

Título do capítulo	CAPÍTULO 4 A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS
Autores (as)	Alessandra Magrini
DOI	

Título do livro	MEIO AMBIENTE: ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS
Editores (as)	Sergio Margulis
Volume	
Série	
Cidade	
Editora	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Ano	1990
Edição	1ª
ISBN	
DOI	

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 1990

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <http://repositorio.ipea.gov.br>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

A Avaliação de Impactos Ambientais

*Alessandra Magrini**

A avaliação de impactos ambientais (AIA) tem origem, como atividade sistematizada e institucionalizada, com o National Environmental Policy Act – Nepa, promulgado em 1969 nos Estados Unidos. Foi a partir da conferência de Estocolmo em 1972, entretanto, que passou a ser gradativamente incorporada pelo processo decisório em outros países.

Embora a análise de impactos ambientais provocados por determinadas ações humanas já existisse, com graus diferenciados de exigência e abrangência, em alguns países, estes dois marcos introduzem uma nova dimensão no tratamento da questão. Se, por um lado, torna-se parte integrante e efetiva das políticas ambientais das diferentes nações, por outro, adquire nova concepção, incorporando não só a análise dos aspectos físicos e biológicos, mas também dos impactos sociais.

De uma primeira análise da evolução desta atividade nestes 20 anos, observamos algumas mudanças, seja do ponto de vista do seu encaminhamento e de sua inserção no processo de tomada de decisões, seja no que tange à discussão em torno dos métodos utilizados para a mensuração e a avaliação dos impactos ambientais.

Veremos adiante algumas conceituações relativas a impactos ambientais e avaliação de impactos ambientais e as tendências recentes de

* Professora da Área Interdisciplinar de Energia da Coppe, UFRJ.

operacionalização deste processo nos países desenvolvidos. Apresentaremos, em seguida, as principais metodologias utilizadas na mensuração e avaliação de impactos ambientais, para depois discutirmos brevemente a concepção de *AIA* vigente no Brasil.

4.1 – A Avaliação de Impactos Ambientais e sua Inserção no Planejamento

4.1.1 – Definição de Impacto Ambiental

Impacto ambiental, como o próprio nome indica, deriva de uma ação sobre o meio ambiente. Na concepção de *AIA* em vigor, o conceito de impacto adquire um caráter preventivo. Segundo Bolea, impacto ambiental de um projeto é “a diferença entre a situação do meio ambiente (natural e social) futuro modificado pela realização do projeto e a situação do meio ambiente futuro tal como teria evoluído sem o projeto” [Bolea (1984)].

Na realidade existem diversas definições, quase todas calcadas numa lógica do tipo ação-reação, que dificilmente espelham a complexidade da dinâmica ambiental. Podemos distinguir, neste tipo de conceituação, duas dificuldades básicas. A primeira consiste na própria identificação das fronteiras do impacto já que o mesmo se propaga espacialmente e temporalmente através de uma complexa rede de inter-relações. A segunda reside nas deficiências instrumentais e metodológicas para predizer as respostas dos ecossistemas às ações humanas.

4.1.2 – Algumas Classificações de Impacto Ambiental

Com o intuito de melhor explicitar a dinâmica espaço-temporal de propagação dos impactos, têm sido introduzidas algumas classificações como:

a) Impactos ambientais diretos e indiretos: o *impacto ambiental direto* ou *primário* consiste na alteração de determinado aspecto ambiental por ação direta do homem, sendo, normalmente, de mais fácil identificação. Exemplos de impactos diretos são os desgastes impostos

aos recursos utilizados, os efeitos sobre empregos gerados, etc.; o *impacto ambiental indireto* ou *secundário* decorre do anterior, como, por exemplo, o crescimento demográfico resultante do assentamento da população atraída pelo projeto, etc.

b) Impactos ambientais de longo e curto prazo: o *impacto ambiental de curto prazo* ocorre normalmente logo após a realização da ação, podendo desaparecer em seguida. Um exemplo deste tipo de impacto é a produção de ruído e poeira na fase de construção de um projeto; o *impacto ambiental de longo prazo* verifica-se depois de certo tempo da realização da ação, como, por exemplo, a modificação do regime de rios, a incidência de doenças respiratórias causadas pela inalação de poluentes por períodos prolongados, etc.

c) Outras classificações importantes existem ainda como *impactos ambientais cumulativos* e *sinérgicos*, que consideram o somatório de efeitos sobre o meio ambiente ou *impactos ambientais reversíveis* e *irreversíveis*, em que está em jogo a reversibilidade ou não das alterações provocadas sobre o meio.

4.1.3 – Definição de Avaliação de Impactos Ambientais e suas Fases

Na literatura de língua inglesa, adotam-se termos como *Environmental Impact Assessment* para designar estudos que analisam aspectos sociais e ecológicos e *Ecological Impact Assessment* e *Social Impact Assessment* para os que tratam de aspectos ecológicos e sociais respectivamente. Uma expressão recentemente introduzida por Rossini e Porter (1983) – *Integrated Impact Assessment* – refere-se ao estudo do conjunto de conseqüências sociais e ecológicas, segundo um enfoque holístico que evidencia os efeitos cumulativos resultantes de suas interações, requerendo, para sua elaboração, um conjunto de disciplinas distintas, embora integradas.

Westman (1985) define *assessment* como “análise e avaliação¹ de impactos”. A *análise* consiste numa tarefa objetiva de identificação de ações, medição das condições de base e predição das prováveis mudanças nestas condições, resultantes daquelas ações. A *avaliação* constitui

¹Em português, na ausência de palavra correspondente a *assessment*, utilizou-se “avaliação” tanto para designar *assessment* como *evaluation*, que é uma das etapas do *assessment*.

uma atividade subjetiva ou normativa, que depende da aplicação de valores humanos, vez que envolve a determinação da significância dos efeitos.

Segundo Bolea (1984) “as avaliações de impacto ambiental são estudos realizados para identificar, prever e interpretar, assim como prevenir as conseqüências ou efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem-estar humano e ao entorno”. A autora acrescenta, ainda, que tais estudos incluem alternativas à ação ou projeto e pressupõem a participação do público, representando não um instrumento de decisão em si, mas um instrumento de conhecimento a serviço da decisão.

Esta definição, embora seja apenas uma entre as muitas existentes, traduz algumas tendências recentemente incorporadas à avaliação. Destaca-se, de um lado, a extensão do processo, que evolui de um enfoque historicamente voltado para um projeto específico, no sentido de uma concepção mais ampla em termos de programa e plano; de outro, explicita-se a necessidade de análise de alternativas e de participação do público.

A avaliação de impactos ambientais tem sido operada normalmente em três fases: identificação dos impactos, predição e avaliação.

A *identificação dos impactos ambientais* é, via de regra, uma atividade objetiva; entretanto, como já foi mencionado, apresenta dificuldades inerentes à delimitação espaço-temporal dos impactos, exigindo uma ampla análise de toda a possível gama de interações. Outro problema reside na natureza diferenciada destes efeitos, que dificulta o estabelecimento de um padrão de mensuração comum.

A fase de *predição dos impactos ambientais* também envolve limitações instrumentais, já apontadas, relativas à previsão do comportamento de sistemas tão complexos quanto os ecossistemas. São normalmente utilizados cinco métodos para efetuar a predição [Westman (1985)]:

a) estudos de casos que permitam extrapolar os efeitos de uma ação similar sobre o mesmo ecossistema ou outro ecossistema semelhante;

b) modelos conceituais ou quantitativos que efetuem previsões das interações do ecossistema;

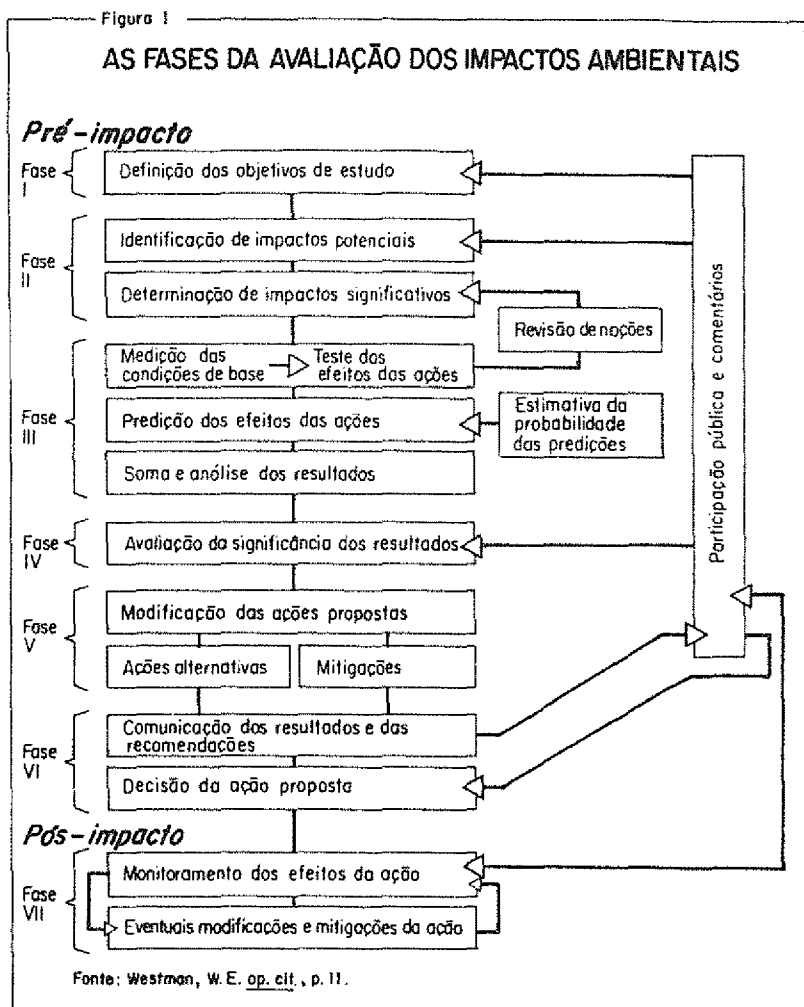
c) bioensaios de estudos de microcosmo que simulem os efeitos das perturbações sobre os componentes dos ecossistemas sob condições controladas;

d) estudos de perturbações no campo que evidenciem respostas de parcela da área proposta para o projeto às perturbações experimentais;

e) considerações teóricas que propiciem a predição dos efeitos a partir da teoria ecológica vigente.

Finalmente, na fase de *avaliação* propriamente dita atribuem-se, aos efeitos, parâmetros de importância ou significância, que envolvem uma valoração subjetiva ou normativa, tornando esta fase do processo um dos pontos mais críticos.

A existência das limitações apontadas tem levado a um aperfeiçoamento do processo de avaliação de impactos ambientais. Uma represen-



tação mais dinâmica e que espelha, em certa medida, as recentes tendências de encaminhamento é apresentada por Westman (1985). Conforme pode ser observado na Figura 4.1, além das fases de identificação, predição e avaliação, são introduzidas as etapas de definição de objetivos e de monitoramento, que o autor denomina pré e pós-impacto, respectivamente. Enquanto a primeira induz à ampliação e ao aprimoramento da discussão dos objetivos do estudo sob as diferentes óticas dos atores envolvidos antes do início do processo, a segunda propicia uma realimentação fundamental para a avaliação, que opera, frequentemente, com um elevado grau de incerteza. Outro aporte importante desta concepção é a incorporação do público em diferentes fases do processo, reduzindo assim o nível de subjetividade presente na avaliação. Esta prática, embora polêmica e de complexa operacionalização, começa a ser adotada de forma crescente em alguns países como os Estados Unidos.

4.1.4 – A Avaliação de Impactos Ambientais e o Processo de Planejamento

Para tornar-se um efetivo instrumento de auxílio à tomada de decisões, a avaliação de impactos ambientais precisa estar inserida de forma articulada no processo de planejamento a nível mais global. Neste sentido, deve ser efetuada antes do início de um empreendimento, condicionando, juntamente com a avaliação técnico-econômica, a viabilidade do mesmo. Por outro lado, deve acompanhar todo o processo de tomada de decisões, evoluindo da esfera nacional para a regional e local. A Figura 4.2 mostra um exemplo deste encaminhamento. A nível local, é fundamental que sejam consideradas também as interações com outros projetos previstos para a mesma área e seus efeitos.

A avaliação de impactos ambientais deve, portanto, estar integrada ao planejamento, seja horizontalmente (articulada às esferas política, tecnológica e econômica), seja verticalmente, associada às diferentes etapas do processo de planejamento.

4.2 – Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais

São normalmente denominados técnicas ou métodos de avaliação os instrumentos que visam a identificar, avaliar e sintetizar os impactos de um determinado projeto ou programa.

Existem, na literatura, diversas classificações para estas técnicas,

que variam conforme a ótica adotada. Uma primeira classificação diz respeito à divisão em dois grandes grupos: de um lado, encontramos os métodos tradicionais de avaliação de projetos, como a análise de custo-benefício; e, de outro, os métodos calcados na utilização de pesos escalonados.

FIGURA 2

NÍVEIS DE INSERSÃO DA AIA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO

NÍVEIS DE ANÁLISE

Nível de política



Nível de programa



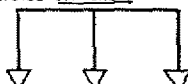
Estudo de impactos específicos

EXEMPLOS

Plano Energético Nacional



Programa de produção de petróleo off-shore



AIA para produção no litoral fluminense

AIA para outras localizações

Uma das questões de base está na unidade de medida a ser utilizada para mensurar aspectos tão diversos quanto os ambientais, como, por exemplo, a poluição do ar, os efeitos sobre a saúde ou os impactos sobre uma determinada estrutura social e cultural. Em linhas gerais, o primeiro grupo de técnicas busca uma mensuração destes aspectos em termos monetários,² enquanto o segundo procura aplicar escalas valorativas aos diferentes impactos medidos originalmente em suas respectivas unidades físicas. Trataremos, a seguir, deste segundo conjunto de métodos que denominamos genericamente *quantitativos*.³

² Este grupo de técnicas é objeto de exame mais detido no artigo de Ronaldo Serôa da Motta, *Análise de custo-benefício do meio ambiente*, também publicado neste volume (Nota do organizador da edição).

³ A descrição destes métodos toma como base o Cap. 4 de Bolea (1984) e o Cap. 4 de Westman (1985).

Neste conjunto de técnicas, observamos uma primeira categoria, centrada preponderantemente na identificação e sintetização dos impactos, e uma segunda, que incorpora, de forma mais efetiva, a avaliação, podendo explicitar as bases de cálculo ou a ótica de diferentes grupos sociais. Fazem parte da primeira as *check-lists*, as matrizes, as redes, os diagramas, os métodos cartográficos, os métodos *ad hoc* e, da segunda, métodos como o de Battelle, que explicita as bases de cálculo, e a Folha de Balanço e a Matriz de Realização de Objetivos, que desagregam a avaliação segundo a ótica dos diferentes grupos.

Os métodos *ad hoc*, como a sua própria denominação indica, são elaborados para um projeto específico, identificando normalmente os impactos através de *brainstorming* e caracterizando-os e sintetizando-os em seguida em tabelas ou matrizes.

Os métodos cartográficos foram desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial e são aplicados na avaliação de impactos ambientais visando à localização e à identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotogramas aéreos. O mais conhecido é o Método McHarg, desenvolvido em 1969 para determinar aptidões territoriais. Através da sobreposição de mapas de capacidade, confeccionados em diferentes tons de cinza para quatro usos distintos de solo (agricultura, recreação, silvicultura e meio urbano), estabelecem-se as possibilidades de usos combinados. Existem ainda outros métodos, em geral próximos ao de McHarg, como o de M. Falque, desenvolvido na França, o Tricart e, mais recentemente, as análises por satélite.

As *check-lists* são relações padronizadas de fatores ambientais a partir das quais identificam-se os impactos provocados por um projeto específico (ver Tabela 4.1). Existem hoje, principalmente nos Estados Unidos, diversas listas padronizadas por tipo de projeto (projetos hídricos, auto-estradas, etc.) além de listas computadorizadas como o Programa Meres, do Departamento de Energia dos Estados Unidos, que, a partir de especificações sobre o tamanho e natureza do projeto, computa a emissão de poluentes. Embora sejam preponderantemente técnicas de identificação, as *check-lists* podem também incorporar escalas de valoração e ponderação dos fatores. Apesar de constituírem uma forma concisa e organizada de relacionar os impactos, são um método por demais simples e estático, que não evidencia as inter-relações entre os fatores ambientais.

Os métodos matriciais são técnicas bidimensionais que relacionam ações com fatores ambientais. Embora possam incorporar parâmetros de avaliação, são métodos basicamente de identificação. Entre os mais conhecidos encontra-se a Matriz de Leopold, elaborada em 1971 para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos. A Matriz de Leopold é constituída de 100 colunas, em que estão representadas as ações do projeto, e de 88 linhas relativas aos fatores ambientais, perfazendo um total de 8.800 possíveis interações (ver Tabela 4.2). Pela dificuldade de operar com este número de interações, traba-

Tabela 4.1

Exemplo de *Check-List*

A. FATORES CORRESPONDENTES AO IMPACTO BIOGEOFÍSICO

1. Contaminação Atmosférica
Fatores Quantitativos:
Partículas Sólidas; Gases; Vapores; Aerossóis; Substâncias Tóxicas; Qualidade; Alteração do Microclima; Outros.
2. Contaminação das Águas (Águas Continentais, Superficiais e Subterrâneas, e Marfúmas)
Fatores Quantitativos:
Caudal; Variações de Fluxo
Fatores Qualitativos:
a) Físicos
Temperatura; Turbidez; Densidade; Sólidos Dissolvidos e em Suspensão; Aspectos Organoléuticos (Cor, Odor, Sabor)
b) Químicos Inorgânicos
Oxigênio; pH (Hidrogênio); Nitrogênio; Fósforo; Metais Alcalino-ferrosos; Enxofre; Halogênios; Carbono Inorgânico; Silício; Metais Pesados
c) Químicos Orgânicos
Biodegradáveis: Hidratos de Carbono, Graxas e Proteínas.
Não Biodegradáveis: Pesticidas, Detergentes, Hidrocarbonetos e Produtos Petroquímicos Persistentes
d) Biológicos
Organismos Patogênicos; Organismos Eutrofizantes; DBO; Outros
3. Solo
Precipitação; Deposição; Sedimentação; Contaminação por Resíduos Sólidos, Líquidos ou Gasosos; Alteração do Revestimento Vegetal; Outros
4. Substâncias Radioativas
5. Ruído
6. Recursos Naturais
Vegetação Natural. Flora; Exploração Vegetal; Uso Agrícola do Solo e para Pastagem; Recursos Minerais; Espaços Destinados a Usos Recreativos; Paisagem; Meio Aquático. Recursos Pesqueiros
7. Fatores Biológicos
Fauna. Inventário de Biótopos e Biocenoses e suas correlações; Fauna. Inventário de Espécies características; Flora. Inventário de espécies características e Vegetação Natural; Espécies em Perigo; Diversidade de espécies; Estabilidade do Ecossistema.

B. FATORES CORRESPONDENTES AO IMPACTO SÓCIO-ECONÔMICO

1. Território
Uso Inadequado do Território e dos Recursos Naturais
Modificações no Uso do Território
Alternativas de Uso para o Território e os Recursos Naturais
Expropriações dos Terrenos
2. Alteração da Paisagem
Destruição ou Alteração da Paisagem
Destruição de Sistemas Naturais
3. Aspectos Humanos e Sócio-Culturais
Padrões Culturais
Destruição ou Alteração da Qualidade de Vida em Termos de Aspectos Culturais, Históricos, etc.
Molestias Decorrentes de Congestionamento Urbano e de Tráfego.
Alteração dos Sistemas ou Estilos de Vida
Tendências de Variações Demográficas
Locais Históricas Artísticas que podem ser Afetados
4. Aspectos Econômicos
Estabilidade Econômica Regional

Renda e Gastos para o Setor Público
 Consumo e Renda *per capita*
 Empregos que podem ser Gerados na Fase de Construção do Projeto
 Empregos Fixos Durante o Funcionamento do Projeto
 Incremento Econômico de Atividades Comerciais, Serviços, etc., durante a Construção e Funcionamento do Projeto
 Moradias
 Infra-estrutura de Transportes
 Infra-estrutura Sanitária
 Serviços Comunitários e Equipamentos Urbanos
 Outros

Tabela 4.2
Matriz de Leopold

RELAÇÃO DAS AÇÕES

A. Modificação do Regime

Introdução de Flora ou Fauna Exótica
 Controles Biológicos
 Modificação do Habitat
 Alteração da Cobertura Terrestre
 Alteração da Hidrologia
 Alteração da Drenagem
 Controle do Rio e Modificação do Fluxo
 Canalização
 Irrigação
 Modificações do Clima
 Queimadas
 Superfície ou Pavimentação
 Ruído e Vibração

B. Transformação do Território e Construção

Urbanização
 Sítios Industriais e Edifícios
 Aeroportos
 Rodovias e Pontes
 Estradas e Trilhas
 Estradas de Ferro
 Cabos e Elevadores
 Linhas de Transmissão, dutos e Corredores
 Barreiras, Inclusive Cercas
 Dragagem e Reforço de Canais
 Revestimento de Canais
 Canais
 Barragens e Represas
 Terminais Marítimos, Marinas e Ancoradouros
 Estruturas *off-shore*
 Estruturas Recreativas
 Dinamitação e Perfuração

Desmonte e Enchimento
 Túneis e Estruturas Subterrâneas

C. Extração de Recursos

Dinamitação e Perfuração
 Escavações Superficiais
 Escavações Subterrâneas
 Perfuração de Poço e Remoção de Fluido
 Dragagem
 Exploração Florestal
 Pesca Comercial e Caça

D. Processamento

Agricultura
 Criação de Gado e Pastagem
 Lavoura de Alimentos
 Produção de Laticínios
 Geração de Energia
 Processamento Mineral
 Indústria Metalúrgica
 Indústria Química
 Indústria Têxtil
 Automóveis e Aviões
 Refinarias
 Alimentação
 Serrarias
 Papel e celulose
 Armazenamento de Produtos

E. Alteração do Terreno

Controle de erosão e cultivo em tabuleiros
 Controle de resíduos e fechamento de minas
 Minas abertas
 Paisagem
 Dragagem de portos
 Aterros e drenagem

F. Recursos Renováveis

Reflorestamento
 Gerenciamento e controle da vida animal
 Recarga no lençol freático

Aplicação de fertilizantes
 Recirculação de resíduos
 G. Mudanças no Tráfego
 Estradas de ferro
 Automóveis
 Caminhões
 Navios
 Aviões
 Tráfego fluvial
 Esportes náuticos
 Trilhas
 Cabos e elevadores
 Comunicações
 Dutos
 H. Disposição e Tratamento
 de Resíduos
 Depósitos marítimos
 Vertedouros
 Disposição de resíduos de minas
 Armazenamento subterrâneo
 Disposição de sucata
 Descarga de poços de petróleo
 Disposição em poços profundos
 Descarga de água de refrigeração
 Descarga de resíduos municipais
 Descarga de efluentes líquidos
 Tanques de estabilização e
 oxigenação
 Fossas sépticas, comerciais e
 domésticas
 Emissão de gases residuais
 Lubrificantes utilizados
 I. Tratamentos Químicos
 Fertilização
 Descongelamento de rodovias, etc.
 Estabilização química do solo
 Controle de vegetação silvestre
 Controle de insetos (pesticidas)
 J. Acidentes
 Explosões
 Vazamentos e perdas
 Falhas operacionais
 Outros

Oceânica
 Subterrânea
 Qualidade
 Temperatura
 Recarga
 Neve, gelo e geadas
Atmosfera
 Qualidade (gases, particulados)
 Clima (micro, macro)
 Temperatura
Processos
 Inundações
 Erosão
 Deposição (sedimentação,
 precipitação)
 Solução
 Sorção (troca de íons,
 complexos)
 Compactação e assentamento
 Estabilidade
 Sismologia (terremotos)
 Movimentos do ar
 B. Condições Biológicas
Flora
 Árvores
 Arbustos
 Grama
 Safras
 Microflora
 Plantas aquáticas
 Espécies ameaçadas
 Barreiras
 Corredores
Fauna
 Aves
 Animais terrestres, inclusive répteis
 Peixes e moluscos
 Organismos bentônicos
 Insetos
 Microfauna
 Espécies ameaçadas
 Barreiras
 Corredores
 C. Fatores Culturais
 Uso do território
 Espaços abertos e selvagens
 Zonas úmidas
 Silvicultura
 Pastagem
 Agricultura
 Zona residencial
 Zona comercial
 Zona industrial
 Minas e canteiros
Recreação
 Caça
 Pesca
 Navegação
Camping
 Excursão

RELAÇÃO DE FATORES AMBIENTAIS

A. Características Físicas e
 Químicas
Terra
 Recursos minerais
 Material de construção
 Solos
 Geomorfologia
 Campos magnéticos e
 radioatividade de fundo
 Fatores físicos especiais
Água
 Continental

Interesses humanos e

estéticos
Vistas e paisagens
panorâmicas
Natureza
Espaços abertos
Paisagem
Agentes físicos especiais
Parques e reservas
Monumentos
Espécies ou ecossistemas
especiais
Sítios e objetos históricos
ou arqueológicos
Presença de desarmonias
Nível Cultural
Estilos de vida (padrões culturais)
Saúde e segurança
Emprego

Densidade populacional

Serviços e infra-estrutura
Estruturas
Rede de transporte
Rede de serviços
Eliminação de resíduos
sólidos
Barreiras
Corredores
D. Relações Ecológicas
Salinização de recursos
hídricos
Eutrofização
Vetores de doenças (insetos)
Cadeias alimentares
Salinização de materiais
superficiais
Invasão de ervas daninhas
Outros

Iha-se normalmente com matrizes reduzidas para 100 ou 150, das quais, em geral, um máximo de 50 é significativo.

O princípio básico da Matriz de Leopold consiste em, primeiramente, assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores para, em seguida, estabelecer, em uma escala que varia de 1 a 10, a magnitude e a importância de cada impacto, identificando se o mesmo é positivo ou negativo (ver Figura 4.3). Enquanto a valoração da magnitude é relativamente objetiva ou empírica, pois refere-se ao grau de alteração provocado pela ação sobre o fator ambiental, a pontuação da importância é subjetiva ou normativa uma vez que envolve atribuição de peso relativo ao fator afetado no âmbito do projeto.

O estabelecimento destes pesos constitui um dos pontos mais críticos, não só das técnicas matriciais, mas também, como veremos, dos demais métodos quantitativos. A Matriz de Leopold pode ser criticada neste sentido, pois, em sua concepção primeira, não explicita claramente as bases de cálculo das escalas de pontuação de importância e da magnitude.

Outros aspectos criticáveis podem ser apontados, como a não identificação, analogamente às *check-lists*, das inter-relações entre os impactos, o que pode levar à dupla contagem ou à subestimativa dos mesmos, bem como a pouca ênfase atribuída aos fatores sociais e culturais.

Uma questão muito discutida no uso deste tipo de técnica é a pertinência ou não de se calcular um índice global de impacto ambiental resultante da soma ponderada (magnitude x importância) dos impactos específicos, conforme pode ser observado na Figura 4.3. Face à diferente natureza dos impactos, alguns autores [Bolea (1984)] defendem a

Figura 3

COMPARAÇÃO DE MATRIZES SIMPLIFICADAS PARA DUAS ALTERNATIVAS DE AEROPORTOS COM CÁLCULO DE ÍNDICE GLOBAL*

PLANO 1

AÇÕES ▷ FATORES ▽	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO
QUALIDADE DO AR	-3 / 2	-5 / 1	+4 / 4
VEGETAÇÃO	-2 / 8	-4 / 6	+3 / 5
VIDA ANIMAL	-5 / 10	-4 / 9	+1 / 8

-98

PLANO 2

AÇÕES ▷ FATORES ▽	CONSTRUÇÃO	OPERAÇÃO	MANUTENÇÃO
QUALIDADE DO AR	-4 / 1	-5 / 2	+6 / 3
VEGETAÇÃO	-1 / 6	-4 / 8	+7 / 10
VIDA ANIMAL	-5 / 9	-3 / 2	+4 / 6

+9

* Os números acima das diagonais representam a magnitude, e os que estão abaixo, a importância

não contabilização de índice global, sugerindo a elaboração de matrizes para diversas alternativas e a comparação entre as mesmas a nível de cada efeito significativo específico. De qualquer forma, é importante assinalar que o índice global só poderá ser calculado se houver compatibilização entre as escalas utilizadas para os vários impactos, já que

apenas escalas de intervalo ou razão estão sujeitas a manipulação matemática. Assim, efeitos medidos em escalas nominais ou ordinais deverão ser convertidos naquele tipo de escala. Como a Matriz de Leopold não explicita, em princípio, as bases de cálculo das escalas, a contabilização do índice, embora útil para indicar o grau global de impacto de um determinado projeto, não é aconselhável, a não ser que sejam incorporadas as considerações acima mencionadas. Adicionalmente, é fundamental ressaltar que o cálculo do índice global de um projeto só faz sentido se referenciado a índices globais de alternativas a este projeto.

As *redes* representam um avanço em relação às técnicas anteriores, pois, ao estabelecerem relações do tipo causas-condições-efeitos, permitem melhor identificação dos impactos e de suas inter-relações. Um dos métodos mais conhecidos é o de Sorensen, elaborado em 1971 para analisar diversos tipos de uso do solo em regiões costeiras. Conforme pode ser observado na Figura 4.4, trata-se de uma técnica propponderantemente de identificação de efeitos, que parte da caracterização de diferentes usos do solo, os quais desdobram-se em diversos fatores causais que, por sua vez, implicam impactos ambientais classificados em condições iniciais, conseqüências e efeitos. Além de apresentar uma rede composta dos diversos ramos de efeitos, o método indica igualmente ações corretivas e mecanismos de controle.

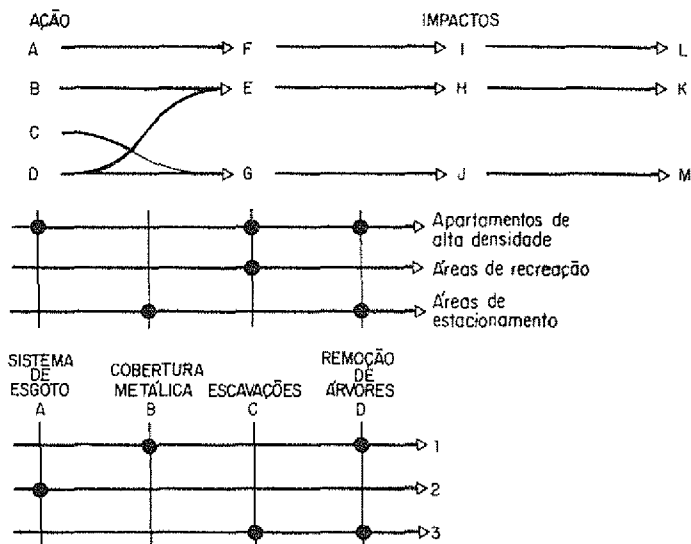
Em 1980, Rau introduziu no Método de Sorensen parâmetros valorativos de magnitude, importância e probabilidade, visando ao cálculo de um índice global de impacto (ver Tabela 4.3). Embora ele apresente vantagens em relação aos métodos anteriores, persistem neste enfoque problemas conceituais relativos à determinação da importância, além de ser relativamente difícil garantir o uso de escalas intervalares para todos os impactos. Se, por um lado, a introdução do parâmetro probabilidade representa um avanço no sentido de romper com a ótica determinística, por outro traz uma nova dificuldade: a carência de informações históricas que permitam seu cálculo.

Existem ainda outros métodos que seguem aproximadamente os mesmos princípios de Sorensen, dentre os quais citamos o método do CNYRPAB (Departamento de Desenvolvimento e Planejamento Regional do Estado de New York) e o Método Bereano, utilizado para identificar os impactos do oleoduto do Alasca.

Os *diagramas* são outra categoria de técnicas de identificação e tomam como base o trabalho desenvolvido em 1971 por H. T. Odum. Utilizando simbologia relativa a circuitos eletrônicos, o autor sugere que os impactos sejam medidos em termos de fixação e fluxo de energia entre os componentes dos ecossistemas. Este enfoque foi aplicado por algumas autores à avaliação de impactos ambientais. Gilliland e

Figura 4

MÉTODO SORENSEN APLICADO PARA USO DO SOLO DE TIPO RESIDENCIAL



	POSSÍVEIS IMPACTOS ADVERSOS			AÇÕES CORRETIVAS	MECANISMOS DE CONTROLE
	CONDIÇÕES INICIAIS	CONSEQUÊNCIAS	EFEITOS		
1	Aumento da superfície de escoamento (E)	Enchentes (H)	Sulcos e erosão (K)	Colocação de canteiros	
2	Polição da água (F)	Degradação do suprimento de água (I)	Danos à saúde (L)		Código de obra
3	Remoção da camada superficial (G)	Diminuição da fertilidade (J)	Morte da flora (M)	Plantação de arbustos	

Tabela 4.3

Cálculo dos Índices de cada Ramo e do Índice Global da Rede

Impactos	Pontuação (Escala de intervalo de 1 a 10)		Probabilidade de Ocorrência
	Magnitude	Importância	
E	5	3	B → E(0,8); D → E(0,7)
F	2	5	A → F(0,5)
G	3	4	C → G(0,3); D → G(0,4)
H	4	5	E → H(0,7)
I	2	9	F → I(0,6)
J	2	5	G → J(0,8)
K	3	7	H → K(0,7)
L	2	10	I → L(0,9)
M	1	6	J → M(0,8)

Cálculo dos Índices:

$$\text{Ramo (1)} \rightarrow (2)(5)(0,5) + (2)(9)(0,5) + (2)(10)(0,9) = 33,8$$

$$\text{Ramo (2)} \rightarrow (5)(3)(0,8) + (5)(3)(0,7) + (4)(5)(0,7) + (3)(7)(0,7) = 51,2$$

$$\text{Ramo (3)} \rightarrow (3)(4)(0,3) + (3)(4)(0,4) + (2)(5)(0,8) + (1)(6)(0,8) = 21,2$$

$$\text{Índice global} = 33,8 + 51,2 + 21,2 = 106,2$$

Risser, por exemplo, utilizaram este método em 1977 para analisar os efeitos de mísseis no Novo México.

A grande vantagem desta técnica está na utilização de uma unidade de medida comum para a mensuração de todos os impactos, evitando portanto a conversão em escalas. Apesar disso, os diagramas não são muito difundidos por causa do relativo grau de complexidade no estabelecimento dos fluxos de energia para todos os impactos. Aspectos como ruído, fatores estéticos, sociais, culturais e outros são de difícil mensuração em unidades energéticas.

O *Método Battelle* ou Sistema de Avaliação Ambiental (EES) foi desenvolvido no laboratório Battelle-Columbus para projetos hídricos, podendo ser utilizado tanto a nível micro, ou seja, para um único em-

preendimento, como a nível macro, ou seja, para planeamento de um programa de empreendimentos.

Até o momento, analisamos técnicas centradas mais na identificação dos impactos do que propriamente na avaliação (*evaluation*). Conforme observamos, embora alguns métodos tenham gradativamente incorporado também a avaliação, distinguem-se dos que serão daqui por diante analisados – como o Método Battelle – por não explicitarem claramente as bases de cálculo dos índices utilizados. O Método Battelle é um método hierarquizado, constituído de quatro categorias ambientais que se desdobram em 18 componentes; estes, por sua vez, subdividem-se em 78 parâmetros (ver Figura 4.5). A determinação do grau de impacto líquido para cada parâmetro ambiental é dada pela expressão:

$$\text{UIA} = \text{UIP} \times \text{Q.A.}$$

onde UIA = unidade de impacto ambiental

UIP = unidade de importância

Q.A. = índice de qualidade ambiental

A contabilização final é feita através do cálculo de um índice global de impacto, dado pela diferença entre a unidade de impacto ambiental total com a realização do projeto e a unidade de impacto ambiental sem a realização do projeto, ou seja:

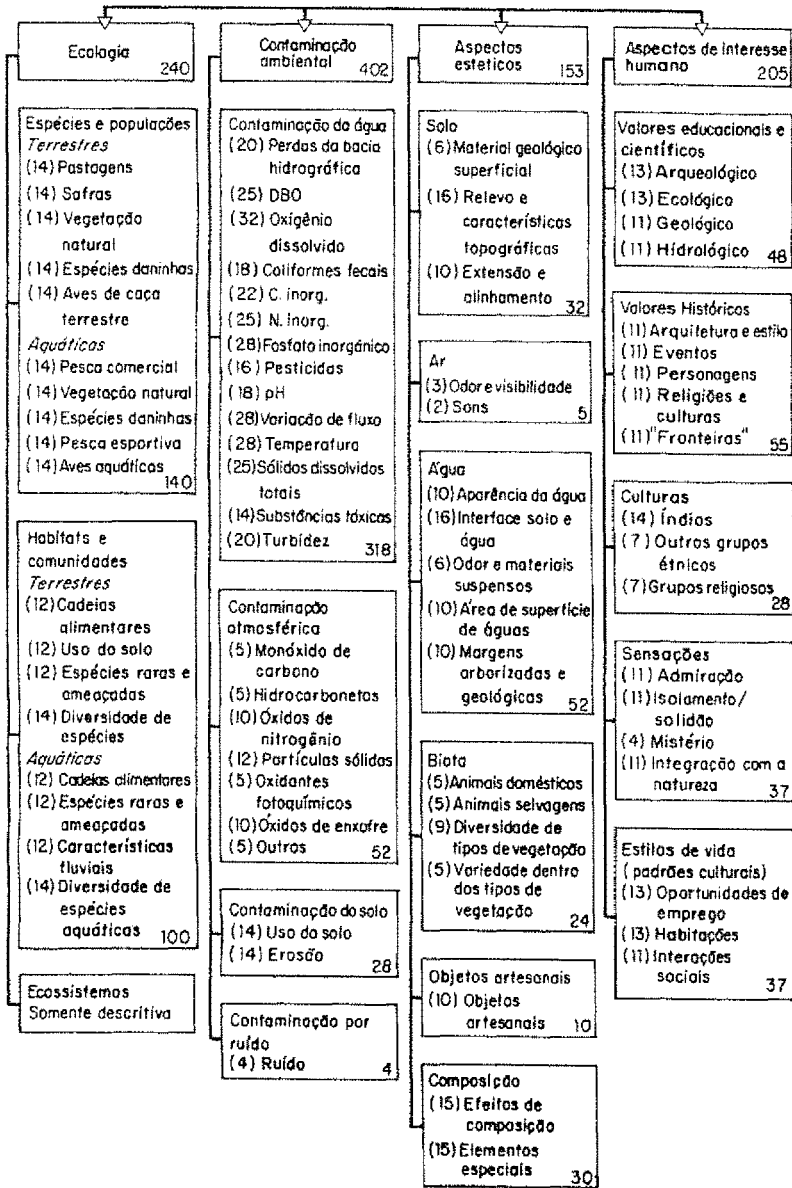
$$(\text{UIA}) \text{ com projeto} - (\text{UIA}) \text{ sem projeto} = (\text{UIA}) \text{ por projeto}$$

A técnica prevê ainda um sistema de alerta para identificar os impactos mais significativos que deverão ser submetidos a uma análise qualitativa mais detalhada. A unidade de importância é fixada *a priori*, perfazendo um total de 1.000 unidades distribuídas por categorias, componentes e parâmetros através de consulta prévia de especialistas pelo Método Delphi. Evidentemente, a UIP deverá ser modificada se o método for aplicado a outro tipo de projeto ou em contextos sócio-económicos diferentes. O índice de qualidade ambiental é determinado a partir da medição dos parâmetros em suas respectivas unidades e posterior conversão, através de funções características de cada parâmetro (escalares), em uma escala intervalar que varia de 0 a 1. Estes escalares podem variar conforme a natureza do parâmetro e do ecossistema considerado.

Embora este método apresente vantagens em relação aos anteriores no que tange à explicitação das bases de cálculo, ele apresenta falhas quanto à identificação das interações entre os impactos, podendo levar à dupla contagem e à subestimativa dos mesmos. Adicionalmente, existem dificuldades inerentes ao estabelecimento dos escalares. Enquanto o comportamento de alguns parâmetros, como os de carácter físico, é,

FIGURA 5

MÉTODO BATTELLE IMPACTOS AMBIENTAIS



em princípio, de mais fácil determinação, o de outros, como os de natureza social e cultural, torna questionável a aplicação de funções.

Outra questão que reaparece – não só aqui, mas também nas demais técnicas que empregam escalas como unidade “comum” de mensuração – é que, quando se faz uso delas, na realidade comparam-se e somam-se impactos de natureza distinta. Assim, poder-se-ia chegar, através das respectivas funções, a índices de qualidade ambiental iguais para dois parâmetros, como por exemplo “objetos manufaturados” e “valores geológicos”, que, efetivamente, não são comparáveis entre si.

Existem ainda outros métodos baseados em escalares, como o de Helliwell, que formulou um sistema de classificação ecológica para florestas e áreas florestáveis, o de Sondheim, que utiliza especialistas para a determinação da magnitude e representantes do público para a pontuação da importância, e muitos outros [Westman (1985)].

Chegamos assim aos *métodos que explicitam os valores do público*. Conforme pudemos observar, um dos aspectos mais frágeis dos métodos anteriormente mencionados consiste na determinação da importância dos impactos. O elevado grau de subjetividade presente nesta atividade levou ao desenvolvimento de técnicas que, ao invés de estabelecerem um peso único de importância, procuram evidenciar as diferentes óticas dos grupos envolvidos.

Entre estas técnicas, encontramos a Folha de Balanço de Planejamento, a Matriz de Realização de Objetivos, a Matriz de *Trade-off* Simples e a Matriz de *Trade-off* de Prioridades [Westman (1985)].

A título de ilustração, exemplificaremos o uso das duas primeiras. A Folha de Balanço de Planejamento classifica os atores envolvidos em produtores (empresa, indivíduo, atividade ou local) e consumidores (grupos afetados). Em seguida, contabiliza, em termos monetários, os custos e benefícios de alternativas para as partes afetadas, sem qualquer preocupação, *a priori*, com o cálculo de um índice global, já que os eventuais impactos não quantificáveis são objeto apenas de uma análise qualitativa (ver Tabela 4.4).

A Matriz de Realização de Objetivos apresenta algumas vantagens em relação ao método anterior na medida em que considera os grupos afetados sem classificá-los em produtores e consumidores, pois esta classificação é, por vezes, difícil, comportando elevado grau de subjetividade. Conforme pode ser observado na Tabela 4.5, os impactos das alternativas são avaliados em termos de custos e benefícios a partir das ponderações dos diferentes objetivos da comunidade e dos grupos afetados. É bem evidente que mesmo este tipo de técnica embute subjetividades e dificuldades de contabilização. Neste sentido, é sempre aconselhável, quando se trabalha com sistema de pesos, efetuar análises de

sensibilidade. De qualquer forma, o enfoque apresenta a vantagem de contrapor, de forma transparente, as diferentes óticas envolvidas.

Tabela 4.4

Avaliação da Operação de um Aeroporto com Recurso à Folha de Balanço

	Plano 1		Plano 2		Custo (-) ou Benefício (+) Líquido	Vantagem Líquida
	Benefício	Custo	Benefício	Custo		
● Produtor Tráfego aéreo	\$4,0	\$3,0	\$4,5	\$3,0	+ \$0,5	Plano 2
● Consumidores Passageiros	(a)	\$4,0	(a)	\$4,5	-	-
Residentes nas proximidades	0	\$1,2(b)	0	\$1,3	-\$0,1	Plano 1
Plantas e animais	0	(c)	0	(c)	-	-

(a) Benefício não quantificável

(b) Efeitos de ruído convertidos em valores monetários pela perda de valor das residências

(c) Efeito de ruído e colisão de aviões não quantificado, mas de expectativa significativa

4.3 – A Avaliação de Impactos Ambientais no Brasil

Apesar de a avaliação de impactos ambientais já estar prevista como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Art. 9^o da Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981), o grande marco de referência que estabeleceu no Brasil definições, responsabilidades e diretrizes gerais para seu uso e implementação é a Resolução Conama n^o 001, de 23 de janeiro de 1986. Esta resolução definiu como documentos resultantes de tais avaliações o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e o respectivo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), de cuja elaboração depende o licenciamento de uma série de atividades “modificadoras do meio ambiente”.

Embora a resolução seja bastante ampla e contemple muitas das questões cruciais apontadas nas seções anteriores, tais como análise de alternativas, participação do público, análise de programas e planos, etc., observamos que algumas de suas diretrizes dão margem a interpretações divergentes.

Tabela 4.5

Avaliação da Operação de um Aeroporto com Recurso à Matriz de Realização de Objetivos

Plano 1 – Grande Aeroporto						
● Objetivos da comunidade: ● Pesos dos objetivos:	Viagens aéreas 3			Silêncio nas imediações 2		
	Impacto: grande nº de vôos			Impacto: grande aumento de ruído		
Grupos Afetados	Peso Grupos	Benefício	Custo	Peso Grupos	Benefício	Custo
●Passageiros	3	+2	0	1	0	0
●Residentes nas imediações	2	0	0	3	0	- 2
●Plantas e animais (representados por grupos ambientalistas)	1	0	-2	2	0	- 2
Ponderação Total		+ 18	-6		0	-20
Índice Global			- 8			
Plano 2 – Aeroporto Menor						
● Objetivos da comunidade: ● Pesos dos objetivos:	Viagens aéreas 3			Silêncio nas imediações 2		
	Impacto: pequeno nº de vôos			Impacto: pequena diminuição de ruído		
Grupos Afetados	Peso Grupos	Benefício	Custo	Peso Grupos	Benefício	Custo
●Passageiros	3	1	0	1	0	0
●Residentes nas imediações	2	0	0	3	0	-1
●Plantas e animais	1	0	-1	2	0	-1
Ponderação Total		+ 9	- 3		0	- 10
Índice Global			- 4			

Em primeiro lugar, listam-se no Art. 2º da Resolução Conama atividades que estão sujeitas à elaboração de *EIA* e *Rima* sem que haja clareza quanto aos critérios adotados para seu enquadramento como tais. Estas atividades têm sido interpretadas por alguns órgãos como as únicas sujeitas a avaliação e, por outros, como uma mera exemplificação, fazendo isso com que, em muitos casos, seja solicitada avaliação de impactos ambientais para empreendimentos de pequeno porte e de reduzidos impactos.

Igualmente polêmico tem-se mostrado o Parágrafo I do Art. 5º, que estabelece a necessidade de se contemplarem alternativas tecnológicas e locacionais, a serem confrontadas com a hipótese de não execução do projeto. O que observamos na prática é que, normalmente, os *EIA* e *Rima* são elaborados para projetos já definidos em termos locacionais e tecnológicos e, portanto, as alternativas não são, via de regra, contempladas. Em certos casos, encontramos apenas algumas referências sucintas a alternativas descartadas do ponto de vista econômico.

Ainda no Art. 5º aparece outra questão polêmica, que diz respeito à definição da área de influência do projeto. As interpretações têm sido, na prática, bastante diferentes e, em muitos casos, não têm sido claramente explicitados os limites considerados. Como vimos, a Resolução condiciona o licenciamento de certas atividades à elaboração de *EIA* e *Rima*. Neste sentido, tem sido aplicada mais especificamente a projetos do que a programas e planos. Embora o Art. 5º em seu Parágrafo IV estabeleça a necessidade de se considerarem planos e programas governamentais propostos e em implantação na área de influência, pouco vemos a este respeito nos *EIA* e *Rima* até agora produzidos.

Outro aspecto polêmico refere-se à independência da equipe multidisciplinar que realiza o estudo de impactos ambientais (Art. 7º). Sendo na prática indicada e contratada pelo proponente do empreendimento sem que haja interferência dos órgãos ambientais, esta equipe goza, na realidade, de independência bastante relativa.

Quanto à participação do público, a resolução estabelece o livre acesso ao *Rima* e a possibilidade de realização de audiências públicas. Apesar de definir que cópias dos *Rima* devem permanecer à disposição do público, inclusive no período de análise, o acesso a estes documentos tem-se dado, via de regra, somente após sua aprovação.

Finalmente, mesmo o Art. 9º da Resolução, que estabelece claramente o conteúdo dos *Rima*, não tem sido atendido de forma efetiva, principalmente no que tange às alternativas e aos métodos e critérios adotados para identificação, quantificação e interpretação dos impactos ambientais. Pesquisa que estamos desenvolvendo na Área Interdisciplinar de Energia da Coppe/UFRJ sobre Metodologia de Avaliação de

Impactos Ambientais de Hidrelétricas tem demonstrado que muitos dos *Rima* de projetos hidrelétricos até hoje elaborados utilizam técnicas extremamente simplificadas, como *check-lists* ou matrizes, sem explicitarem claramente os critérios adotados para identificar e avaliar os impactos. Além disso, como já foi mencionado, as alternativas não são analisadas, sendo, às vezes, apenas citadas e/ou comentadas, mais em termos técnico-econômicos do que propriamente em termos ambientais.

Esta breve análise do encaminhamento da avaliação de impactos ambientais no Brasil aponta para a necessidade de amadurecimento e aperfeiçoamento deste processo. Claramente, muitas das deficiências observadas, que são mais de prática do que propriamente de legislação, devem-se principalmente ao fato de as medidas terem sido implementadas recentemente, sem que houvesse, no país, um adequado aparelhamento em termos de quadros profissionais e de instrumentos conceituais e de análise. Entendemos, porém, que hoje já existe uma experiência que permite, através de um processo de ampliação e aprofundamento do debate, direcionar esforços para a busca de um melhor planejamento, mais sustentado, transparente e participativo.

Bibliografia

- BOLEA, M. T. E. *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid, Fundación MAPFRE, 1984.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – Sema. *Legislação Federal sobre Meio Ambiente: referências*. Brasília, jan. 1988.
- CLAUDIO, C. F. B. ROSA. Implicações da avaliação de impacto ambiental. *Ambiente*, 1 (3), 1973.
- CONAMA/SEMA. *Legislação básica Conama*. Brasília, jan. 1988.
- _____. *Resoluções Conama 1984-1986 e Anexo*. Brasília, 1988.
- FINSTERBUSCH, K. Estimating policy – consequences for individuals, organizations and communities. In: *Methodology of social impact assessment*. Stroudsburg, PA, Dowden, Hutchinson e Ross, 1977.
- _____. The potential role of social impact assessments in instituting public policies. In: *Methodology of social impact assessment*. Stroudsburg, PA, Dowden, Hutchinson & Ross, 1977.

- MACHADO, P. A. L. Direito ambiental brasileiro. São Paulo, *Revista dos Tribunais*, 2ª ed., 1989.
- MAGLIO, I. C. Acertos e desacertos do Rima. *Ambiente*, 2 (2), 1988.
- MEIRELLES, C. F. S. *et alii*. Proposta metodológica para avaliação ambiental. *Ambiente*, 3 (3) 1987.
- ROSA, L. Pinguelli *et alii*. *Impactos de grandes projetos hidrelétricos e nucleares: aspectos econômicos, tecnológicos ambientais e sociais*. São Paulo, AIE/Coppe Marco Zero, 1988.
- _____ e MAGRINI, A. Impactos ambientais: um debate necessário. *Revista Brasileira de Tecnologia*, 18 (6), set. 1987.
- SCHAEFFER, R. *Impactos ambientais de grandes usinas hidrelétricas no Brasil*. Rio de Janeiro, Coppe/UFRJ, 1986 (Dissertação de Mestrado).
- SUNKEL, O. e GLICO, M. (orgs.) *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. México, Fondo de Cultura Económica, 1980, 2 v.
- WESTMAN, W. E. *Ecology, impact assessment and environmental planning*. New York, John Wiley e Sons, 1985.