

AValiação DE IMPACTO AMBIENTAL: UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE AS PRINCIPAIS METODOLOGIAS

Ciro Dandolini de Moraes¹, Carla de Abreu D´Aquino²

¹Universidade Federal de Santa Catarina/Programa de Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade/eng_cmoraes@hotmail.com

²Universidade Federal de Santa Catarina/Pós-Graduação em Energia e Sustentabilidade/carla.daquino@ufsc.br

Resumo: *A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) tem como objetivo determinar os efeitos de uma determinada atividade a curto, médio e longo prazo, fornecendo subsídios para tomadas de decisões a respeito da viabilidade ambiental. O presente estudo descreve as principais metodologias para a AIA encontradas na literatura, em especial os métodos: Espontâneo (Ad Hoc), Listas de Controle (Checklist), Matrizes de Interação, Redes de Interação (Networks) e Simulação. Essas informações permitem auxiliar os profissionais da área, na escolha ou fusão dos métodos para melhor identificar e ponderar os impactos dos projetos, visando a compatibilidade com o meio em que está inserido. A adequada avaliação dos impactos ambientais é primordial para os procedimentos associados à tomada de decisão, como o licenciamento ambiental e no desenvolvimento dos projetos, permitindo adequadas ações de monitoramento, mitigação e compensação ambiental, buscando o desenvolvimento sustentável.*

Palavras-Chave: *avaliação de impacto ambiental, metodologias, desenvolvimento sustentável.*

1 INTRODUÇÃO

O processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) visa a identificação e a previsão dos potenciais impactos sobre o meio ambiente, decorrentes das atividades antrópicas, e sistematicamente propor medidas de redução e eliminação dos impactos negativos (PAVLICKOVA *et al.*, 2009, p. 2; GLASSON *et al.*, 2012, p. 76; MORGAN, 2012, p. 5). Nas últimas décadas, a AIA tem sido aplicada em todo o mundo como uma ferramenta de gestão ambiental, mostrando-se eficaz na prevenção da degradação do meio ambiente e no aumento da qualidade de vida humana proporcionando um conjunto de informações essenciais para o processo de tomada de decisão a respeito da viabilidade ambiental dos projetos (SADLER, 1996, p.13; JAY *et al.*, 2007, p. 288).

Estudos comparam os processos de AIA em diversos países do mundo, evidenciando suas características particulares, semelhanças, fatores positivos e negativos, e confrontando-os entre si (LEMONS e PORTER, 1992; EBISEMIJU, 1993; GLASSON *et al.*, 2000; AHMAD e WOOD, 2002; LEE e GEORGE, 2013; SUWANTEEP *et al.*, 2016). Em geral, a AIA ainda possui fragilidades em diversos países, principalmente pelo uso dessa ferramenta apenas para obtenção de uma certificação ambiental e não como um meio a proteção do ambiente e desenvolvimento sustentável.

O pioneirismo nos fundamentos do processo de AIA foi instituído nos Estados Unidos, por volta de 1969, após a criação da “*National Environmental Policy of Act*” (NEPA) pelo congresso (FOWLER e AGUIAR, 1993, p. 169; ROCHA *et al.*, 2005, p. 148; MORGAN, 2012, p. 5; SÁNCHEZ, 2013, p. 40). A lei da política nacional do meio ambiente norte americana serviu como modelo para novas legislações ambientais similares em todo o

mundo, e pode ser considerada como o marco principal da consciência ambiental mundial (ROCHA *et al.*, 2005, p. 148; SÁNCHEZ, 2013, p. 40).

O novo instrumento de planejamento ambiental norte americano exigia para todos os empreendimentos com potencial poluidor, o cumprimento de alguns requisitos para que fossem então certificados quando a sua viabilidade ambiental (MOREIRA, 1985; ROCHA 2005, p. 149; MORGAN, 2012, p. 6; SÁNCHEZ, 2013, p. 41).

No Brasil, a política ambiental nacional é coordenada e estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo criado através da Lei nº 6.938/81. A mesma lei também institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e estabelece os instrumentos de gestão ambiental (art. 9º), entre os quais “a avaliação de impactos ambientais” (inciso III) e “o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras” (inciso IV), regulamentado pelos decretos 88.351/83 e 99.274/90 (FOWLER e AGUIAR, 1993, p. 171; GLASSON *et al.*, 2000, p. 194).

A Resolução CONAMA nº 01/86 efetivou de vez o processo de AIA no Brasil, e traçou as diretrizes para as exigências legais no estudo de impacto ambientais (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para fins de Licenciamento Ambiental de empreendimentos potencialmente poluidores (CONAMA, 1986). No Brasil, o AIA visa identificar os impactos ambientais sobre os meios físico, biótico e socioeconômico (STAMM, 2003, p. 30; MILARÉ, 2011, p. 465), devendo ser desenvolvida em três etapas: previamente à implantação do empreendimento; durante a sua implantação e/ou operação; ao encerramento das atividades (SÁNCHEZ, 2013, p. 106). Para cumprir esse objetivo, a AIA é formada por um conjunto de procedimentos sequenciais, interligados de forma lógica, permitindo que se faça um diagnóstico sistemático dos impactos ambientais, que ao final, servirá de subsídio para a tomada de decisão em relação a aprovação ou não de determinado projeto (MILARÉ, 2011, p. 465; GLASSON *et al.*, 2012, p. 4; SÁNCHEZ, 2013, p. 42).

O presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica das principais metodologias de AIA encontrados na literatura.

2 METODOLOGIA

As fontes de dados bibliográficos foram extraídas mediante dois procedimentos de revisão sistemática distintos, os quais utilizaram bancos de dados *periódicos* CAPES, *Science Direct*, *Scielo* e *Environmental Impact Assessment Review*. A busca sobre o tema AIA, utilizou-se a expressão “*Environmental Impact Assessment*” por ser a expressão mais utilizada e difundida na literatura, porém não se descartou outros sinônimos como

“*Evaluation*” e “*Analysis*”. Os critérios de inclusão de dados foram livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e documentos governamentais. Outros documentos fora dos critérios de inclusão foram excluídos.

Para a realização da busca sobre os métodos de AIA, a expressão de busca utilizada foi “*Methods*” AND “*Environmental Impact Assessment*” e sinônimos. Os critérios de inclusão de dados foram livros, artigos científicos, trabalhos acadêmicos e documentos governamentais. Outros documentos fora dos critérios de inclusão foram excluídos.

3 METODOLOGIAS DE AIA

Atualmente na literatura existem diferentes metodologias de AIA que auxiliam os profissionais da área na identificação dos impactos e suas causas. Não existe nenhum método que se aplique a todos os casos, pois cada empreendimento e ambiente possui suas peculiaridades, sendo necessário a adaptação ou fusão entre duas ou mais metodologias. A escolha da metodologia aplicada caso a caso dependerá de vários fatores, tais como: a disponibilidade de dados, os requisitos legais dos termos de referência, recursos técnicos e financeiros, tempo e características dos empreendimentos.

Os principais métodos encontrados na pesquisa foram: Métodos espontâneos (*Ad hoc*), Listas de controle (*Check-list*), Matrizes de interações, Redes de interações (*Networks*), Modelos de simulação.

3.1 MÉTODOS ESPONTÂNEOS (AD HOC)

Os métodos espontâneos ou “*Ad Hoc*” utilizam o conhecimento empírico dos profissionais envolvidos, ou seja, são descritos os impactos ambientais positivos e negativos do empreendimento baseado nas experiências dos técnicos que atuarão no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (*FEDRA et al., 1991, p. 9; LOHANI et al., 1997, p. 5*). O exemplo mais conhecido é o método *Delphi* ou *Delfos*, baseado em uma pesquisa qualitativa através de rodadas com perguntas e questionamentos nos quais a equipe multidisciplinar descreverá suas impressões sobre determinado projeto, até a obtenção de uma conclusão a respeito (*ABBASI e ARYA, 2000, p. 12*), ao final, deverá ser elaborado um relatório descritivo (*FEDRA et al., 1991, p. 9; LOHANI et al., 1997, p. 5; STAMM, 2003, p. 43*). Geralmente nos EIA, os impactos são identificados através do “*brainstorming*” dos especialistas e apresentados em forma de tabelas e matrizes (*COSTA et. al., 2005, p. 7; FINUCCI, 2010, p. 70*).

Como vantagens pode-se destacar a estimativa dos impactos ambientais, e a apresentação dos resultados de forma rápida, organizada e facilmente interpretada, mesmo com a possível escassez dos dados (*FEDRA et. al., 1991, p. 9*). A grande desvantagem

deste método é uma possível subjetividade dos resultados, e, o não desenvolvimento de uma análise sistemática e em profundidade dos impactos resultantes (LOHANI *et al.*, 1997, p. 5; MEDEIROS, 2010, p. 43).

3.2 LISTAS DE CONTROLE (CHECK-LIST)

A listagem de controle é largamente utilizado em estudos preliminares para identificação de impactos relevantes. É prático e de fácil utilização, uma vez que consiste em uma relação de fatores e parâmetros ambientais que servem de referência, sendo abordados os elementos mais importantes (MEDEIROS, 2010, p.44; SÁNCHEZ, 2013, p. 221). O modelo consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir de um diagnóstico ambiental, que deverá contemplar os meios físico, biológico e socioeconômico. Após o diagnóstico, os especialistas irão relacionar os impactos acarretados nas fases de implantação e operação, e classificá-los em positivo e negativo (COSTA *et al.* 2005, p.7; MEDEIROS, 2010, p. 44).

Tal metodologia pode ser dividida em quatro grupos: a) *Checklist* Simples, onde uma lista de parâmetros ambientais é identificada baseado em literatura e experiência dos profissionais envolvidos; b) *Checklist* Descritivo, o qual inclui uma identificação dos parâmetros e diretrizes ambientais sobre a forma como medir os dados dos parâmetros identificados; c) *Checklist* Escalar, semelhante a uma lista descritiva, mas com informações adicionais sobre dimensionamento subjetivo dos parâmetros; d) *Checklist* Escalar Ponderado, semelhante a uma lista de verificação escalar, com informações adicionais para a avaliação subjetiva de cada parâmetro em relação a todos os outros parâmetros (FEDRA *et al.*, 1991, p. 11; LOHANI *et al.*, 1997, p. 9).

Como vantagens, esta metodologia facilita a compreensão das informações e as utiliza imediatamente na avaliação qualitativa dos impactos mais relevantes, apresentando bom desempenho em relação a fixação das prioridades e ordenação das informações. Reuni os mais prováveis impactos associados a determinado projeto, facilitando seu entendimento para profissionais de outras áreas. As desvantagens são a não ilustração das interações do meio ambiente com os efeitos do projeto, a possibilidade de extensas listas de controle, dificultando o entendimento, e a identificação dos efeitos de maneira qualitativa e subjetiva (MEDEIROS, 2010, p.44; STAMM, 2003, p. 45)

3.3 MATRIZES DE INTERAÇÕES

Consiste em uma listagem de controle bidimensional onde são relacionados os aspectos e impactos ambientais, e surgiu a partir da tentativa de suprir as carências do método de *checklist* (CREMONEZ *et al.* 2014, p. 3823). A eficiência desse método está na identificação dos impactos diretos, ou seja, na alteração do meio que está diretamente em

contato com a ação transformadora, visto a interação entre os fatores ambientais e os elementos do projeto (*FINUCCI, 2010, p.71; SÁNCHEZ, 2013, p.222*). Com isso, é possível conhecer os aspectos que proporcionam maior impacto e aqueles que afetam os fatores ambientais mais relevantes.

Existem diferentes modelos de matrizes, podendo destacar-se o modelo de *LEOPOLD et al. (1971)*, reconhecido mundialmente, onde as colunas da matriz correspondem as interações entre as ações do projeto, enquanto que as linhas representam os impactos ambientais gerados. Em seguida, os resultados são valorados de 1 a 10, considerando critérios como magnitude, importância, severidade, e classificando-os em positivos ou negativos (*LOHANI et al., 1997, p. 15; ABBASI e ARYA, 2000, p. 11*).

A matriz de interação é uma metodologia simples, e apresenta como vantagens a possibilidade de comparar diversas alternativas de intervenção, abrangendo os meios físico, biótico e socioeconômico. A desvantagem está na subjetividade em relação a magnitude, a não identificação dos impactos indiretos e das características temporais, assim como a impossibilidade de projeções futuras (*SÁNCHEZ, 2013, p. 223*).

3.4 REDES DE INTERAÇÕES (NETWORKS)

O método de redes interativas ou *networks* estabelece relações do tipo causa-condição-efeito, associadas a parâmetros de magnitude, importância e probabilidade, retratando as ações que possam ser desencadeadas direta ou indiretamente (*ABBASI e ARYA, 2000, p. 16; FINUCCI, 2010, p. 68; MEDEIROS, 2010, p. 45*). O método é sistêmico e permite simular o projeto antecipadamente, beneficiando a avaliação dos parâmetros de forma simultânea (*ABBASI e ARYA, 2000, p. 16; STAMM, 2003, p. 50*).

Para *Finucci (2010, p. 68)* os componentes ambientais estão interconectados e formam redes a partir da identificação dos efeitos, os quais se desdobram em diversos fatores causadores, que desencadeiam impactos ambientais iniciais. Geralmente, uma ação produz mais de um impacto ambiental, o que acarreta em novos impactos, resultando em uma cadeia ou rede de impactos.

O método foi desenvolvido por “*Travellers Research Corp*”, em 1969, mas a abordagem mais conhecida é de *SORENSEN (1971)*. As vantagens das redes de interações são a identificação dos impactos de segunda ordem e a possibilidade de inserir parâmetros probabilísticos, evidenciando as tendências do projeto (*OLIVEIRA e MOURA, 2009, p. 87*). Redes muito detalhadas podem ser demoradas e difíceis de serem produzidas, ocasionando a falta de definição dos impactos de curto e longo prazo (*STAMM, 2003, p. 51; ABBASI e ARYA, 2000, p. 17*).

3.5 MODELOS DE SIMULAÇÃO

Os modelos são criados matematicamente para simular e reproduzir o comportamento dos parâmetros ambientais e suas interrelações entre causas e efeito (OLIVEIRA e MOURA, 2009, p. 87; FINUCCI, 2010, p. 70). O objetivo é fornecer diagnósticos e prognósticos da qualidade ambiental da área de influência do projeto e que pode ser aplicado em todas as fases do projeto. Os resultados são gerados em formas de gráficos representando o comportamento dos sistemas ambientais dentro dos parâmetros pré estabelecidos (SUREHMA/GTZ, 1992, p. 5; STAMM, 2003, p. 52).

Esse método é largamente utilizado para reproduzir e estimar os impactos das emissões atmosféricas e o lançamento de efluentes. As vantagens são a consideração da dinâmica dos sistemas ambientais, suas interações entre fatores e impactos e as variáveis temporais. Por ser um método bastante sofisticado, exige profissionais qualificados e programas computacionais adequados, implicando em altos custos, sendo associado como principal desvantagem (SUREHMA/GTZ, 1992, p. 5; MEDEIROS, 2010, p. 46).

4 CONSIDERAÇÕES

O estudo das metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental possibilita ampliar o conhecimento e o entendimento a respeito de cada método específico, assim como suas características, funções, aspectos, vantagens e desvantagens, facilitando a aplicação ou a combinação dos mesmos. A combinação dos métodos faz-se necessária uma vez que, nenhum modelo pode ser aplicado a todos os tipos de empreendimentos e ambientes, proporcionando melhor identificação e avaliação dos impactos ambientais em cada fase do projeto.

Considerando as informações aqui reunidas, o presente artigo auxiliará um trabalho futuro que pretende desenvolver uma metodologia específica de AIA aplicada a parques eólicos localizados em zonas costeiras, considerando o meio em que o empreendimento está inserido, visto a vulnerabilidade e importância ecológica da região litorânea.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, Shahid A.; ARYA, D. S. **Environmental impact assessment: available techniques, emerging trends**. Discovery Publishing House, 2000.
- AHMAD, Balsam; WOOD, Christopher. **A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia**. Environmental impact assessment review, v. 22, n. 3, p. 213-234, 2002.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.
- COSTA, M.V.; CHAVES, P.S.V; OLIVEIRA, F.C. **Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará**. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: < <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/r0005-1.pdf>>. Acesso: 22/06/2016.

- EBISEMIJU, Fola S. **Environmental impact assessment: making it work in developing countries**. Journal of Environmental Management, v. 38, n. 4, p. 247-273, 1993.
- FEDRA, Kurt; WINKELBAUER, Lothar; PANTULU, Vedurumudi R. **Expert systems for environmental screening. An application in the lower Mekong basin**. 1991. Disponível em: <<http://pure.iiasa.ac.at/3481/1/RR-91-019.pdf>. Acesso: 21/06/2016.
- FINUCCI, Marcelo. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para liberação comercial do plantio de transgênicos: uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-13092011-163012/pt-br.php>>. Acesso: 18/07/2016.
- FOWLER, Harold G.; DE AGUIAR, Ana Maria Dias. **Environmental impact assessment in Brazil**. Environmental Impact Assessment Review, v. 13, n. 3, p. 169-176, 1993.
- GLASSON J, THERIVEL R, CHADWICK A. **Introduction to environmental impact assessment**. 4th ed. London: Oxford Brookes University; 2012.
- GLASSON, John; SALVADOR, Nemesio Neves B. **EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK**. Environmental Impact Assessment Review, v. 20, n. 2, p. 191-225, 2000.
- JAY, Stephen; JONES, Carys; SLINN, Paul; WOOD, Christopher. **Environmental impact assessment: Retrospect and prospect**. Environmental impact assessment review, v. 27, n. 4, p. 287-300, 2007.
- LEE, Norman; GEORGE, Clive (Ed.). **Environmental assessment in developing and transitional countries: principles, methods and practice**. John Wiley & Sons, 2013.
- LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTOS DE 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- LEMONS, Kenneth E; PORTER, Alan L. (1992). **A Comparative Study Of Impact Assessment Methods In Developed And Developing Countries**. Impact Assessment, 10:3, 57-65,
- LEOPOLD, L. B., CLARKE, F. E., HANSHAW, B. B., & BALSLEY, J. R. (1971). **A Procedure for Evaluating Environmental Impact in Geological**. Survey Circular 645, USGS, Washington DC.
- LOHANI, B., J.W. Evans, H. Ludwig, R.R. Everitt, Richard A. Carpenter, and S.L. Tu. 1997. **Environmental Impact Assessment for Developing Countries in Asia**. Volume 1 - Overview. 356 pg. Disponível em: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/29779/eia-developing-countries-asia.pdf>. Acesso: 20/07/2016.
- MEDEIROS, Roselice Duarte. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://cassiopea.ipt.br/teses/2010_TA_Roselice_Duarte_Medeiros.pdf>. Acesso em: 19/07/2016.
- MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7. ed. rev., atual. e reform. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011. 1647 p.
- MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental – AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.
- MORGAN, R. K. **Environmental impact assessment: the state of the art**. Environment Impact Review, v. 3, n.1, p 5-14, 2012.
- OLIVEIRA, Francisco Correia; DE MOURA, Héber José Teófilo. **Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará**. Revista Pretexto, v. 10, n. 4, 2009.
- ROCHA, E.C.; CANTO, J.L.; PEREIRA, P.C. **Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL**. Ambiente & Sociedade, v.8, n.2. 2005.
- SADLER, Barry. CANADIAN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY. **Environmental Assessment in a Changing World. Evaluating Practice to Improve Performance-final Report**. 1996. Disponível em: <http://www.ceaa.gc.ca/Content/2/B/7/2B7834CA-7D9A-410B-A4ED-FF78AB625BDB/iaia8_e.pdf>. Acesso em: 25/08/2016.
- SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.
- SORENSEN, Jens C. **A framework for identification and control of resource degradation and conflict in the multiple use of the coastal zone**. 1971.
- SUREHMA/ GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA)**. Secretaria Especial do Meio Ambiente, Curitiba: 1992. 281 p.
- SUWANTEEP, Kultip; MURAYAMA, Takehiko; NISHIKIZAWA, Shigeo. **Environmental impact assessment system in Thailand and its comparison with those in China and Japan**. Environmental Impact Assessment Review, v. 58, p. 12-24, 2016.
- STAMM, H. R. **Método para Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) em projetos de grande porte: Estudo de caso de uma usina termelétrica**. 2003. Tese de Doutorado (Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85357>>. Acesso em: 14/06/2016.
- PAVLICKOVA K, KOZOVA M, MIKLOSOVICOVA A, ZARNOVICAN H, BARANCOK P, LUCIAK M. **Environmental impact assessment (In Slovak)**. 1st ed. Bratislava: Comenius University in Bratislava; 2009.