METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL: APLICAÇÕES E SEUS LIMITES*

G. Pimentel**
S.H. Pires***

1. Avaliação de impacto ambiental; 2. Principais métodos de avaliação de impacto ambiental; 3. Avaliação dos métodos; 4. Análise da aplicação dos métodos no setor elétrico.

Conceituação da avaliação de impacto ambiental. Métodos mais utilizados e citados na literatura. Distinção entre metodologia, métodos e técnicas. Vantagens e desvantagens dos diversos métodos e técnicas. Avaliação da aplicação desses métodos no âmbito dos empreendimentos do setor elétrico.

Palavras-chave:
Avaliação; impacto ambiental; metodologias.

1. *Avaliação de impacto ambiental*

A avaliação de impacto ambiental (AIA) pode ser definida, segundo Bolea,[1] como "estudos realizados para identificar, prever, interpretar e prevenir os efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem-estar humano e ao ambiente, incluindo alternativas ao projeto ou ação, e pressupondo a participação do público".

Seu objetivo principal é obter informações sobre os impactos ambientais, através de exame sistemático, para submetê-las às autoridades e à opinião pública, com o fim primordial de prevenir os impactos ambientais negativos decorrentes da ação proposta e suas alternativas, bem como maximizar os eventuais benefícios.

A avaliação de impacto ambiental constitui-se num instrumento de avaliação *ex-ante*. Ao promover o conhecimento prévio, a discussão e a análise imparcial dos

* Trabalho apresentado ao Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE). Rio de Janeiro, 1991.
** Engenheiro da Cia. Hidroelétrica do São Francisco (Chesf); mestre em Administração Pública pela Escola Brasileira de Administração Pública (EBAP), da Fundação Getulio Vargas; mestrando da Coppe/UFRJ — Área: Planejamento Energético e Ambiental. (Endereço: Rua Ministro Artur Ribeiro, 98/302 — Jardim Botânico — 22461 — Rio de Janeiro, RJ.)
*** Engenheira do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) da Eletrobrás; mestranda na Coppe/UFRJ — Área: Planejamento Energético Ambiental.

[1] Bolea, T. *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid, Mapfre, 1984.

impactos positivos e negativos de uma proposta, permite evitar e mitigar seus danos e otimizar os benefícios, aprimorando a eficácia das soluções. Ao melhorar a qualidade dos dados, e ao permitir a divulgação das informações e o acesso aos resultados dos estudos, possibilita a redução dos conflitos de interesse dos diferentes grupos sociais envolvidos. A AIA não é, então, um instrumento de decisão, mas um instrumento de subsídio ao processo de tomada de decisão.

Para atender a esses objetivos e funções, a execução dos estudos para uma avaliação de impacto ambiental se desenvolve, de modo geral, segundo as seguintes fases:

- *identificação* — são caracterizados a ação proposta e o ambiente a ser afetado. Nesta fase deve ser feita a identificação das ações e dos impactos a serem investigados, a análise das relações entre os fatores ambientais, a definição de indicadores ambientais e a medição dos impactos;
- *predição* — é feita a predição das interações entre fatores e da magnitude dos impactos;
- *avaliação* — é feita a interpretação, a análise e a avaliação. Nesta fase são atribuídos aos impactos, ou efeitos, parâmetros de importância ou de significância, sendo comparadas e analisadas algumas alternativas.

Esse processo deve, no entanto, ser cíclico, e não linear; ou seja, os estudos devem passar por sucessivas análises, sendo introduzidas realimentações, cada vez mais detalhadas, à medida que são adquiridos maiores conhecimentos sobre o problema enfocado.[2] Mas existem vários obstáculos e dificuldades para o desenvolvimento dessas atividades. O primeiro decorre da própria conceituação de impacto ambiental, que pode ser definido como "a diferença entre a situação do meio ambiente (natural e social) futuro, modificado pela ação, e a situação do meio ambiente futuro, sem o projeto".[3] Devido à complexidade e à inter-relação dos ecossistemas, bem como à dinâmica da propagação dos impactos no tempo e no espaço, sua identificação se apresenta como tarefa pouco trivial. Outra dificuldade deve-se ao fato de alguns efeitos apresentarem caráter quantitativo, enquanto outros são essencialmente qualitativos, o que leva ao risco de se desprezar o que não se consegue quantificar.[4]

Em seguida, podem-se ressaltar as deficiências instrumentais e metodológicas existentes para predizer respostas dos ecossistemas às atividades humanas, sendo mais críticas quando se referem ao meio social. Acrescente-se, ainda, que uma predição acurada de impactos para uma dada região não pode ser feita sem o conhecimento de outras propostas de projetos para a região e dos esforços diretos ou indiretos que serão impostos a ela. A avaliação de impactos é, então, dependente do planejamento regional, devendo referenciar-se aos planos para o futuro de-

[2] Westman, M. *Ecology*: impact assessment and environmental planning. New York, John W. & Sons, 1984; Lee, Norman. Environmental impact assessment: a review. *Applied Geography*, Butterworth & Company, *3*: p. 5-27, 1983.

[3] Bolea, T. op. cit.

[4] Magrini, A. *Metodologias de avaliação de impacto ambiental*. Rio de Janeiro, Coppe, 1990.

senvolvimento da região, que normalmente são provenientes de um conjunto de políticas visando o desenvolvimento nacional.[5]

Às dificuldades mencionadas soma-se a questão da subjetividade que se encontra sempre presente na avaliação e na análise dos impactos. Isto faz com que surjam, inevitavelmente, conflitos de interesses, que só podem ser reduzidos pela interação com os diferentes grupos sociais envolvidos ao longo de todo o processo.

É importante registrar a necessidade de se incorporar a questão do risco tecnológico nas avaliações de impactos ambientais, principalmente quando se referem a projetos energéticos. A incorporação do risco a essas avaliações acrescenta mais uma dificuldade ao processo, em decorrência exatamente da redução que tradicionalmente se faz do risco a um mero índice de probabilidade de ocorrência ou de compatibilização estatística de riscos já verificados. No tratamento dessa questão, além dos aspectos quantitativos, é preciso analisar a percepção que os agentes têm do risco, e o controle futuro, de modo que ele seja mantido dentro de certos limites, o que certamente engloba aspectos políticos no processo de sua avaliação.

2. *Principais métodos de avaliação de impacto ambiental*

As considerações anteriores sobre a avaliação de impacto ambiental foram realizadas com o intuito de evitar que se discutam os métodos sem localizá-los dentro desse processo mais amplo que é a avaliação de impactos.

A esta altura, no entanto, é necessário fazer-se uma distinção entre metodologia, métodos e técnicas de AIA. A avaliação é uma metodologia (estudo sistemático com utilização de métodos e técnicas, em lugar de apenas seguir passos processuais para chegar a um certo objetivo), dentro da qual são definidos certos métodos (procedimentos mais gerais e menos dependentes de um contexto específico), que são operacionalizados com o uso de técnicas (procedimentos relativamente especializados, usados para solucionar determinados problemas).[6]

Os métodos e as técnicas de AIA são, então, mecanismos estruturados para coletar, analisar, comparar e organizar informações e dados sobre impactos ambientais de uma proposta, incluindo os meios de comunicação para a apresentação escrita e visual dessas informações. Envolvem, desse modo, o tratamento do conjunto dos aspectos ambientais. Existem, também, as técnicas utilizadas na fase de predição para medir as condições futuras dos fatores e parâmetros ambientais específicos — modelos matemáticos, físicos, análises estatísticas, etc. Em outras palavras, são instrumentos formais e predefinidos, especificamente relacionados com as diferentes disciplinas envolvidas no processo de avaliação, com o objetivo de determinar a magnitude dos impactos.[7]

[5] Westman, W. op. cit.

[6] Dunn, W. *Public policy analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 1984; Eletrobrás/Grupo Coordenador de Planejamento do Sistema (GCPS). Comissão de Planejamento da Transmissão da Amazônia (CPTA). *Relatório consolidado da etapa de pré-seleção da tecnologia*, abr. 1990.

[7] Magrini, A. op. cit.

Neste artigo, trataremos somente dos métodos e técnicas de AIA, como definidos anteriormente, por terem estes caráter gerencial. Esses métodos de AIA podem, então, ser grupados de acordo com a atividade para a qual sua utilização é mais adequada.[8] Desse modo, podem-se resumir esses métodos em: a) métodos para a fase de identificação e sumariação de impactos; b) métodos para a fase de avaliação.

Dentre os métodos mais mencionados na literatura, fazem parte do primeiro grupo: métodos *ad-hoc, checklists*, matrizes, redes, diagramas, métodos de superposição de cartas. Vale a pena mencionar alguns procedimentos que vêm sendo utilizados, como: *coping* e elaboração de cenários, que auxiliam na identificação *a priori* dos impactos e no estabelecimento da importância do impacto para evitar investigações inúteis, e que devem contar, necessariamente, com a participação do público.

Os métodos *ad-hoc* são elaborados para cada projeto específico. Os impactos são identificados através de *brainstorming*, caracterizados e sumariados através de tabelas e matrizes.

As listagens de controle (ou *checklists*) são listas padronizadas dos fatores ambientais associados a projetos específicos, onde se identificam os impactos prováveis. Algumas incluem informações sobre técnicas de previsão de impacto, outras incluem descrição dos impactos ou, ainda, incorporam escalas de valor e índices de ponderação dos fatores.

As matrizes são utilizadas para relacionar as diversas ações do projeto aos fatores ambientais. As quadrículas definidas pela interseção das linhas e colunas representam o impacto de cada ação sobre cada fator ambiental. Podem também ser introduzidas variáveis temporais e parâmetros que permitam a valoração dos impactos. Entre as mais utilizadas encontra-se a Matriz de Leopold,[9] desenvolvida para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos, que relaciona uma centena de ações do projeto a 88 fatores ambientais (do meio social e natural), contabilizando 8.800 possíveis interseções. São associados aos impactos julgamentos de valor (magnitude e importância) numa escala de 0-10, identificando se são possíveis (+) ou negativos (-).

Foram criados desdobramentos desse tipo de matriz (matriz de interação) com o fim de verificar os efeitos secundários e a interdependência entre os fatores ambientais, listando-se os fatores nos dois lados da matriz.

As redes de interação surgiram como um avanço, por estabelecerem relações do tipo causas-condições-efeitos, permitindo retratar, a partir do impacto inicial, o conjunto de ações que desencadeou direta ou indiretamente. Uma das redes mais conhecidas é a de Sorensen.[10] Podem ser associados parâmetros de valor (magnitude, importância e probabilidade), visando-se obter um índice global de impacto.

[8] Westman, W. op. cit.; Lee, Norman. op. cit.; Magrini, A. op. cit.; Bisset, R. *Methods for environmental impact assessment.* A selective survey case studies. Scotland, University of Aberdeen, Department of Geography, 1987.

[9] La Rovere, E. *Impactos ambientais de projetos energéticos.* Rio de Janeiro, Coppe, 1989. mimeogr.

[10] Ver Westman, W. op. cit.; e Magrini, A. op. cit.

Desenvolveu-se, paralelamente, outro tipo de rede de interação denominado diagrama de sistemas, que mostra os efeitos das ações externas nos fluxos de energia de um sistema ambiental, podendo-se, então, medir os impactos em termos de fixação e fluxo de energia entre os componentes do ecossistema. São considerados hábeis para a detecção de medidas mitigadoras, sendo, no entanto, difícil mensurar em unidades energéticas aspectos como ruído, fatores estéticos, sociais, culturais, etc.

A superposição de cartas é outro tipo de método que consiste na confecção de uma série de cartas temáticas, uma para cada fator ambiental, onde se apresentam os dados organizados em categoria. Essas cartas são superpostas para reproduzir a síntese da situação ambiental de uma área geográfica. A superposição de cartas é útil para estudos que envolvem alternativas de localização e outras questões de dimensão espacial, e vem sendo muito utilizada para AIA de projetos lineares (estradas de rodagens, linhas de transmissão, dutos, etc.), já que favorece bastante a representação visual e a identificação da extensão dos efeitos. A possibilidade de utilização de imagens de satélite torna-se um recurso valioso para esse tipo de método.

Deve-se ainda mencionar outro tipo básico de método — modelo de simulação. Este método é constituído por modelos matemáticos destinados a representar a estrutura e o funcionamento dos sistemas ambientais através de relações complexas entre componentes quantitativos ou qualitativos, físicos, biológicos ou socioeconômicos, a partir de um conjunto de hipótese ou pressupostos.

Os métodos até agora citados são voltados mais para a identificação dos impactos do que para a avaliação, apesar de, como já foi visto, alguns incorporarem julgamentos de valor. Os métodos para a fase de avaliação propriamente dita são utilizados para a comparação de alternativas e podem ser classificados, segundo Westman,[11] de acordo com o modo como incorporam a opinião do público no processo. Em outras palavras, existem métodos que agregam a avaliação dos diversos públicos sob um único índice de julgamento e outros que desagregam a avaliação segundo a ótica dos diversos atores envolvidos.

O método Battelle (EES — Environmental Evaluation System) se enquadra dentro do primeiro tipo. Tem como característica principal a explicitação das bases de cálculo dos índices utilizados nos julgamentos de valor. Para se computar o índice global de impacto são medidos os impactos ambientais de ações em 78 fatores ambientais, sendo esses valores convertidos em uma unidade comum pela utilização de funções características de cada parâmetro, ponderando-se, então, os impactos dentro de uma escala de importância. Os produtos são somados para se obter um índice global, que é comparado ao índice global calculado para as condições básicas do ambiente sem o projeto.

Dentre os métodos que permitem a explicitação da ótica dos diversos atores, ou seja, a distribuição do impacto entre os grupos afetados, encontram-se, como exemplo, a Folha de Balanço de Planejamento e a Matriz de Realização de Objetivos. No primeiro dos métodos, os impactos são expressos em termos monetários, quando possível. Os impactos não-quantificáveis são objeto de análise qualitativa. Na Matriz

[11] Westman, W. op. cit.

de Realização de Objetivos, os impactos das alternativas são avaliados em função dos custos e benefícios a partir da ponderação dos diferentes objetivos da sociedade e dos grupos afetados.

3. *Avaliação dos métodos*

A escolha de determinado método ou técnica como mais vantajoso para as avaliações de impactos ambientais não é recomendável, por não existir um método ideal, que se aplique a todos os tipos e a todas as fases do estudo. A seleção do método dependerá dos objetivos que se quer alcançar, da disponibilidade de dados, das características do projeto e especificidades da localização, bem como do tempo e dos recursos financeiros e técnicos disponíveis.[12]

Com o objetivo de sintetizar os comentários sobre os diversos métodos aqui mencionados, apresentamos, no quadro 1, um resumo de suas principais vantagens e desvantagens.

Pelo exame desse quadro pode-se observar que o enfoque presente na maioria dos métodos é a vulnerabilidade do meio, ou seja, parte da ação (projeto, programa, política), considerando inicialmente os critérios técnicos e econômicos e, em seguida, verificando as conseqüências sobre o meio ambiente, constituindo, então, uma abordagem exógena aos ecossistemas, tendo um caráter mais defensivo. O outro tipo de enfoque — da potencialidade do meio — parte da observação do ambiente em questão, suas limitações e possibilidades, sua forma de desenvolvimento, para então definir o tipo de ação adequada, constituindo uma avaliação mais global.[13] O método de superposição de cartas é o que mais favorece esse tipo de enfoque.

Pode-se constatar, também, que a subjetividade é presença constante em todos os métodos, tanto os de identificação, quanto os de avaliação, conforme distinção anterior. Essa dificuldade só pode ser reduzida pela abertura do processo, em seus diversos níveis, à participação do público. A experiência de outros países (EUA, Canadá) tem demonstrado que a participação da opinião pública, desde a fase de elaboração do escopo dos estudos, tem sido valiosa. Essa participação tem papel relevante no levantamento e organização dos dados sobre a região, na identificação dos impactos, na definição da abrangência de seus efeitos e, conseqüentemente, da área de influência do projeto, bem como na avaliação da importância relativa desses impactos.

Acrescenta-se, ainda, que os valores utilizados nas escalas e nas ponderações devem ser baseados não somente no julgamento da equipe executora mas, principalmente, em consulta às comunidades e demais agentes envolvidos. A sensibilidade da decisão em relação aos diferentes valores atribuídos deve ser testada, para fornecer aos tomadores de decisão informação sobre a distribuição dos efeitos entre os diversos agentes.[14]

[12] Eletrobrás/GCPS-CPTA. op. cit. Rosa Claudio, C. Implicações da avaliação de impacto ambiental. *Revista Ambiente*, São Paulo, Cetesb, *1* (3), 1987.

[13] Bolea, T. op. cit.

[14] Westman, W. op. cit.

Quadro 1
Comparação entre os métodos mais citados na literatura

Métodos	*Vantagens*	*Desvantagens*
1. *Ad-hoc* espontâneo	Forma simples e compreensiva, permite o envolvimento direto dos interessados, adequado para casos de escassez de dados. Fornece orientações para outras avaliações. Estimativa rápida de AIA	Não aprofunda a avaliação nem os impactos secundários. Não identifica nem examina o impacto de todas as variáveis ambientais
2. *Checklists*	Forma concisa, organizada e compreensiva. Adequado para análises preliminares, indicando *a priori* os impactos mais relevantes. Instiga a avaliação das conseqüências. Pode, de forma limitada, incorporar escalas de valoração e ponderação	Compartimentação e fragmentação; não evidencia inter-relações entre os fatores ambientais. A identificação dos efeitos é qualitativa e subjetiva. Impossibilidade de identificar impactos secundários e fazer predições. Não capta valores e conflitos
3. Matrizes (especialmente de Leopold)	Compreensivo para comunicação de resultados. Cobre fatores ambientais naturais e sociais. Acomoda dados quantitativos e qualitativos. Fornece boa orientação para prosseguimento dos estudos. Introduz multidisciplinaridade. Baixo custo	Não identifica inter-relações, podendo haver dupla contagem dos impactos ou subestimativas dos mesmos. Compartimenta o meio ambiente. Baseia-se, principalmente, no meio físico e biótico. Não há critério explícito para estabelecimento dos pesos. Não considera valores e conflitos. Índice global de impacto para avaliação não é pertinente, devido à natureza distinta dos impactos
4. Superposição de mapas	Permite visualizar relação espacial entre fatores ambientais e identificação da extensão dos impactos. Forte poder de síntese, facilita a comparação com e sem o projeto. Útil em grandes projetos e seleção de alternativas, em diagnósticos ambientais e análise de potencialidade de regiões.	Não vê impactos de segunda e terceira ordens. Dificuldade na escolha dos parâmetros a serem mapeados e valorização dos impactos. Uso limitado pela superposição de muitos mapas

(Continua)

(Continuação)

Quadro 1
Comparação entre os métodos mais citados na literatura

Métodos	*Vantagens*	*Desvantagens*
5. Redes e diagramas	Visualização entre ação e impacto. Avaliação de impactos indiretos. Medidas de mitigação e controle podem ser visualizadas. Possível de informatizar; seleção de prioridades passa a ser feita pelo computador. Mostra tendências. Permite a introdução de parâmetros probabilísticos	Grandes ações resultam em redes extensas e sem valor prático. Dificuldade em distinguir impactos entre curto e longo prazos. Carência de informações dificulta aplicação. Risco de dupla contagem. Não especifica valores. Índice global pode mascarar incertezas nos dados internos. No caso dos diagramas, alguns aspectos são de difícil mensuração em unidades energéticas
6. Modelos de simulação	Explora a não-linearidade e ligações indiretas. Perspectiva temporal. Rapidez pelo uso de computadores. Útil para projeto de usos múltiplos. Ajuda a coleta e organização dos diferentes tipos de dados e a identificação de deficiência desses dados, no estágio inicial do processo. Possibilidade de utilização após o início da operação	Complexidade. Depende da disponibilidade e qualidade dos dados. Requer especialistas para o desenvolvimento de modelos matemáticos. Limite de variáveis. Pressupostos e estimativas não são explicitados. Dificuldades de comunicação podem levar a tomada de decisão imperfeita
7.Método de avaliação quantitativo (Batelle-EES)	Resultados fornecem boas informações para caracterizar uma situação ambiental e prever impactos. Permite envolvimento de diferentes equipes de especialistas, diminuindo a subjetividade. Explicita bases de cálculo dos índices de julgamento de valor. Compara eficientemente alternativas de um mesmo projeto, por ter sido elaborado para operar quantitativamente	Requer excessivo trabalho preparatório para estabelecer curvas das funções para cada indicador ambiental. Falho na identificação de impactos secundários e terciários. O conceito de qualidade ambiental é vago porque desconsidera a base socio-econômica. Para parâmetros de natureza social e cultural, é questionável a aplicação de funções. Ponderação baseada na opinião de especialistas, não representando os vários públicos envolvidos no processo. Índice global resultado de soma de impactos de natureza distinta

(Continua)

(Conclusão)

Quadro 1
Comparação entre os métodos mais citados na literatura

Métodos	*Vantagens*	*Desvantagens*
8. Explicitação dos valores	Evidencia ótica dos diferentes atores. Permite estabelecer e visualizar pesos diferentes. Resultado global reflete envolvimento de grupos de interesse e de conhecimento	Exige o uso de outros métodos para identificar e analisar impactos. Há ainda subjetividade dos pesos.

Fonte: Rosa Claudio, C. Implicações de avaliação de impacto ambiental. *Revista Ambiente*, São Paulo, Cetesb, *1*(3), 1987; Bolea, T. *Evaluación del impacto ambiental.* Madrid. Mapfre, 1984; Westman, W. *Ecology: impact assessment and environmental planning.* New York, John W. & Sons, 1984. La Rovere, E. *Impactos ambientais de projetos energéticos.* Rio de Janeiro, Coppe, 1989. mimeogr.; Magrini, A. *Metodologias de avaliação de impacto ambiental.* Rio de Janeiro, Coppe, 1990. Sema. *Manual de procedimentos de avaliação de impacto ambiental.* Brasília, 1987. Bisset; R. *Methods for environmental impact assessment. A selective survey case studies.* Scotland, Departament of Geography, University of Aberdeen, 1987.

Outro ponto a ser mencionado é a questão da utilização de índice global, resultado de totalização de impactos de natureza distinta para a comparação de alternativas. Se, por um lado, permite sumariar uma grande quantidade de dados sob um único índice para o tomador de decisão, por outro não reflete a contribuição relativa dos diferentes fatores e ações.

Para que a avaliação de impactos possa realmente contribuir no processo de tomada de decisão, é necessário que sejam bem explicitadas as bases de cálculo, tanto para a determinação de sua magnitude quanto em relação aos critérios estabelecidos para valorização da importância.

É importante registrar, ainda, a ausência de menção aos riscos tecnológicos nos diversos métodos apresentados.

4. *Análise da aplicação dos métodos no setor elétrico*

Nesta seção pretendemos analisar a forma como os métodos têm sido usados pelo setor elétrico na avaliação de impacto ambiental, com base no que foi apresentado na seção anterior. Foram utilizados alguns estudos e relatórios de impacto ambiental com o intuito de situar a descrição em casos concretos, mas é fundamental afirmar que não é objetivo do artigo efetuar uma crítica sobre os estudos ou relatórios de impacto ambiental utilizados como exemplo, já que não se poderia realizar uma tarefa dessa envergadura dentro das limitações do presente texto.

O primeiro ponto a ser observado relaciona-se com o fato de que, de modo geral, não é feita a distinção entre metodologia, método, técnica e classificação. A confusão existente na aplicação desses conceitos faz com que o exaustivo levantamento de dados necessários para os estudos seja mal aproveitado. O não-estabelecimento de uma metodologia segundo a qual os dados se relacionem diretamente com os métodos e técnicas utilizados compromete a sistematização do trabalho e não contribui para a análise e avaliação dos impactos.

Observa-se, então, que os métodos e técnicas, que devem servir de suporte à metodologia dentro do processo de AIA, somente em alguns poucos estudos são escolhidos dentro de uma concepção global do projeto, ou seja, a partir de uma metodologia adequada ao tipo de projeto, dados e recursos disponíveis, assim como o tempo, conforme mencionado na seção 3, e levando ainda em conta as limitações de cada método. Pelo fato de não existir um método ideal, conforme já mencionado, faz-se necessária uma composição de métodos e técnicas para cada fase dos estudos. A metodologia a ser adotada deve explicitar e justificar a escolha dos métodos e os objetivos a serem alcançados com a utilização de cada um deles, contribuindo, assim, para facilitar a compreensão de todo o processo e a apresentação e discussão dos resultados com órgãos ambientais e com o público.

De modo geral, não se tem observado essa clareza nos documentos que vêm sendo apresentados pelo setor, o que leva o leitor a se confundir com o grande número de dados e conceitos, e com a falta de integração entre os métodos e os resultados. As conseqüências da implantação dos empreendimentos muitas vezes ficam escamoteadas ou têm sua dimensão alterada no emaranhado de análises e classificações. Além disso, a maioria das avaliações não contempla a comparação entre alternativas, pelo fato de que os estudos e projetos já se encontram em fase muito adiantada (por exemplo, no projeto executivo) ou mesmo por já ter sido iniciada a construção do empreendimento. Mas deveria haver, pelo menos, uma visualização da alternativa de não-realização do projeto, de modo que fossem criadas bases de referência tanto sobre a evolução da região, quanto a respeito dos impactos ocasionados pelo empreendimento.

Quanto aos métodos utilizados, pode-se constatar que as matrizes têm sido amplamente empregadas, não somente para identificação dos impactos, sua principal função. Esta aplicação sem a complementação de outros métodos e técnicas, e sem estar dentro de uma linha metodológica, torna-se um instrumento de avaliação incompleto. Pelo seu poder de síntese e de comunicação as matrizes são um poderoso instrumento para subsidiar a avaliação e o processo de decisão, mas os elementos que se obtêm das matrizes não podem ser confundidos com a própria avaliação.

Por outro lado, as redes de interação não têm sido aplicadas, apesar de constituírem métodos bastante adequados para retratar a inter-relação de impactos e detectar impactos de outras ordens além dos primários, como visto anteriormente. Seriam de grande utilidade, por exemplo, para hidrelétricas, tanto no caso de uma única obra, quanto no de um conjunto de empreendimentos. Os impactos de segunda e terceira ordens precisam ser bem conhecidos quando os empreendimentos se localizarem em bacias que tenham outros usos ou que já tenham projetos de outra natureza já instalados.

Os métodos cartográficos, como o de superposição de cartas, têm sido aplicados para algumas linhas de transmissão. Necessitam, no entanto, do suporte de outros métodos e técnicas, e sua aplicação não tem explorado o enfoque da potencialidade do meio, que esse método propicia. Sob esse aspecto, em qualquer situação de diagnóstico ambiental (linhas ou hidrelétricas) o uso de métodos cartográficos é considerado essencial.

Deve-se chamar a atenção, mais uma vez, para o fato de não se considerar a questão do risco tecnológico nas avaliações. Sabidamente, existem, para a incorporação dessa variável no processo, dificuldades que só podem ser superadas com desenvolvimento de novos modelos.[15] No entanto, deve ser levado em conta que o risco de uma variável relevante, principalmente na comparação de alternativas energéticas, como seria o caso do plano de expansão do setor.

Outro ponto importante a ser mencionado é o fato de serem utilizados métodos que incorporam a atribuição de graus ou valores de significância aos impactos, sem que haja participação da sociedade nesse processo. Desse modo, os valores refletem somente a opinião da equipe realizadora e não representam as expectativas da sociedade em relação ao projeto. Esses métodos necessitariam, dentro de uma metodologia global, do suporte de técnicas que possibilitassem a incorporação desses valores da sociedade (como o Delphi, Cenários, Matrizes de Realização de Objetivos), adequados a cada momento de participação, de acordo com a respectiva fase do processo, ou seja, na identificação e avaliação dos impactos e no processo de decisão entre alternativas.

Em estudos desenvolvidos em países como os EUA e Canadá, nos quais as avaliações de impacto já se encontram sistematizadas há mais tempo, e onde também, se deve reconhecer, a sociedade tem um nível maior de organização, essa participação tem-se dado desde a elaboração do escopo dos estudos, estando presente durante todo o processo de identificação e avaliação dos impactos, até a comparação de alternativas. Esses estudos também têm como característica a definição de uma linha metodológica em que, a cada etapa, são utilizados métodos e técnicas apropriados, cujos resultados são avaliados e integrados à etapa seguinte, num processo de aprofundamento contínuo.[16] Já existem no setor elétrico alguns trabalhos desenvolvidos e em desenvolvimento, que podem servir como importantes subsídios para o aprimoramento das avaliações de impactos de seus empreendimento. Como exemplo de metodologia estruturada para cada fase do processo de avaliação pode-se citar a utilizada para o *Inventário hidrelétrico da bacia do rio Doce*.[17] O estudo se desenvolve com a utilização e adaptação de vários métodos e técnicas (elaboração de cenários, *workshops, checklists*, matrizes, técnicas de construção de escala, etc.), buscando realizar "uma análise que integre e sintetize, em indicadores finais, o impacto ambiental de eventos econômicos, sociais e biogeofísicos".[18] Os critérios utilizados e os julgamentos de valor são explicitados para auxiliar a interpretação dos resultados.

[15] Souza, M. *A incorporação do risco tecnológico na avaliação de impacto ambiental.* Rio de Janeiro, Seminário Coppe, dez. 1990.

[16] Hidro-Quebec. Project Radisson-Nicolet-des Cantos. *Guide methodologique des études d'impact et rapport sur les études d'advant-projet.* Canadá, août 1986; Bonneville Power Administration — BPA. *Garrison-Spokane 500 kV transmission project — Environmental Impact Statement — EIS.* EUA, Mar. 1982.

[17] Eletrobrás e Fundação João Pinheiro. *Inventário hidrelétrico da bacia do rio Doce.* Relatório preliminar, v. 4, abr. 1989.

[18] Ibid.

O estudo de impacto ambiental da Usina Hidroelétrica (UHE) de Corumbá[19] representa, também, um avanço do ponto de vista metodológico, já que se procurou apresentar uma metodologia geral e, posteriormente, metodologias específicas para as diversas fases do trabalho.

O modelo de interação UHE-Região (Modelo de Integração com a Região — MIR), desenvolvido pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo — Fipe e SRL — Projetos para a Eletrobrás,[20] com o objetivo de "permitir uma compreensão sistêmica das relações entre o empreendimento hidrelétrico e a região onde se localiza", se constitui em importante subsídio para o processo de avaliação, contando ainda com o apoio de um *software*. A versão atual tem caráter qualitativo, permitindo identificar variáveis e associá-las, sem indicar hierarquia ou atribuir-lhes importância diferenciada. Permite, no entanto, o estabelecimento de relação de causa e efeito entre as variáveis e a construção de redes de interação entre o conjunto de variáveis.

Pode-se mencionar, ainda, o sistema computacional Gaia desenvolvido pelo Cepel,[21] tendo como base o método de superposição de cartas, que tem como objetivo principal a escolha do traçado otimizado de linhas de transmissão, levando em conta a avaliação de impacto ambiental. O programa permite desdobramentos, podendo ser utilizado nos diversos níveis de avaliação, desde a seleção de corredores até a escolha da rota preferencial, com graus de detalhamento diferenciados, possuindo bastante flexibilidade para a comparação de alternativas. Presta-se, também, para a utilização em diagnóstico ambiental e análises da potencialidade da região, tanto para o caso de implantação de sistemas de transmissão, quanto para hidrelétricas.

Finalizando, é importante chamar a atenção para a relação da avaliação dos impactos ambientais e o processo de decisão existente em um empreendimento ou em um conjunto de empreendimentos. A avaliação é mais um elemento que deve ser considerado no processo de decisão, em conjunto com outras análises de natureza energética, elétrica, tecnológica, etc. O estudo do inventário do rio Doce fornece outro exemplo importante sobre como considerar aspectos ambientais e energéticos na escolha da melhor alternativa de queda. Nesse estudo fez-se uso da análise multiobjetiva, levando-se em conta, simultaneamente, índices de preferência ambiental e energética.[22]

[19] Furnas e Sondotécnica. UHE Corumbá 1. *Estudos de avaliação de impacto ambiental.* Rio de Janeiro, jun. 1989.

[20] Eletrobrás e Fipe/SRL. *Inserção regional de empreendimentos hidroelétricos.* São Paulo, 1989.

[21] Silva Filho, João Inácio et alii. *Gaia — Sistema computacional para avaliação multidisciplinar do impacto ambiental de linhas de transmissão aéreas.* Rio de Janeiro, Cepel, Departamento de Linhas e Subestações — DLPS, 1990. Relatório Técnico 202, de 1988.

[22] Almeida, S. & Bono, N. Inventário do potencial hidrelétrico da bacia hidrográfica do rio Doce. *Congresso Brasileiro de Energia* (CBE). Rio de Janeiro, 1990.

Summary

METHODOLOGIES FOR ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACT — APPLICATIONS AND LIMITATIONS

The article starts by a brief presentation of concepts surrounding the assessment of an environmental impact, as well as the methods more frequently used and mentioned in the literature. A distinction between methodology, methods and techniques is also presented, followed by a concise examination of the pros and cons of the different methods and techniques, stressing the limits which prevail in their application. Based on a consideration of said aspects and also taking into account some Brazilian and foreign studies, an appraisal is centered in the way which occurs the usage of such methods in the assessment of the environmental impact, in the area of enterprises of the electric sector. There is also mention of some works developed by the sector and which represent a methodological progress, being valid, at the same time, as subsidies for future studies.