

## MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE PROJETOS DE ENGENHARIA

Luis Felipe Ferreira\*; Gabriel Matsuda\*\*

\*Acadêmico de Engenharia Civil - Uniguauçu, [luisferreraluizfox@gmail.com](mailto:luisferreraluizfox@gmail.com).

\*\*Mestre Engenharia de Energia na Agricultura – UNIOESTE, [enggabrielmatsuda@gmail.com](mailto:enggabrielmatsuda@gmail.com).

### INFORMAÇÕES

#### Histórico de submissão:

Recebido em: 17 out. 2024

Aceite: 12 nov. 2024

Publicação online: dez. 2024

### RESUMO

A avaliação de edificações históricas é uma atividade fundamental para preservar o valor cultural, social e econômico desses bens. Este artigo aborda os principais métodos aplicáveis a patrimônios históricos, conforme a norma ABNT NBR 14653-7, e destaca as peculiaridades desses processos. A avaliação de bens singulares vai além das análises tradicionais de mercado, integrando variáveis como o valor cultural e a preservação da identidade histórica. Entre os métodos discutidos, destaca-se o método de preço hedônico, que atribui valor com base nos atributos específicos do imóvel, como localização, características estruturais e contexto socioeconômico da região. Outro método explorado é o custo de viagem, que mede o valor do patrimônio pela demanda turística, considerando os custos de transporte, frequência de visitas e fatores econômicos da localidade. Além disso, o método de valorização contingente busca estimar o valor hipotético de um bem com base na percepção dos indivíduos, por meio de inquéritos que avaliam o quanto um respondente estaria disposto a pagar pelo imóvel ou pelo seu uso. Já o método do custo de oportunidade considera tanto o valor econômico quanto a relevância cultural da preservação do bem. No estudo de caso apresentado, o artigo analisa a "Casa dos Contos", localizada em Ouro Preto (MG), que faz parte do Patrimônio da Humanidade reconhecido pela UNESCO. A avaliação utilizou uma combinação de metodologias, com destaque para o custo de reposição líquido e uma análise fatorial com o uso do software SPSS. O estudo mostrou que além de características econômicas, fatores históricos e culturais são determinantes na definição do valor desses patrimônios. A equação final, resultante da análise fatorial, apresentou um coeficiente de determinação ajustado de 96,2%, indicando alta precisão na estimativa do valor da edificação, que foi calculado em cerca de 2.083.966,64 euros, ou aproximadamente 8 milhões de reais. A pesquisa demonstra que o valor de mercado de imóveis históricos frequentemente excede sua dimensão econômica, devido à sua relevância cultural e simbólica. O estudo conclui que uma avaliação eficaz de patrimônios históricos exige a combinação de diferentes métodos, garantindo que o valor econômico esteja alinhado com a preservação da identidade cultural e a sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Avaliação de Patrimônio Histórico, Sustentabilidade Cultural, Valorização Econômica

### ABSTRACT

The evaluation of historical buildings is a fundamental activity for preserving the cultural, social, and economic value of these assets. This article discusses the main methods applicable to historical heritage in accordance with the ABNT NBR 14653-7 standard and highlights the particularities of these processes. The assessment of unique assets goes beyond traditional market analyses, integrating variables such as cultural value and the preservation of historical identity. Among the methods discussed, the hedonic price method stands out, attributing value based on specific property attributes such as location, structural characteristics, and the socioeconomic context of the region. Another method explored is the travel cost method, which measures the value of heritage through tourism demand, considering transportation costs, frequency of visits, and economic factors of the area. Furthermore, the contingent valuation method seeks to estimate a property's hypothetical value based on individuals' perceptions, using surveys to assess how much a respondent would be willing to pay for the property or its use. The opportunity cost method also considers both the economic value and the cultural relevance of the property's preservation. In the presented case study, the article analyzes the "Casa dos Contos" located in Ouro Preto

(MG), part of the UNESCO World Heritage site. The evaluation used a combination of methodologies, with emphasis on the net replacement cost and a factor analysis using SPSS software. The study showed that, in addition to economic characteristics, historical and cultural factors are determinant in defining the value of these heritage properties. The final equation, resulting from factor analysis, presented an adjusted determination coefficient of 96.2%, indicating high precision in the estimated value of the building, which was calculated at approximately 2,083,966.64 euros, or about 8 million reais. The research demonstrates that the market value of historical properties often exceeds their economic dimension due to their cultural and symbolic relevance. The study concludes that effective evaluation of historical heritage requires combining different methods to ensure that economic value aligns with cultural identity preservation and sustainability.

**Keywords:** Historical Heritage Evaluation, Cultural Sustainability, Economic Valuation.

*Copyright © 2024, Luis Felipe Ferreira; Gabriel Matsuda. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.*

**Citação:** FERREIRA, Luis Felipe; MATSUDA, Gabriel. Métodos para avaliação de impactos ambientais de projetos de Engenharia. *Iguazu Science*, São Miguel do Iguacu, v. 2, n. 6, p. 08-12, dez. 2024.

## INTRODUÇÃO

O termo Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foi relatado pela primeira vez a partir dos estudos desenvolvidos nos Estados Unidos da América (EUA), com a publicação da National Environmental Policy Act-NEPA (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente) no ano de 1970.

No Brasil, o primeiro procedimento jurídico referente à AIA foi a Lei de Zoneamento Industrial nas Áreas Críticas de Poluição, que consiste da Lei Federal nº 6.803/80 (BRASIL 1980). No ano seguinte, com a criação da Lei Federal nº 6.938/1981 que aborda sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, foi instituído em seu Art.9º inciso III, a avaliação de impacto ambiental como instrumento de gestão pública ambiental no Brasil (BRASIL, 1981).

Ainda na década de 80, foi publicada a Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a AIA (BRASIL, 1986). A referida resolução define impactos ambientais como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”. Nesse contexto, nota-se que inúmeras áreas da engenharia civil são relacionadas a tais conceitos.

A indústria da construção civil é uma das maiores em todo o mundo além de ser uma grande geradora de PIB – Produto Interno Bruto. Em contrapartida, é uma grande máquina consumidora de recursos naturais, além da demanda de abertura de grandes áreas para a implantação de empreendimentos, como por exemplo: rodovias, barragens loteamentos entre outras. Para que o progresso e a preservação ocorram, pode-se utilizar de alguns instrumentos legais que

regulamentam a maneira mais adequada de realizar a exploração dos recursos naturais, como é o caso do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, dos quais utilizam-se diversos métodos para sua elaboração, como os métodos AD HOC, de matrizes e interações, de Delphi, entre outros.

## METODOLOGIA

Tendo em vista a pertinência do conteúdo no que diz respeito a atualidade, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, envolvendo a coleta de informações e dados contidos em documentos impressos, como artigos, dissertações e livros publicados, servindo como base teórica para a pesquisa e possibilitando a exploração de estudos que contribuam para o desenvolvimento do trabalho. A pesquisa bibliográfica consiste em um levantamento ou revisão de obras já publicadas, com o objetivo de fundamentar o trabalho científico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível definir o Estudo de Impacto Ambiental – EIA como um documento técnico-científico baseado no levantamento ambiental dos meios socioeconômico, biótico e físico, avaliação dos possíveis impactos ambientais de projeto, aceção dos impactos positivos e negativos, sugestão de programas de monitoramento e acompanhamento ambiental. Já Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, é um documento elaborado com base nas informações de conclusão contidas no EIA, sendo exibido de formas simples e objetiva a inclusão de toda a população. Serão apresentados nesta mesma etapa algumas Audiências Públicas com intuito e participação de toda a população afetada ou interessada no assunto seja examinada (IBAMA, 2014).

De acordo com a Resolução do CONAMA nº 01/1986, são inúmeras as atividades com capacidade

de causar impactos importantes ao meio ambiente que deverão desenvolver o EIA, sendo as principais atividades ligadas à indústria da construção civil os projetos urbanísticos (>100ha); usina de geração de energia elétrica (>10MW); estradas de rodagem com duas faixas ou mais faixas; e lançamentos de esgotos sanitários.

Um dos principais métodos para Avaliação de Impacto Ambiental – AIA é o método de AD HOC, que surgiu pela necessidade da tomada de decisões no que diz respeito à implantação de projetos. Nele, considera-se o parecer de especialistas em cada espécie de impacto resultante do projeto, além dos pontos econômicos e técnicos.

O método consiste na formação de grupos de trabalho multidisciplinares com profissionais qualificados em diferentes áreas de atuação, os quais apresentam suas impressões baseadas na experiência para elaboração de um relatório que irá relacionar o projeto a ser implantado com seus possíveis impactos causados (STAMM, 2003).

Tal metodologia quando utilizada isoladamente deve desenvolver a AIA de forma simples, e de fácil interpretação, sendo difundida em situações das quais os profissionais lidam com escassez de dados e quando a avaliação deve ser disponibilizada em um curto espaço de tempo (CARVALHO; LIMA, 2010). Consequentemente, por sua rapidez, gera menores gastos e é facilmente compreensível pelo público em geral. Entretanto, exibe um alto grau de subjetividade, uma vez que considera a análise qualitativa e ignora o caráter quantitativo da avaliação, além de ser passível de espacialização via Sistema de Informação Geográfica – SIG e utilizar informações que normalmente já se encontram disponíveis (RANIERI et al., 1998).

Já o método de matrizes de interações refere-se a uma listagem de controle bidimensional que relaciona os fatores com as ações. Tal método é muito eficiente na identificação de impactos diretos, nos quais a alteração do ambiente que entra em contato com a ação transformadora, visto que tem por objetivo relacionar as interações entre os fatores ambientais e os componentes do projeto (FINUCCI, 2010).

A metodologia de matriz de interações teve início a partir da tentativa de suprir as falhas observadas nas listagens, também conhecido como checklists. O método de checklists foi um dos primeiros a ser criado, sendo o mais simples, e também consiste na elaboração de uma lista de verificação, onde são elencados os principais impactos ambientais como o AD HOC, entretanto, se difere deste último por considerar somente as diferentes etapas do projeto, como a implantação, operação e desativação e não o conhecimento empírico dos profissionais. A Matriz de Leopold, elaborada em 1971, é uma das mais conhecidas e utilizadas mundialmente, sendo que a mesma foi projetada com o intuito de avaliar os

impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos (BEHELLI, 2010).

A referida Matriz é baseada em uma lista de 100 ações com potencial de possíveis provedores de impacto ambiental e 88 características ambientais (FINUCCI, 2010). Faz-se necessário assinalar todas as possíveis interações entre as ações e os fatores, para que posteriormente se estabeleça a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10. A partir disto, é possível identificar e avaliar se o impacto em questão é positivo ou negativo (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

Enquanto a medição da magnitude dos impactos é relativamente objetiva ou baseada em critérios empíricos, uma vez que se refere ao grau de alteração causado por uma determinada ação sobre o meio ambiente, a atribuição de pontuação para a importância de cada impacto é subjetiva ou normativa. Isso ocorre porque envolve a atribuição de um valor relativo ao fator afetado dentro do contexto do projeto. Ademais, o método não estabelece o princípio da exclusão e não relaciona os fatores de acordo com seus efeitos finais, o que pode resultar na duplicidade de um mesmo impacto. Além disso, não há distinção clara entre os efeitos a curto e médio prazos, e certos pontos críticos do impacto ambiental podem ser negligenciados (TOMMASI, 1994).

Há ainda o método Delphi. Seu nome possui origem no Oráculo de Delphos e foi desenvolvido em órgãos associados à Defesa Estadunidense no início da década de 1950, em plena Guerra Fria (TUROFF; LINSTONE, 2002). O seu objetivo principal era “obter um consenso fiável de um grupo de militares especialistas em defesa sobre possíveis ataques com bombas atômicas” (BOBERG; MORRIS-KHOO, 1992, p. 27).

A partir dos anos 1960, essa técnica começou a ser aplicada na previsão de acontecimentos em diversos outros setores (LINSONE; TUROFF, 2002) e, hoje em dia, é usada em várias áreas, inclusive como metodologia para impactos ambientais.

Normalmente consiste num conjunto de questionários que são respondidos, de maneira sequencial, individualmente pelos participantes, com informações resumidas sobre as respostas do grupo aos questionários anteriores (OSBORNE et al., 2003), de modo a se estabelecer uma espécie de diálogo entre os participantes e, gradualmente, ir construindo uma resposta coletiva.

Os resultados são analisados pelos pesquisadores entre cada rodada de questionários. São observadas as tendências e as opiniões dissonantes, bem como suas justificativas, sistematizando-as e compilando-as para, posteriormente, as reenviar ao grupo. Assim, depois de conhecer as opiniões dos outros membros e a resposta do grupo, os participantes têm a oportunidade de refinar, alterar ou defender as suas respostas e enviar novamente aos pesquisadores, para que eles reelaborem o novo questionário a partir

dessas novas informações. Esse processo é repetido até se atingir um consenso (GRISHAM, 2009).

Ainda é possível analisar os impactos ambientais na construção civil e seus referentes processos construtivos, a partir da análise de inventários. Pode-se realizá-los exibindo os aspectos detalhados dos dados de entradas e saídas de energia, matérias, e outras substâncias utilizadas em outras fases da obra. Os dados contidos no inventário, são relacionados a variadas categorias de impacto, examinando os conhecimentos dos impactos ambientais e econômicas comprometidos no processo (CIVIL, 2014).

## CONCLUSÕES

Indicar de forma objetiva as principais conclusões do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA são ferramentas cruciais para a avaliação dos impactos que grandes empreendimentos podem causar no meio ambiente. Elas fornecem uma análise abrangente dos aspectos socioeconômicos, bióticos e físicos, propondo medidas mitigadoras para minimizar os impactos negativos. Os métodos utilizados para essas avaliações, como o AD HOC, a matriz de interações e o Delphi, têm suas particularidades, vantagens e limitações. Enquanto alguns são mais rápidos e práticos, como o AD HOC ou o mais antigo, método de checklists, outros oferecem uma análise mais detalhada e abrangente, como a matriz de Leopold, permitindo identificar e quantificar os impactos de forma mais sistemática.

Pode-se inferir que cada metodologia tem sua aplicação adequada conforme as características do projeto e as necessidades específicas de cada avaliação. É de suma importância que a escolha do método mais adequado leve em consideração a natureza do projeto, os dados disponíveis e os objetivos da análise, para que se possa obter um resultado consistente, confiável e acessível tanto para os especialistas quanto para a população envolvida. Desta forma, o EIA, o RIMA e os métodos para gerá-los garantem que a construção civil possa se desenvolver de maneira sustentável, considerando a preservação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Lei nº 6.803**, de 02 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 jul.1980.
- BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 set.1981.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.
- BECHELLI, C. B. Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, **Anais...** Porto Alegre. 2010.
- BOBERG, A. L.; MORRIS-KHOO, S. A. The Delphi method: a review of methodology and an application in the evaluation of a higher education program. **The Canadian Journal of Program Evaluation**, v. 7, n. 1, p. 27-39, 1992.
- CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, **Anais...** Porto Alegre. 2010.
- FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.
- GRISHAM, T. The Delphi technique: a method for testing complex and multifaceted topics. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 1, p. 112-130, 2009.
- TUROFF, Murray; LINSTONE, Harold A. **The Delphi method: techniques and applications**. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program, 2002.
- OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **PRETEXTO**, v. 10, n. 4, p. 79-98, 2009.
- OSBORNE, C. S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in science teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

RANIERI, S. B. L.; SPAROVECK, G.; SOUZA, M. P.;  
DOURADO NETO, D. Aplicação de índice  
comparativo na avaliação do risco de degradação  
das terras. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 22, p. 751-760,  
1998.

STAMM, H. R. **Método para avaliação de impacto  
ambiental (AIA) em projetos de grande porte:  
estudo de caso de uma usina termelétrica.**

2003. 284f. Tese (Doutorado em Engenharia de  
Produção) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Florianópolis.

TOMMASI, L.R. **Estudo de impacto ambiental.** São  
Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática.  
1994, 354p.