



**1<sup>st</sup>**  
INTERNATIONAL WORKSHOP  
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

**IV** SEMANA PAULISTA DE P+L  
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

## O uso de ferramentas de sustentabilidade como apoio à elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIAs)

Cláudia Viviane Viegas <sup>a,b</sup>, Paulo Maurício Selig <sup>c</sup>

a. Universidade Federal de Santa Catarina, [claudiav@egc.ufsc.br](mailto:claudiav@egc.ufsc.br)

b. Centro Universitário Feevale, [claudiaviegas@feevale.br](mailto:claudiaviegas@feevale.br)

c. Universidade Federal de Santa Catarina, [selig@egc.ufsc.br](mailto:selig@egc.ufsc.br)

---

### Resumo

Sustentabilidade é um conceito fundamentado em princípios. Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) são projetos de natureza prática, determinados por lei para identificar, prever, evitar e/ou mitigar efeitos potencialmente nocivos de empreendimentos com potencial poluidor significativo. Mesmo originados sobre princípios de sustentabilidade, os EIAs são considerados falhos, especialmente no apontamento de alternativas tecnológicas e auditorias. Este artigo apresenta e discute ferramentas para elaboração e avaliação de EIAs consideradas adequadas aos propósitos da sustentabilidade.

*Palavras-chave:* sustentabilidade, Estudos de Impacto Ambiental, ferramentas.

---

### 1 Introdução – EIAs e sustentabilidade

Os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) têm sua origem no final da década de 60, nos Estados Unidos, como resposta preliminar da legislação a mudanças relativas à natureza e à escala dos processos industriais do período que sucedeu a Segunda Guerra Mundial (Cashmore, 2004).

Pode-se considerar que os EIAs – criados pelo National Environmental Policy Act (NEPA), legislação norte-americana que entrou em vigor em 1º de janeiro de 1970 – e o Relatório Brundtland – documento que formalizou o conceito de desenvolvimento sustentável como resultado da I Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCDE, 1987), realizada em 1972 – estão entre os documentos mais importantes de uma discussão que perdura até hoje: como operacionalizar a sustentabilidade nos Estudos de Impacto Ambiental?

Estes estudos têm estrutura técnico-científica, mas são originários de parâmetros jurídicos – leis, normas, resoluções. Cashmore (2004: 404) os define como “ferramentas de decisão empregadas para identificar e avaliar as prováveis

conseqüências ambientais do desenvolvimento de certas ações propostas”.

No Brasil, os EIAs têm procedimentos enunciados principalmente nas resoluções 001/1986 (BRASIL, 1986) e 237/1997 (BRASIL, 1997) do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), órgão do Ministério do Meio Ambiente.

Egler (1998) aponta a questão das ferramentas utilizadas como um dos problemas dos EIAs. Os questionamentos atuais sobre esses estudos recaem, em última instância, na sua flagrante inadequação aos princípios do desenvolvimento sustentável, considerado aquele que possibilita às atuais gerações satisfazerem as suas necessidades sem comprometerem as chances de as gerações futuras satisfazerem as suas (WCDE, 1987). Aparece, nessa caracterização clássica de desenvolvimento sustentável, o impasse da objetividade: o que significa sustentabilidade no contexto dos EIAs?

O presente artigo trata desta questão delimitando-a ao âmbito dos métodos e ferramentas – elementos de avaliação de impactos ambientais – utilizados nos EIAs. São abordados: os problemas da magnitude, da avaliação de alternativas e da auditoria (item 2); as ferramentas tradicionais dos EIAs (3); as possibilidades de abordagens práticas sustentáveis, expondo-se algumas alternativas recentes ou pouco exploradas (4). Apresenta-se uma breve discussão (5) e conclui-se (6) que desenvolvimentos na área de indicadores ambientais podem ser de grande valor se incorporados adequadamente aos processos de EIAs.

## **2 Etapas dos EIAs – os problemas da magnitude, da avaliação de alternativas e da auditoria**

Diversos autores, especialmente Lawrence (1997) e Cashmore (2004) criticam a natureza ambígua dos EIAs, principalmente o fato de serem estudos de natureza técnica mas que demandam grande aporte de expertise e conhecimento multidisciplinar, nem sempre bem articulado. Essa crítica diz respeito, de certa forma, à questão da magnitude da proposta dos EIAs. No Brasil, esses estudos devem obedecer às seguintes etapas:

- diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, considerando-se meios físico, biológico e socioeconômico;
- análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas;
- definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos;
- elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (Brasil, 1986).

A etapa da avaliação de alternativas é uma das principais carências técnicas nos EIAs. Um levantamento de 80 empreendimentos realizado pelo Ministério Público Federal no Brasil, em 2004, segundo Farias et al. (2004), constata que neles as alternativas locacionais e tecnológicas não foram analisadas com a mesma profundidade que a proposta do empreendimento. Um estudo de análise semântica de sumários de RIMAs – Relatórios de Impacto Ambiental, derivados de EIAs – traz constatação semelhante, concluindo que expressões como “recursos tecnológicos” e “alternativas econômicas”, entre outras, não foram mencionadas nesses documentos (Viegas et al., 2006). Ebisemiju (1993, apud Glasson et al., 2000) corroboram que os EIAs da maioria dos países em desenvolvimento são levados ao estágio final de detalhes oferecendo pouca ou nenhuma oportunidade para se considerarem as alternativas. As etapas do monitoramento e da auditoria ajudam a

identificar e corrigir impactos não antecipados. Mas o monitoramento, em alguns países, não é um procedimento mandatário dos EIAs, embora, no Brasil, seja mencionado na Resolução Conama 001/1986 – o que não significa que seja sempre implementado. Glasson et al. (2000) ressaltam que as etapas de monitoramento e auditoria raramente são realizadas nos EIAs brasileiros, isso em grande parte devido a pressões políticas.

### 3 Ferramentas tradicionais dos EIAs

As principais ferramentas de avaliação de impactos ambientais utilizadas nos EIAs são: *checklists*, matrizes de interação, mapas sobrepostos, redes e modelos de simulação (Egler, 1998). Há consenso sobre o fato de nem todas servirem universalmente, ou seja, é fundamental compreender o contexto do EIA para a realização da escolha, que pode recair sobre um método diverso. A principal falha atribuída a todas essas técnicas é o fato de elas servirem “mais para descrever do que para avaliar impactos” (Egler, 1998: 75) e nem sempre abrangerem todos os impactos, ou então não abrangerem os impactos relevantes.

*Checklists* ou listas de verificação consistem em relações padronizadas de características que podem ser impactadas pelo projeto. As principais críticas em relação à ferramenta *checklist* é quanto à fragmentação da análise, à possibilidade de contagem duplicada ou multiplicada do mesmo tipo de impacto e à generalização, por ser padronizada (Egler, 1998).

Matrizes de interação relacionam, de forma cruzada, fatores ambientais com atividades do empreendimento proposto. O resultado desse cruzamento pode ser anotado com símbolos ou com funções algébricas. A maior crítica a essa ferramenta é quanto ao julgamento empregado para mensurar magnitude e relevância, o que dependerá do expert que estiver fazendo uso dela. Também está sujeita a contagem múltipla, embora seja considerada bastante útil nos casos em que não haja estudos preliminares para apoiar a avaliação de impacto.

Mapas sobrepostos são formas de representações visuais dos impactos que utilizam lâminas sobrepostas. Em sua forma mais simples, consistem em sobrepor a um mapa básico, da região relativa ao projeto cujos impactos se buscam avaliar, lâminas transparentes em que estejam indicadas as características ambientais de cada área, indicando-se com tonalidades diferentes as intensidades dos impactos (fraca, média, forte). Um dos problemas de aplicação dessa técnica é a sobreposição de um número muito grande de lâminas, para a avaliação de diversos impactos – o que gera confusão – e o pressuposto de que todos eles tenham o mesmo peso. Outra restrição é a sua natureza estática, não indicando, por exemplo, relações causais, as quais fornecem idéia de tendências.

Redes são uma técnica de representação visual baseada em aspectos semântico-classificatórios, possibilitando a organização hierárquica dos impactos, em categorias e subcategorias. São restrições apontadas ao seu uso o foco na questão do fluxo energético (EGLER, 1998), ao invés de nos impactos, e o problema do critério de classificação semântica para a sua estruturação.

Modelos de simulação consistem basicamente na aplicação de métodos matemáticos às redes e sistemas de diagramas. Permitem combinar variáveis ambientais e sociais e ajudam a compreender o funcionamento de um dado sistema sob certas hipóteses. Servem para testar cenários e fazer previsões (prognósticos) mediante o arranjo de dados predeterminados. Exigem, porém, um grande número de dados, o que pode tornar até inviável sua praticidade.

#### **4 Possibilidades de abordagens sustentáveis no âmbito das ferramentas dos EIAs**

Como definir pontos de referência para que as ferramentas dos EIAs estruturem-se dentro de uma concepção prática de sustentabilidade?

Do ponto de vista técnico, abordagens direcionadas à análise da qualidade ambiental, especialmente via indicadores, destacam-se como as mais adequadas à proposição de ferramentas de apoio ou melhoria das existentes, dentro da visão de sustentabilidade recém-descrita. Entre elas, ressaltam-se a dos Índices de Qualidade Ambiental (EQIs), o Método Geral para Descrição e Avaliação de Ecossistemas (AMOEBA, sigla em Holandês) e métodos de auditoria de EIAs empregado a Zona de Influência Visual (ZVI, idem).

Os EIAs, "(...) tradicionalmente, são algoritmos que expressam medidas do estado de qualidade do ambiente" (Pykh et al., 2000). Quanto mais informações o gerarem, maior sua expressão. São usados para tomar decisões sobre alocação de recursos, hierarquizar essas alocações, reforçar padrões, analisar tendências, informar o público e para pesquisa científica – especialmente no sentido de agregação, a fim de permitir um *insight* conceitualmente bem fundamentado para uma determinada situação ambiental. Pykh et al. (2000) descrevem e desenvolvem quatro abordagens de EIAs voltadas a uma visão integradora, sustentável, da qualidade ambiental: modelos de regressão estrutural, modelos termodinâmicos, modelos de diagrama e modelos complexos de simulação. Na forma de abordagem estrutural dos problemas de impactos ambientais, elas guardam semelhanças com as ferramentas tradicionais dos EIAs descritas no item 2. Por exemplo, os modelos de regressão aludidos nos EIAs representam avanços sobre as tradicionais matrizes de impacto, como a de Leopold. Já os modelos termodinâmicos correspondem, nas abordagens tradicionais, aos de redes baseadas em fluxos de energia.

AMOEBA é uma ferramenta direcionada para a concepção "pressão-resposta" sobre o meio ambiente. Segundo Wefering et al. (2000), parte do princípio de um estado definido como "sustentável" por meio de acordo entre especialistas na área ambiental e tomadores de decisão. Em relação a esse estado, que pode ser atual, relativo ao presente, ou reconstituído, relativo ao passado, são formulados valores de referência e utilizados indicadores de faixas de sustentabilidade. Além do conhecimento do estado atual ou reconstituído do ambiente, formulam-se estados-alvo, e a prática da ferramenta consiste então em avaliar o progresso realizado na comparação do estado-alvo com o estado corrente ou passado. A qualidade dos indicadores necessários a esta ferramenta depende muito do conhecimento científico acumulado (pesquisa) sobre o meio biótico e abiótico. Conforme Brink et al. (1991, apud Wefering et al., 2000), devem-se levar em conta, principalmente, os seguintes aspectos para a seleção das variáveis-alvo do ambiente: a disponibilidade de dados correspondentes do passado e do presente; a suscetibilidade dos indicadores à influência humana; a possibilidade de esses indicadores serem mensurados; a capacidade de eles serem expressos em um menor conjunto possível.

A ferramenta ZVI aplica-se à avaliação de impactos sobre ambientes do ponto de vista paisagístico. Parte do princípio de que a aprendizagem via experiência, proporcionada por esse tipo de avaliação, é tão importante quanto o foco na análise com base em instrumentos predeterminados, que geralmente norteia os EIAs – como o caso dos mapas sobrepostos, onde se parte dos pressupostos das zonas com indicadores de intensidade fraca, média ou forte. Segundo Wood (2000), o ZVI aplica-se à etapa dos EIAs subsequente ao monitoramento e que geralmente ganha

pouca atenção nesses estudos. Enquanto o monitoramento dos EIAs foca-se comumente na auditoria dos processos de avaliação de impacto, pouca atenção é dada à avaliação das técnicas de previsão de impactos. Wood (2000) descreve vários casos de erros nas previsões de impactos visuais e propõe o ZVI como alternativa. As técnicas tradicionais de avaliação de impactos visuais são baseadas em análises subjetivas de elementos do macroambiente (terreno e características superficiais) e nem sempre quantificam o que se propõem a avaliar, ao passo que a ferramenta ZVI abrange o microambiente – natureza do ambiente imediatamente vizinho ao observador, incluindo características como construção, vegetação e outras mais detalhadas. Embora seja uma técnica existente desde os anos 70, não é muito utilizada e vem sendo melhorada com a incorporação de tecnologias de digitalização e com o uso de Sistemas de Informações Geográficas (GIS).

#### 4 Discussão

As técnicas tradicionais de avaliação de impactos ambientais empregadas nos EIAs descritas no item 2 – *checklists*, matrizes de interação, mapas sobrepostos e modelos de simulação – podem ser incrementadas com a incorporação de avanços tecnológicos, seja da área da engenharia do conhecimento (modelos de representação de conhecimentos), da ciência básica (matemática), ou da computação (melhoria da capacidade de processamento de dados digitais e maior oferta qualitativa de *softwares* para o tratamento de dados). No entanto, é importante levar em conta que sua maior falha, apontada por vários especialistas, está na fragilidade de previsão de impactos ambientais, pois servem mais à descrição dos mesmos. É importante, também, ter em mente que as questões da magnitude versus intensidade dos impactos, avaliação de alternativas locais e tecnológicas dos empreendimentos e monitoramento/auditoria dos processos envolvidos nos EIAs vêm-se mostrando como problemáticas por não incorporarem pressupostos de sustentabilidade minimamente convencionados pelos elaboradores e avaliadores desses estudos.

Neste aspecto, torna-se relevante a proposição de ferramentas novas ou pouco utilizadas e melhoradas para uso direto ou indireto nos processos de avaliação de impactos ambientais. As ferramentas presentemente propostas – EIQs, AMOEBA e ZVI – são desenvolvidas com base em pressupostos de um entendimento operacional de sustentabilidade e sua principal característica é a valorização da construção de indicadores ambientais. Tal construção, necessariamente, requer a ampliação da base de conhecimento sobre os ambientes naturais e construídos pelo ser humano, em diferentes escalas.

#### 4 Conclusões

A busca de equilíbrio entre aspectos ambientais, econômicos (incluindo aporte tecnológico) e sociais que caracteriza a aproximação mais claramente compreensível do conceito de sustentabilidade esbarra nas interpretações subjetivas ao significado desse equilíbrio. Nos EIAs, o resgate da sustentabilidade é uma tarefa urgente, dado o atual desenvolvimento incompleto e/ou superficial da prática desses estudos. O presente estudo tratou da abordagem desta proposta de retomada da sustentabilidade em nível das ferramentas empregadas nos processos de EIAs, as quais podem tanto ser incrementadas em sua funcionalidade, com a incorporação de avanços científicos e tecnológicos, quanto ser melhor direcionadas operacionalmente para o atingimento dos propósitos delineados nos escopos dos EIAs. Busca-se, desta forma, contribuir para a discussão relativa à qualidade

funcional da avaliação de impacto ambiental considerando-se as fraquezas da prática do atual modelo e as possibilidades dos desenvolvimentos especialmente na área de indicadores ambientais.

## 5 Referências

Brasil. 1986. Resolução Conama 001/1986. Brasília: Diário Oficial da União, 17 de fevereiro de 1986.

\_\_\_\_\_. 1997. Resolução Conama 237/1997. Brasília: Diário Oficial da União, 22 de dezembro de 1997.

Cashmore, M., 2004. The role of science in environmental impact assessment: process and procedure versus purpose in the development of theory. *Environmental Impact Assessment Review* 24, 403-426.

Egler, P.C.G., 1998. Improving Environmental Impact Assessment in Brazil. Doctoral Dissertation. Norwich (UK): Environmental Sciences School, University of East Anglia, 582p.

Farias, W.B; Melo, I.V., 2004. Avaliação dos Impactos Ambientais de barragens: oportunidades para a atuação dos Tribunais de Contas. Tribunal de Contas do Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.tce.pr.gov.br/xisinaop/Trabalhos/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de%20impactos%20ambientais.pdf>. Acesso em 08/04/2007.

Glasson, J.; Salvador, N.N.B., 2000. EIA in Brazil: a procedures-practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 191-225.

Lawrence, D.P., 1997. The need for EIA theory-building. *Environmental Impact Assessment Review* 17, 79-107.

Pykh, Y.A.; Kennedy, E.T.; Grant, W.E., 2000. An overview of systems analysis methods in delineating environmental quality indices. *Ecological Modelling* 130, 25-38.

Viegas, C.V.; Burigo, R.; Todesco, J.L.; Gauthier, A.O.; Selig, P.M., 2006. Knowledge Discovery in Environmental Impact Report's summary texts: an exploratory analysis of four case studies. Proceedings of the I International Conference on Multidisciplinary Information Sciences & Technologies. Mérida, Spain, Vol II, ISBN: 84-611-3105-3.

Wefering, F.M.; Danielson, L.E.; White, N.M., 2000. Using the AMOEBA approach to measure progress toward ecosystem sustainability within a shellfish restoration project in North Carolina. *Ecological Modelling* 130, 157-166.

Wood, G., 2000. Is what you see what you get? Post-development auditing of methods used for predicting the zone of visual influence in EIA. *Environmental Impact Assessment Review* 20, 537-556.

World Commission on Environment and Development (WCE), 1987. Our common future (The Brundtland Report). Oxford University Press.