os ecossistemas aquáticos

## OUTRAS FERRAMENTAS E MÉTODOS

A literatura sobre AIA é pródiga em métodos, técnicas e ferramentas para as três tarefas da análise de impactos (identificação, previsão e avaliação). Como indicado por Glas-son, Therivel e Chadwick (1999, p. 109), muitos desses métodos foram desenvolvidos

por ou para agências governamentais americanas, como o Serviço Florestal (*Forest Service*), o Serviço de Pesca e Vida Selvagem (*Fish and Wildlife Service*), o Serviço de Parques Nacionais (*National Parks Service*) ou o Departamento de Gestão de Terras Públicas (*Bureau of Land Management*), que lidam com grandes quantidades de projetos<sup>6</sup>. Os três tipos de utensílios expostos nesta seção não esgotam a caixa de ferramentas do analista de impactos ambientais.

Como foi dito e repetido, a identificação de impactos deve ser refinada à proporção que se avança na confecção do estudo de impacto ambiental, em particular quando se pode utilizar os resultados dos estudos de base. No início dos trabalhos, nem sempre se dispõe de cartografia adequada, mas à medida que os levantamentos de campo e a interpretação de imagens produzam mapas com escalas mais precisas (conforme seção 9.4), torna-se possível sobrepor mapas temáticos e simular a implantação do empreendimento em diferentes localizações, o que pode levar à identificação de novos impactos.

Para os impactos sociais, os procedimentos de identificação podem ser aprimorados se houver participação direta da comunidade afetada (em certos casos, isso também pode ser verdadeiro para os impactos físico-bióticos, conforme seção 9.4). Becker et al (2004), ao analisar comparativamente os resultados de um enfoque "técnico" e os de um enfoque participativo em um EIA americano, observaram que um espectro maior de impactos pôde ser obtido pela combinação de ambos. O enfoque técnico é basicamente dedutivo, ao passo que, por meio de métodos de envolvimento da comunidade, foi possível induzir uma série de impactos que não foram identificados pelo outro método. Os autores propugnam uma combinação desses dois enfoques, de modo a aproveitar os pontos fortes de cada um. Por exemplo, a abordagem participativa tende a identificar com maior precisão os impactos locais; em contraponto, uma abordagem técnica facilita a agregação dos impactos e a identificação de impactos regionais. Para uma identificação preliminar de impactos sociais, um enfoque técnico-dedutivo similar àquele empregado para os impactos físico-bióticos deve ser suficiente. Para uma análise aprofundada, porém, técnicas participativas certamente enriquecem os resultados.

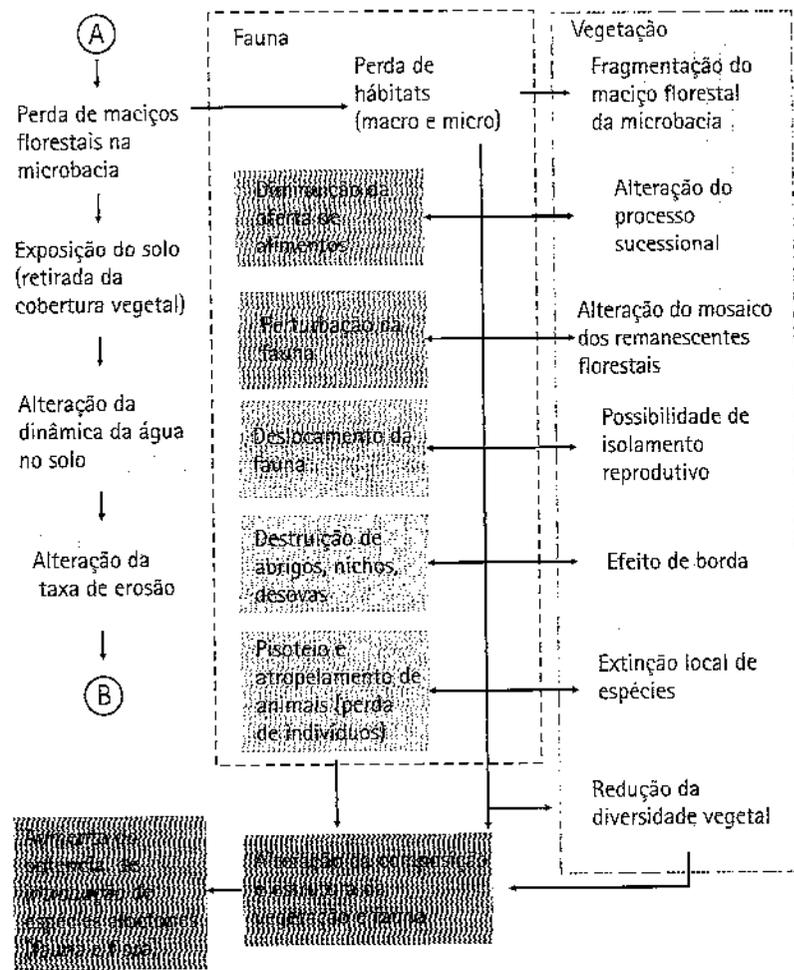


Fig. 8.18 Diagrama de interação de impactos potenciais derivados da supressão de vegetação em uma mina de calcário

Fonte: MKR Tecnologia, Serv., Ind. e Com. Ltda./Elabore Assessoria Ambiental Estratégica/ Companhia de Cimento Ribeirão Grande - CCRG, 2003. Estudo de Impacto Ambiental, Ampliação da Mina Limeira, Companhia de Cimento Ribeirão Grande - CCRG, volume 5, anexo 16.

<sup>6</sup>O total de terras públicas geridas pelo governo americano atinge cerca de 2,4 milhões de km<sup>2</sup>. Tamanho extenso territorial faz dessas agências governamentais as gestoras de territórios maiores que o da maioria dos países.

## 8.6 COERÊNCIA E INTEGRAÇÃO

Um dos desafios da prática da AIA é lograr uma integração das diversas ferramentas e procedimentos analíticos usados para investigar os processos e os efeitos das interações entre as ações humanas e os processos naturais e sociais. Métodos desenvolvidos no âmbito de uma disciplina podem ser eficazes para fornecer explicações plausíveis dentro de seu campo de investigação, mas nem sempre se consegue estabelecer a necessária comunicação com outros campos do conhecimento.

Coerência é uma necessidade incontornável em avaliação de impacto ambiental. Assim, as medidas mitigadoras devem ser coerentes com os resultados da classificação de significância dos impactos, o enfoque dado ao diagnóstico ambiental deve ser consistente com os resultados da etapa de seleção das questões relevantes, do mesmo modo que os esforços de previsão de impactos devem ser coerentes com a importância dos impactos. Um EIA coerente começa com coerência e rigor na identificação dos impactos. Coerência demanda esforço integrador, mas uma análise integrada só é possível se o trabalho é executado dessa maneira.

“Integração” tem diversos sentidos em planejamento e gestão ambiental, um dos mais genéricos sendo a integração dos diversos componentes do diagnóstico ambiental, no sentido de fornecer alguma forma de quadro sinóptico ou “integrado” da situação, do estado ou da qualidade do ambiente. A identificação de impactos também tem a ganhar com alguma forma de integração, originando interpretações que ultrapassem assertivas simples como “impactos sobre a fauna” ou “deterioração da qualidade da água”.

Um caminho de integração foi proposto por Sloopweg, Vanclay e van Schooten (2001), utilizando o conceito de “funções da natureza” e dos recursos naturais para servir às necessidades da sociedade humana. Tal conceito foi elaborado por de Groot (1992), que agrupa as funções em quatro classes:

- (1) Funções de produção: suprir a sociedade de recursos naturais, seja como provedora direta (e.g. recursos pesqueiros, combustíveis fósseis), seja como fonte de recursos manejados pelo homem (e.g., por meio da agricultura).
- (2) Funções de regulação: relativas à manutenção do equilíbrio dinâmico dos processos da biosfera (e.g., captação de carbono, regulação do fluxo hídrico).
- (3) Funções de suporte: desempenhadas pelo espaço geográfico como o território onde se assenta a sociedade; na medida em que são as condições ambientais de cada porção do território que o tornam mais ou menos adequado para determinados usos.
- (4) Funções de informação<sup>7</sup>: decorrentes do significado que a sociedade atribui à natureza ou a certos componentes da paisagem, por sua vez associados a valores culturais de raiz histórica, espiritual ou psicológica, entre outras.

<sup>7</sup>Sloopweg, Vanclay e van Schooten (2001) as redenominaam de funções de significação.

Nessa perspectiva, a natureza desempenha inúmeras funções, tais como:

- \* regulação do clima local e global;
- \* regulação do escoamento hídrico superficial e prevenção de inundações;
- \* fixação de energia solar e produção de biomassa;
- \* armazenamento e reciclagem de nutrientes;
- \* manutenção da diversidade biológica e genética.

As atividades humanas interferem nessas funções, causando impactos ambientais. Para Sloodweg, Vanclay e van Schooten (2001), há duas categorias de impactos: os biofísicos e os antrópicos. Impactos biofísicos podem ser entendidos como alterações (em qualidade ou quantidade) nos bens e serviços fornecidos pela natureza (ou “meio biofísico”), ou seja, uma mudança que afeta as funções da natureza como provedora de serviços para a sociedade. De modo similar, os impactos sobre o meio antrópico podem resultar de alterações induzidas em processos sociais ou, indiretamente, dos impactos biofísicos (Fig. 8.19). Segundo a visão desses autores, “os impactos biofísicos podem ser expressos em termos de mudanças nos produtos e serviços fornecidos pelo meio ambiente e, por conseqüência, terão impactos sobre o valor dessas funções para a sociedade humana” (p. 24). Desse modo, a identificação de impactos pode ser precedida da identificação das funções ambientais afetadas, o que já dá uma medida da relevância de tais impactos.

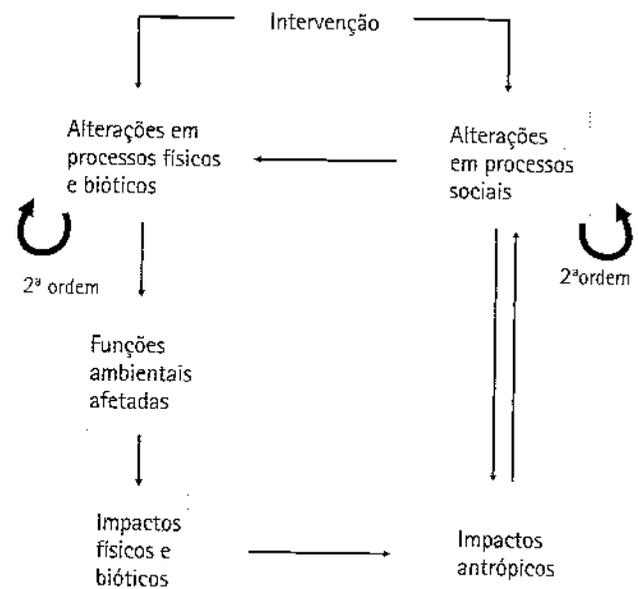


Fig. 8.19 Relação entre processos e impactos físico-bióticos e sociais

Fonte: Sloodweg, Vanclay e Van Schooten (2001).

Sloodweg (2005, p. 38) lembra que identificar as funções dos ecossistemas é uma das diretrizes da chamada “abordagem ecossistêmica” (*ecosystem approach*), entendida como “uma estratégia para a gestão integrada do solo, da água e dos recursos vivos que promova a conservação e o uso sustentável dos recursos de uma maneira equitativa”. Outros caminhos para integração foram propostos por outros autores. Independentemente do método de trabalho e dos procedimentos empregados para identificar impactos, é importante que esta tarefa seja executada de modo rigoroso e com uma perspectiva multidisciplinar.

## 8.7. SÍNTESE

Para realizar uma identificação apropriada dos prováveis impactos ambientais, há dois requisitos: (i) o entendimento do projeto (ou plano ou programa) proposto e (ii) um reconhecimento das principais características do ambiente afetado. Para identificação preliminar de impactos ambientais, não é necessário dispor de um conhecimento detalhado do ambiente potencialmente afetado. Na verdade, são os impactos que podem advir das atividades de planejamento, implantação, funcionamento ou desativação do projeto, plano ou programa analisado que nortearão o prosseguimento do estudo, ao indicar que tipo de informação sobre o ambiente afetado será necessária para prever a magnitude dos impactos, avaliar sua importância e propor medidas de gestão com a finalidade de evitar, reduzir ou compensar os impactos adversos e maximizar os benéficos.

A consideração de impactos cumulativos é uma das dificuldades de ordem prática que se colocam na identificação dos impactos. Para que os estudos ambientais levem em conta, de modo satisfatório, os impactos cumulativos, é imperativo que estes sejam

delineados já na fase de identificação, para que o planejamento dos estudos incorpore as necessidades específicas de levantamentos de dados e de análises requeridas para o tratamento dos impactos.

Uma abordagem ordenada e sistemática das relações de causa e consequência, intermediadas por interferências ou alterações de processos ambientais ou sociais

Ação → Efeito/aspecto ambiental (alterações de processos) → Impacto

Fig. 8.20 Esquema básico das relações entre causa e consequência para identificação de impactos ambientais

(com possível consideração das funções ambientais que podem ser afetadas pela proposta analisada), auxilia na identificação de todos os impactos relevantes. O esquema fundamental para identificação de impactos ambientais está resumido na Fig. 8.20.