

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **HÁ SISTEMATIZAÇÃO NA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS PARA O LICENCIAMENTO DE HIDRELÉTRICAS?**

*Luana Pandolfo<sup>1</sup> ; Fernando M. Fan<sup>2</sup>*

**RESUMO** – A Avaliação de Impacto Ambiental é uma ferramenta de gestão importante para definir a viabilidade de empreendimentos com grande potencial de degradação ambiental. No entanto as metodologias utilizadas apresentam alto grau de subjetividade, prejudicando sua reprodutibilidade e o resultado almejado. Este trabalho teve a finalidade de analisar as metodologias de 10 Estudos de Impactos Ambientais de Usinas Hidrelétricas no sul e sudeste do Brasil, a fim de identificar as suas principais características e fragilidades. Observou-se que a metodologia mais comum é a Matriz de Impactos, mas apresentada com diferentes abordagens. Além disso, foi observado uma grande variabilidade no número de impactos identificados em cada estudo. No entanto, as principais lacunas identificadas nestas análises são a grande subjetividade dos critérios e a falta de transparência na descrição da metodologia.

**ABSTRACT**– The Environmental Impact Assessment is an important management tool to define the feasibility of projects with great potential for environmental degradation. However, the methodologies show a high degree of subjectivity, impairing its reproducibility and desired result. This work had the purpose of analyzing the methodologies of 10 Environmental Impact Studies of Hydroelectric Power Plants in the South and Southeast of Brazil, in order to identify their main characteristics and fragility. It was observed that the most common methodology is the Matrix of Impacts, but applied with different approaches. In addition, a large variability was observed in the number of identified impacts in each study. However, the main gaps identified in these analyzes are the high subjectivity of the criteria and the lack of transparency in the description of the methodology.

**Palavras-Chave** – Metodologias; Avaliação de Impacto Ambiental; Hidrelétricas.

#### **INTRODUÇÃO**

Instrumentos de planejamento e gestão ambiental têm sido criados pela legislação Brasileira a fim de reger as possíveis transformações causadas na natureza devido a implementação de grandes empreendimentos. Neste contexto, cabe destacar o Licenciamento Ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), os quais foram estabelecidos pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981). Estes instrumentos foram definidos como meios de orientação do ordenamento territorial a fim de promover a evolução de um desenvolvimento mais sustentável das atividades humanas (Santos, 2007). A resolução CONAMA nº 01 de 1986 veio com o intuito de tornar prática essas ferramentas. Baseando-se em dados e informações técnicas, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

---

1) Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, pandolfoluana@gmail.com.

2) Professor Doutor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, fernando.fan@ufrgs.br.

tem a finalidade de prever os eventuais impactos causados pela instalação e operação de empreendimentos que causam significativa alteração no meio ambiente.

A aplicação destes instrumentos tem se mostrando de grande complexidade, uma vez que o propósito destes é interpretar o meio ambiente em relação à sua estrutura, processos, composição e funções, de modo abrangente, em uma sequência que reproduza a evolução das transformações e a velocidade de mudança do espaço estudado (Santos, 2007). Para isso, é necessária grande quantidade de dados de diferentes áreas de conhecimento, mas também equipe técnica capaz de transformar estes dados em informações úteis para a compreensão e avaliação dos processos envolvidos.

A etapa de avaliação dos impactos dentro de um EIA é de suma importância, uma vez que esta é a base para o estabelecimento das medidas mitigadoras e compensatórias para tornar viável o empreendimento. No entanto, o resultado da avaliação depende da qualidade das informações levantadas pelo diagnóstico, da descrição suficientemente detalhada do projeto e da experiência dos técnicos que a realizam. Como consequência, é possível encontrar EIAs, tanto em fase de elaboração como os já concluídos, com numerosas falhas e fragilidades pertinentes as metodologias (Teixeira, 2006; Romero, 2013; Sánchez, 2013).

Exemplos simbólicos de grandes empreendimentos que têm apresentado um debate histórico e bastante controverso no contexto dos EIAs são as usinas hidrelétricas (Sousa, 2000; Romeiro, 2013; Giongo *et al.* 2015; Duarte *et al.* 2017). A escolha deste tipo de geração de energia é justificada, sobretudo no Brasil, devido ao potencial hidrelétrico disponível no país e a sua segurança temporal. No entanto, ainda há incoerências na definição e análise dos impactos ambientais e sociais causados pelo ciclo de vida dessas usinas. Desta forma, o objetivo deste artigo é identificar as abordagens metodológicas de avaliação de impactos ambientais utilizadas em EIAs de hidroelétricas submetidos ao órgão federal de licenciamento (IBAMA), bem como identificar os principais e mais comuns impactos associados a esse tipo de empreendimento.

## **METODOLOGIA**

Foram selecionados no banco de dados do IBAMA dez EIAs de Usinas Hidrelétricas localizadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Brasil, IBAMA, 2019). Estes licenciamentos são de competência federal, uma vez que se encontram no limite de dois Estados ou entre o Brasil e país limítrofe. As características dos empreendimentos utilizados na análise estão sumarizadas na Tabela 1.

Após a escolha dos EIAs, realizou-se uma análise qualitativa aprofundada das metodologias. Para isso comparou-se as ferramentas utilizadas em cada metodologia, tendo como objetivo principal identificar as principais formas de mensuração dos impactos, os critérios adotados e seus respectivos pesos e ponderações, os critérios utilizados como referência, os compartimentos de conhecimentos (meios) definidos e seus respectivos impactos e, por fim, a quantidade de impactos totais, por meio e

por empreendimento. Por fim, todos os impactos de todos os EIAs foram agrupados e então classificados em três Meios: Físico, Biótico, Antrópico.

Tabela 1 – Principais características das hidrelétricas estudadas

Empreendimento	Sigla	Manancial	Potência Instalada	Área Alagada
UHE Foz de Chapecó	FC	Rio Uruguai	840 MW	79,9 km <sup>2</sup>
UHE Panambi	PA	Rio Uruguai	1.048 MW	212,0 km <sup>2</sup>
UHE Garabi	GA	Rio Uruguai	1.152 MW	520,0 km <sup>2</sup>
UHE Itaocara	IT	Rio Paraíba do Sul	189 MW	49,4 km <sup>2</sup>
UHE Marimbondo	MB	Rio Grande	1.440 MW	438,0 km <sup>2</sup>
UHE Porto Colômbia	PC	Rio Grande	320 MW	143,0 km <sup>2</sup>
AHE Pai Querê	PQ	Rio Pelotas	292 MW	61,25 km <sup>2</sup>
PCH Santa Rosa I	SR	Rio Preto	18 MW	1,12 km <sup>2</sup>
AHE Simplício	SP	Rio Paraíba do Sul	328,4 MW	11,98 km <sup>2</sup>
UHE Tijuco Alto	TA	Rio Ribeira de Iguape	144 MW	51,8 km <sup>2</sup>

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ferramentas Metodológicas

Após a análise dos EIAs, observou-se as seguintes metodologias utilizadas: listagens (escalares e ponderadas), matrizes de impactos, fichas descritivas e redes de interação. A metodologia de avaliação mais comum nos estudos é a Matriz de Impactos, complementada pelas outras. As matrizes são geralmente construídas de forma a apresentar nas linhas os impactos identificados e nas colunas os critérios de análise destes impactos, sendo que na intersecção entre linha/coluna o peso atribuído a cada critério por impacto.

O primeiro desafio encontrado na análise foi a variabilidade dos critérios (e seus pesos) empregados em cada estudo, enfatizando a subjetividade das metodologias. Esta variabilidade pode ser observada na Figura 1. Além destes, foram identificados outros critérios como *Cumulatividade*, *Indutibilidade*, *Sinergia* e uma ponderação por cenários para o EIA de Itaocara, e *Medidas* (mitigação e compensação) nos estudos de Marimbondo, Porto Colômbia e de Simplício.

Os únicos critérios comuns a todos os estudos foram *Natureza* e *Magnitude*, e ainda assim o segundo apresentou diferenças na quantidade de classes adotadas. Os demais critérios não estavam presentes em todos os EIAs, e destes apenas *Incidência* e *Reversibilidade* continham as mesmas classes para todos os estudos.

Assim, pode-se observar que a inconsistência predominante é a ponderação desses critérios, tornando quase que impraticável uma comparação entre os resultados destes estudos. Por exemplo, a *Importância* de um impacto representa o grau de interferência da ação sobre diferentes fatores ambientais, que são responsáveis por alterar a qualidade ambiental do local. Desta forma, um impacto pode alterar um fator ambiental (*Importância Baixa/Pequena*) ou mais de um fator sem causar alteração na qualidade ambiental (*Importância Média/Intermediária*), mas também alterar completamente os fatores e a qualidade ambiental, colocando-os em risco (*Importância Alta/Grande*). Nestes

estudos a *Importância* foi classificada em 3 formas distintas, dentre elas em *Importante/Não Importante*, mostrando que os técnicos responsáveis pela análise destes estudos demandam de orientações divergentes e, por isso, podem ser tomadas decisões equivocadas devido à falta de sistematização para mensurar o grau desses impactos.

Critérios	USINA HIDRELÉTRICA						
	FC	IT	MB e PC	PQ	SR	SP	TA
Natureza	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo	Positivo; Negativo
Incidência	Direta; Indireta	Direta; Indireta		Direta; Indireta		Direta; Indireta	Direta; Indireta
Duração	Temporário; Cíclico; Permanente	Temporário; Cíclico; Permanente	Temporário; Permanente	Temporário; Cíclico; Permanente		Temporário; Cíclico; Permanente	Temporário; Permanente
Temporalidade	Curto; Médio; Longo	Imediato; Médio Prazo; Longo Prazo		Curto; Médio; Longo	Curto; Médio; Longo	Curto; Longo	Imediato; Médio Prazo; Longo Prazo
Reversibilidade	Reversível; Irreversível	Reversível; Irreversível		Reversível; Irreversível	Reversível; Irreversível	Reversível; Irreversível	Reversível; Irreversível
Abrangência	Local; Regional	Área de Influência		Área de Influência	Local; Regional	Local; Regional;	Área de Influência
Espacialização			Localizado; Disperso	Pontual; Disperso			Localizado; Disperso
Probabilidade de Ocorrência		Baixa; Média; Alta; Certa		Alta; Média; Baixa			Certa; Provável; Improvável
Magnitude	Alta; Média; Baixa	Alta; Média; Baixa	Pequena; Média; Grande	Alta; Média; Baixa	Alta; Média; Baixa	Baixa; Alta	Alta; Média; Baixa
Importância	Alta; Média; Baixa	Muito Pequena; Pequena; Média; Grande; Muito Grande		Alta; Média; Baixa	Importante; Não Importante	Pequena; Média; Grande	Alta; Média; Baixa
Grau de Resolução			Baixo; Médio; Alto				
Análise Final		Valor entre -1020 a +1020	Baixo; Médio; Alto	Alta; Média; Baixa	Significativo; Moderado; Pouco Significativo; Despeável		

Figura 1 – Critérios e pesos das metodologias de avaliação de impactos ambiental.

Portanto, uma forma de minimizar a subjetividade do processo pode ser utilizando escalas padronizadas dos critérios, juntamente com fórmulas matemáticas simples (e.g. Equação (1)), capazes de transformar os critérios qualitativos em quantitativos. Este modo de análise foi utilizado em dois dos estudos analisados (AHE Pai Querê e UHE Itaocara). Por exemplo, o estudo para a UHE de Itaocara utilizou os critérios da Tabela 2 e a Equação (1) para definir um valor para cada impacto definido. A partir desta formulação os valores de *Magnitude* podem variar de 5 a 17, de *Importância*

entre 3 a 12, e da *Análise de Impacto Ambiental* (AIA) entre  $\pm 15$  e  $\pm 1020$  (dependendo se o impacto for positivo ou negativo).

$$AIA = M * I * N * P \quad (1)$$

Onde: M = magnitude; I = importância; N = natureza; e P = cenário de ponderação.

Tabela 2 – Grade de definição dos pesos adotados para os critérios na AIA de UHE Itaocara.

Valor		Critério						
		-1	0	1	2	3	4	5
Magnitude	Incidência			Indireta		Direta		
	Abrangência			ADA	AID	AII	AIR	
	Temporalidade			Longo	Médio	Imediato		
	Duração			Temporário	Cíclico	Permanente		
	Prob. De Ocorrência			Baixa	Média	Alta	Certa	
Importância	Cumulatividade		Não Cumulativo	Cumulativa Espacial	Cumulativa Temporal			
	Reversibilidade			Reversível	Irreversível			
	Sinergia		Ausência	Presença				
	Indução			Não Indutor	Indutor			
	Importância Geral			Muito Pequena	Pequena	Média	Grande	Muito Grande
Natureza		Negativa		Positiva				
Ponderação por Cenários				Amena	Fraca	Média	Forte	Intensa

OBS: Área Diretamente Afetada (ADA); Área de Influência Direta (AID); Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Regional (AIR). Fonte: adaptado de Ecology Brasil, 2011.

No entanto, cabe ainda padronizar quais critérios integrarão as medidas de *Magnitude* e de *Importância*, a fim de combiná-las com regras lógicas e de possível reaplicação. Por exemplo, enquanto a *Importância* no estudo de Itaocara é a soma dos critérios descritos na Tabela 2, no estudo de Pai Querê este critério é mensurado pela soma de *Reversibilidade*, *Incidência* e *Probabilidade de Ocorrência*, além de não apresentar uma ponderação por cenários. Com isso, seria possível garantir a replicabilidade da metodologia, minimizar a subjetividade da avaliação, bem como facilitar a análise dos técnicos responsáveis em licenciar.

Outro aspecto observado foi a utilização das *Medidas* de mitigação e compensação como critérios de avaliação dos impactos. Em algum dos EIAs notou-se que este critério foi utilizado de forma a tornar os impactos negativos menos prejudiciais e os positivos mais vantajosos, uma vez que considerou previamente que os programas e ações sugeridas pelo estudo seriam efetivamente aplicados. Todavia, sabe-se que esta prática não condiz com a realidade, pois este EIA ainda passará pelas etapas de consulta pública, podendo trazer significativas alterações. No entanto, cabe destacar que o uso do critério *Medidas* pode ser utilizado em AIAs, desde que considerado como uma abordagem de análise de cenários.

## Os Impactos de Hidrelétricas

Os impactos identificados e explorados nos EIAs geralmente são agrupados em áreas de conhecimentos, prática que facilita a compreensão e análise dos resultados. O Termo de Referência destes estudos usualmente solicita que estes impactos sejam classificados em *Meio Físico*, *Meio Biótico* e *Meio Socioeconômico* (ou Antrópico). No entanto, alguns impactos ambientais podem ser enquadrados em mais de um destes meios, que reflete nas experiências e escolhas da equipe técnica. Por exemplo, as mudanças introduzidas no processo morfogenético devido às alterações no padrão de drenagem e na deposição de materiais nos corpos hídricos causam a alteração da paisagem, impacto que pode ser enquadrado no meio físico. No entanto, a alteração da paisagem pode ser considerada como impacto sociocultural, uma vez que altera as condições de trabalho e lazer da comunidade próxima a área do novo reservatório. Por isso, foi possível observar diversas formas de agrupar os impactos e a Figura 2 (esquerda) apresenta como estes foram classificados nos EIAs estudados, de forma resumida. Ainda, o EIA da PCH Santa Rosa I apresentou outra forma de classificação, sendo: Geologia e Pedologia, Vegetação, Avifauna, Herpetofauna, Mastofauna, Patrimônio Natural, Qualidade das Águas, Ictiofauna e Meio Antrópico (Socioeconomia e Arqueologia).

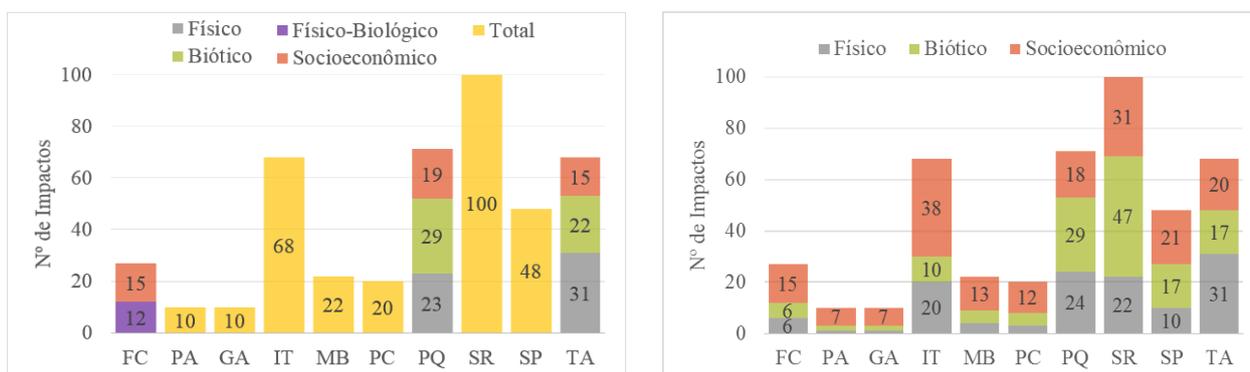


Figura 2 – Divisão dos impactos identificados conforme os EIAs (esquerda). Número de impactos redistribuídos por meios (direita).

Para propiciar uma melhor avaliação, os impactos foram reagrupados conforme Figura 2 (direita). Assim, do total de 444 impactos descritos, a maioria eram impactos do Meio Antrópico (cerca de 42%). Ainda, sabendo que foram analisados empreendimentos de mesmo tipo, variando seu porte e localização, esperava-se que quantidade de impactos identificados fosse semelhante. No entanto, variam de 10 impactos descritos para as UHE de Panambi e de Garabi chegando até 100 para a PCH de Santa Rosa I. Essa variação está diretamente relacionada com o aprofundamento dado a cada impacto. Por exemplo, nos estudos de GA e PA havia apenas um impacto relacionado a qualidade de água, enquanto para SR haviam 11 diferentes impactos, versando de forma independente sobre contaminação biológica, alteração de turbidez, contaminação por componentes orgânicos e inorgânicos no reservatório e a jusante, estratificação da coluna d'água, entre outros. O mesmo fato ocorreu na

descrição dos impactos que versam sobre vegetação, enquanto SR apresentou 13 diferentes impactos, os demais consideraram apenas o impacto sobre a supressão ou redução da cobertura vegetal.

Observou-se que alguns temas não foram abordados em todas as AIA empreendidas, como as interferências no patrimônio espeleológico, uma vez que dependendo das características locais este não chega a ser um impacto, no entanto deve ser apresentada uma justificativa no diagnóstico. Além disso, notou-se a ausência de impactos importantes como geração de energia, alteração nos aquíferos e eutrofização.

Por fim, os impactos antrópicos referentes as condições de vida das comunidades locais foram os que apresentaram maior casos de divergências em termos metodológicos. Essa variação na conceituação acontece em razão do enfoque tomado pelo técnico responsável ao fazer a ligação da dinâmica social com a qualidade do ambiente natural. Por exemplo, o aumento da oferta de emprego é visto como melhoria da qualidade de vida no estudo da AHE de SP, pois garante o aumento da renda da população e, conseqüentemente, proporciona melhorias na habitação, saúde, educação. Já no relatório da UHE de IT, o aumento na oferta de emprego causa a sobrecarga nas redes de serviços do município, como hospitais, escolas, locais de lazer, estruturas viárias e habitacionais, bem como pode aumentar a ocorrência de doenças devido ao aumento de seus vetores.

## CONCLUSÕES

De forma geral, pode-se dizer que há um grande hiato nas metodologias estudadas para a elaboração de EIAs de usinas hidrelétricas no Brasil. Embora sejam empreendimentos de mesma atividade, as metodologias são aplicadas de forma distinta em cada estudo, dificultando a comparação direta entre elas. No entanto, estas metodologias não necessariamente foram aplicadas de forma equivocada, sendo fundamental apenas uma descrição mais aprofundada dos procedimentos utilizados para a avaliação dos impactos ambientais, o que permitirá uma melhor transparência e conseqüente reprodutibilidade.

Entende-se que, por serem empreendimentos diferentes, de fato são esperadas diferenças nos processos de avaliação de impacto ambiental para a implementação das usinas. Contudo, a maioria destes estudos aplicaram metodologias com alta subjetividade, inclusive nas definições dos critérios adotados. Padronizar minimamente os critérios e as metodologias podem permitir minimizar esta subjetividade e facilitar uma comparação entre os impactos de diferentes empreendimentos, inclusive por membros diferentes de um mesmo órgão ambiental. Além disso, demonstra-se relevante a necessidade de uma padronização mínima também na descrição dos impactos analisados, diminuindo a segregação de impactos de uma mesma área de conhecimento. Ou seja, muitos impactos tratando sobre o mesmo assunto dificulta a análise global da avaliação e superestima as áreas com maior número de impactos descritos, alterando a representatividade da análise.

Adicionalmente, a avaliação de impacto ambiental não deve ser apenas uma forma de classificar os impactos por ordem de importância, ela deve também ser capaz de identificar as sinergias e interações entre os impactos a fim de conseguir definir as melhores alternativas para minimizar ou evitar estes. A etapa de avaliação é muito importante e será a base para a definição das medidas que serão tomadas a fim de viabilizar o projeto. E isto não foi necessariamente encontrado em todos os estudos.

Por fim, a partir da presente pesquisa, trabalhos futuros poderão propor uma sistematização da aplicação destas metodologias para estudos de impactos ambientais em usinas hidrelétricas, capaz de minimizar a subjetividade da avaliação, auxiliar de modo mais efetivo nas decisões dos gestores e facilitar a análise dos técnicos licenciadores.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. IBAMA. (2019). “*Banco de dados dos Estudos de Impactos Ambientais: Hidrelétricas*”. Disponível: <<http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/>>.
- DUARTE, C.G.; DIBO, A.P.A.; SÁNCHEZ, L. E. (2017). “*O Que Diz a Pesquisa Acadêmica sobre Avaliação de Impacto e Licenciamento Ambiental no Brasil?*”. *Ambiente & Sociedade*, v. 20, n. 1, pp. 261-292.
- ECOLOGY BRASIL (2011). “*Estudo de Impacto Ambiental: UHE Itaocara*”. Rio de Janeiro: Ecology And Environment do Brasil. 6 v. Disponível em: <<http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Itaocara/EIA/>>.
- GIONGO, C.R.; MENDES, J. M. R; SANTOS, F.K. (2015). “*Development, health and environment: contradictions in the construction of dams*”. *Serviço Social & Sociedade*, n.123, pp.501-522.
- ROMEIRO, J. F. (2013). “*Território, Lugar e Resistência: o caso da Pequena Central Hidrelétrica de Santa Rosa I (RJ/MG)*”. Dissertação (Mestrado) – PUC-Rio, Departamento de Geografia, 139 f.
- SÁNCHEZ, L. H. (2013). *Avaliação de Impactos Ambientais: Conceitos e Métodos*. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p.
- SANTOS, R. F. dos (2007). *Planejamento Ambiental: Teoria e Prática*. São Paulo: Oficina de Textos. 184 p.
- SOUSA, W.L. (2000). “*Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de duas Abordagens*”. Tese (Doutorado) - Curso de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- TEIXEIRA, M. B. (2006). “*Emprego de uma Metodologia Multicritério na Avaliação do Estudo de Impacto Ambiental de Hidrelétricas*”. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas: UFRGS, Porto Alegre.