

Impactos ambientais de hidrelétricas no Brasil: guia de identificação

Environmental impacts of hydropower plants in Brazil: an identification guide

Fernanda Aparecida Veronez ¹

Fabício Raig Dias Lima ²

Ghislain Mwamba Tshibangu ³

¹ Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, Professora Titular, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil
E-mail: fveronez@ifes.edu.br

² Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil
E-mail: fabricioraigdiaslima@gmail.com

³ Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, Analista de Impacto Ambiental, Impact Assessment Agency of Canada, Quebec, Canadá
E-mail: ghistshibangu@hotmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v13n1.2022.40635

Received: 03/11/2021
Accepted: 10/03/2022

ARTICLE – DOSSIER

RESUMO

Este trabalho apresenta um guia para identificação de impactos ambientais de empreendimentos hidrelétricos. A pesquisa qualitativa utilizou como métodos: estudos de caso, revisão sistemática da literatura (RSL), análise de conteúdo e consulta a especialistas. Foram usadas quatro fontes de informação, sendo elas: Estudos de Impacto Ambiental (EIA), artigos científicos, guias de boas práticas e consulta a especialistas. Foram analisados todos os EIAs de hidrelétricas submetidos ao Licenciamento Ambiental federal brasileiro, entre 2010 e 2020 (8 EIAs). A RSL identificou 68 artigos científicos elegíveis para análise e coleta dos impactos. Os resultados foram cotejados com a prática canadense e discutidos em um workshop virtual com a participação de 15 especialistas. O guia apresenta 90 impactos e poderá ser utilizado por empresas de consultoria e órgãos ambientais na identificação preliminar de impactos ambientais de hidrelétricas, contribuindo para o aprimoramento do planejamento realizado na etapa de escopo da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de futuros estudos ambientais dessa tipologia.

Palavras-chave: AIA. EIA. Impacto ambiental. Hidrelétricas. Guia.

ABSTRACT

This paper presents a guide for identifying the environmental impacts of hydroelectric enterprises. The qualitative research used the following methods: case studies, systematic literature review (SLR), content analysis, and consultation with experts. Four sources of information were used, including Environmental

Impact Statements (EISs), scientific articles, best practice guides, and expert consultation. All EISs of hydroelectric plants submitted to the Brazilian federal Environmental Licensing between 2010 and 2020 (8 EISs) were analysed. RSL identified 68 scientific papers eligible for analysis and collection of impacts. The results were compared with Canadian practice and discussed in a virtual workshop of 15 experts. The guide has 90 impacts and can be used by environmental consulting firms and environmental agencies in the preliminary identification of environmental impacts of hydroelectric dams, contributing to the improvement of planning carried out in the EIA scoping stage of future environmental studies of this type.

Keywords: IA. IS. Environmental Impact. Hydroelectric power plants. Guide.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior disponibilidade hídrica do planeta e tem como principal fonte geradora de energia as usinas hidrelétricas, que respondem por cerca de 62% de toda a energia elétrica produzida no país (ANEEL, 2021). Tal característica representa uma vantagem desse tipo de projeto, uma vez que se trata de uma fonte de energia barata, confiável e renovável (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007). Entretanto, a construção de empreendimentos hidrelétricos ocasiona Impactos Ambientais (IAs) potencialmente significativos que devem ser considerados (HUANG *et al.*, 2018; ZHANG; HAN; SONG, 2020).

Nesse contexto, inserem-se o licenciamento ambiental e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como instrumentos de planejamento e gestão ambiental capazes de evitar e mitigar os IAs de empreendimentos (BRASIL, 1981; SÁNCHEZ, 2020). A partir da publicação da Resolução Conama Nº 1/1986, a AIA foi vinculada ao processo de licenciamento ambiental por meio da exigência do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para o licenciamento ambiental das atividades causadoras de significativo IA. Assim, passou a ser necessária a elaboração do EIA para empreendimentos hidrelétricos com capacidade instalada superior a 10 MW (BRASIL, 1986).

Desde então, “o EIA passou a ser o documento mais importante de todo o processo de AIA, pois é com base nele que são tomadas as principais decisões para a viabilidade de um projeto” (SÁNCHEZ, 2020, p. 136). Entretanto, muitas vezes os EIAs são submetidos ao órgão ambiental sem apresentar as informações adequadas para subsidiar o processo de tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental do projeto (ALMEIDA; MONTAÑO, 2017; VERONEZ; MONTAÑO, 2017).

Outra característica do contexto brasileiro é a elaboração dos estudos usando uma abordagem exaustiva, sem planejamento adequado e contendo um excesso de dados compilados acerca da área de estudo, sendo boa parte deles inúteis para a análise da viabilidade do projeto (SÁNCHEZ, 2020). Essa realidade se opõe às boas práticas internacionais em AIA, que indicam que a elaboração de um EIA deve ser o resultado de um bom planejamento, que direciona a elaboração de estudos de base focados em fatores importantes para a tomada de decisão (IAIA; IEA, 1999). Assim, a primeira atividade de elaboração de um EIA deve ser a identificação preliminar dos IAs, realizada na etapa de planejamento da AIA. Tal planejamento vai, então, orientar os procedimentos de identificação das questões relevantes em campo (GLASSON; THERIVEL; CHADWICK, 2012).

Diante da lacuna de informação apresentada nos EIAs, que pode comprometer a efetividade dos processos de AIA e de licenciamento ambiental, cabe ao órgão competente exigir complementações aos estudos ambientais. Nesse sentido, o Banco Mundial (2008) chegou a descrever o processo de licenciamento ambiental como um obstáculo para construção de novas usinas hidrelétricas no Brasil, estando entre os principais motivos da morosidade do processo o tempo para a definição dos Termos de Referência (TR) e a baixa qualidade dos estudos ambientais. No entanto, propostas de simplificação a todo custo podem ter sérias consequências para o licenciamento ambiental brasileiro (BRAGAGNOLO *et al.*, 2017). Além disso, pesquisas científicas apontam para os impactos significativos de projetos hidrelétricos, mesmos os menores, tendo esses um potencial de ameaçar a provisão de serviços ecossistêmicos, a conectividade de rios, a conservação da biodiversidade e a vida de comunidades indígenas e tradicionais (ATHAYDE *et al.*, 2019).

Destaca-se então, a importância da identificação preliminar de impactos e o planejamento da AIA, que ocorrem na etapa de escopo, servindo de base para planejar as etapas subsequentes. Se os impactos não forem identificados corretamente nessa etapa inicial de planejamento, então não será possível direcionar os estudos de base para o levantamento de dados importantes, o que compromete o prognóstico ambiental e, conseqüentemente, a proposição de medidas. Portanto, a ausência de uma identificação preliminar adequada na fase de planejamento pode comprometer a elaboração dos estudos de base e interferir negativamente em todas as etapas da elaboração de um EIA, prejudicando a efetividade do processo de AIA (GLASSON; THERIVEL; CHADWICK, 2012).

Dada a importância da etapa de planejamento da AIA (BORIONI; GALLARDO; SÁNCHEZ, 2017), este trabalho apresenta um guia para identificação preliminar de IAs ocasionados por empreendimentos hidrelétricos, contribuindo assim para o aprimoramento do processo de AIA desses empreendimentos.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração do guia, foram utilizadas múltiplas fontes de informação, conforme orienta Sánchez (2020). Foram analisados EIAs de hidrelétricas e artigos científicos para compor uma lista de IAs que, a seguir, foi comparada com a prática canadense e discutida em um *workshop* de consulta a especialistas.

Utilizando uma abordagem predominantemente qualitativa, a pesquisa foi dividida em quatro etapas, relacionadas a cada uma das fontes de informação pesquisadas. A Figura 1 representa os procedimentos metodológicos utilizados em cada etapa.

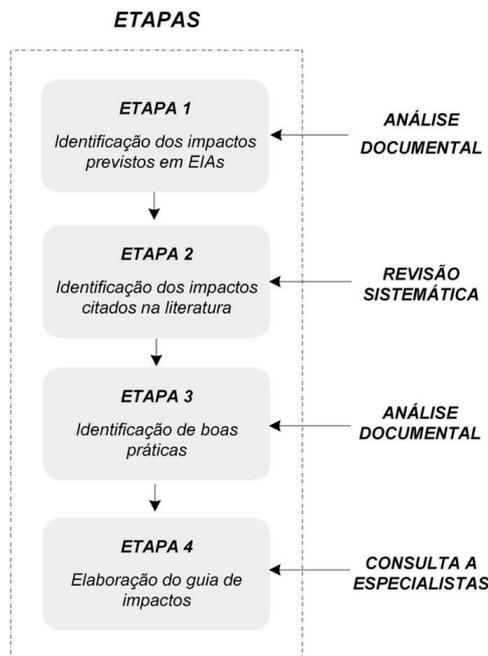


Figura 1 | Etapas e procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS PREVISTOS EM EIAs

Para a identificação dos IAs previstos em EIAs, foram utilizados como objetos de estudo os EIAs de projetos hidrelétricos licenciados em nível federal, disponíveis no *website* da agência ambiental federal do Brasil – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Dessa forma, nessa etapa, foi utilizada como método de coleta a análise documental em um estudo de casos

múltiplos (YIN, 2009), e como método de análise a análise de conteúdo (KRIPPENDORFF, 2004). A Figura 2 ilustra o fluxograma metodológico utilizado para a identificação dos impactos descritos nos EIAs (Etapa 1).

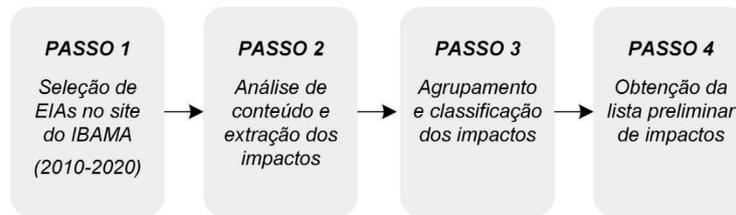


Figura 2 | Fluxograma metodológico utilizado para a identificação dos impactos previstos nos EIAs.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na busca realizada no banco de dados do Ibama (disponível em: <https://www.ibama.gov.br/laf/consultas>), no dia 15/03/2020, foram identificados 35 EIAs. Optou-se por analisar os estudos mais recentes, considerando um recorte temporal de dez anos. O Quadro 1 apresenta as principais características dos oito EIAs analisados.

Quadro 1 | Estudos de Impacto Ambiental analisados.

EIA	Ano	Empreendimento	Local de implantação
EIA 1	2011	Usina Hidrelétrica Itaocara	Minas Gerais/Rio de Janeiro
EIA 2	2012	Aproveitamento Hidrelétrico Davinópolis	Minas Gerais/Goiás
EIA 3	2012	Aproveitamento Hidrelétrico Pai Querê	Santa Catarina/Rio Grande do Sul
EIA 4	2012	Pequena Central Hidrelétrica Cabuí	Minas Gerais/Rio de Janeiro
EIA 5	2013	Pequena Central Hidrelétrica Caiçara	Minas Gerais/Bahia
EIA 6	2013	Pequena Central Hidrelétrica Gavião	Minas Gerais/Bahia
EIA 7	2014	Aproveitamento Hidrelétrico São Luís dos Tapajós	Pará
EIA 8	2019	Aproveitamento Hidrelétrico Tabajara	Rondônia

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse dos EIAs, foi feita a leitura do capítulo de identificação e avaliação dos IAs de cada estudo. Os impactos foram identificados e extraídos em planilhas do programa *Microsoft Excel*, onde foram organizados e agrupados. A organização foi feita de acordo com a fase do projeto em que eles foram previstos (planejamento, implantação e operação), com o meio em que incidem diretamente (físico, biótico ou antrópico), e com a natureza do impacto (negativo ou positivo). Após elaborar uma lista com os IAs de cada EIA, foi feita a integração de todas as planilhas em uma única lista de IAs, seguindo o processo de codificação sugerido por Berg (2001). Nessa etapa, foram agrupados os IAs cujos enunciados eram diferentes, mas as descrições apontavam para o mesmo IA. O agrupamento foi realizado tendo em vista as características ou atributos percebidos (CORBIN; STRAUSS, 2008).

2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS CITADOS NA LITERATURA

Para a identificação dos IAs mencionados na literatura foi utilizada uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Esse método foi escolhido em virtude de sua capacidade de alcançar melhores resultados nas buscas, além de produzir resultados com maior confiabilidade, reduzindo os erros e o viés do pesquisador (SAMPAIO; MANCINI, 2007). Ainda, segundo esses autores, a RSL é um método particularmente útil para integrar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinado assunto.

A RSL foi realizada utilizando o protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Prisma), criado com o objetivo de melhorar os relatos das revisões sistemáticas (MOHER

et al., 2015). O protocolo foi inicialmente desenvolvido para ensaios clínicos randomizados, mas o Prisma também pode ser usado como uma base para relatos de revisões sistemáticas de outros tipos de pesquisa (MOHER et al., 2015). O Prisma tem sido amplamente utilizado em pesquisas na área ambiental, alcançando resultados satisfatórios (LIQUETE et al., 2013; SIERRA-CORREA; CANTERA KINTZ, 2015; TALAMINI et al., 2017). Baseado no protocolo Prisma, a RSL seguiu os seguintes passos: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, conforme ilustrado na Figura 3 e descrito a seguir.

A RSL iniciou com a identificação dos artigos científicos, realizada no dia 20/10/2021, utilizando como fonte a base de dados *Scopus*. A escolha dessa base está relacionada à sua multidisciplinaridade e por se tratar do maior banco de dados de resumos e citações da literatura, com revisão por pares. O processo de busca na base foi realizado utilizando uma *string*, garantindo maior replicabilidade da pesquisa (Quadro 2).

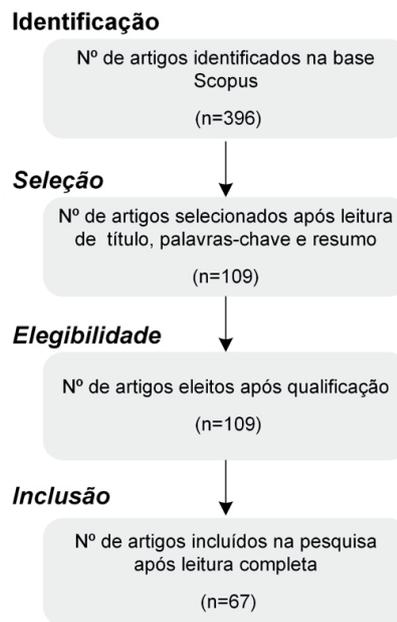


Figura 3 | Fluxograma metodológico da RSL.

Fonte: Elaborada pelos autores com base no Fluxograma do Prisma (MOHER et al., 2015).

Quadro 2 | *String* de busca utilizado na base *Scopus*.

<i>String</i>	<i>Explicação dos filtros</i>
<p>TITLE (dams OR hydropowerplants OR "hydropower plants" OR "hydroelectric power" OR "hydroelectric complex" OR reservoirs OR hidreletric* OR reservatório*) AND TITLE (impact*) AND ABS (environment*) AND (EXCLUDE (SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE (SUBJAREA, "COMP")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ch")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2010)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese"))</p>	<ul style="list-style-type: none"> A busca considerou que pelo menos um dos seguintes descritores deveria estar no título: dams, hydropowerplants, hydropower plants, hydroelectric power, hydroelectric complex, reservoirs, hidreletric* ou reservatório*. O título também deveria incluir algum descritor derivado do termo impact*, e o abstract incluir algum derivado de environment*. Foram excluídos estudos de Medicina e Ciências da Computação. Foram incluídos apenas artigos de periódicos, congressos e em forma de capítulo de livro. Foi feito recorte temporal de 2010 a 2021. A busca também se limitou a estudos redigidos em inglês e português

Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir, os 396 artigos identificados pela *string* foram selecionados, por meio de leitura de título, resumo e palavras-chave. Para tanto, além dos critérios já estabelecidos na busca (tratar-se de artigo científico, redigido em português ou inglês, relacionado às pesquisas publicadas entre 2010 e 2021, e que identificasse IAs de empreendimentos hidrelétricos), foram excluídos os trabalhos teóricos e de revisão de literatura. Essa seleção foi realizada com auxílio do *Rayyan Intelligent Systematic Review* (<https://www.rayyan.ai>). Trata-se de uma ferramenta de auxílio à RSL, que recebe a importação do resultado da busca das bases (no caso dessa pesquisa, os arquivos foram importados em formato CSV). Nesse programa on-line, é possível realizar RSL por pares, analisando e categorizando cada artigo, títulos e resumos. Também é possível pesquisar por palavras-chave como auxílio ao processo de categorização. Nesta pesquisa, a análise foi realizada por dois pesquisadores e teve como resultado 109 artigos eleitos para leitura completa. No processo de eleição, não foi descartado nenhum artigo, sendo todos encaminhados para o passo seguinte.

A partir da leitura completa dos 109 artigos selecionados, utilizando sempre os mesmos critérios de seleção descritos anteriormente, foram incluídos, como resultado da RSL, apenas 67 artigos científicos. Para os artigos incluídos, foi feita ainda uma releitura para identificação e extração dos IAs citados. As etapas de elegibilidade e inclusão foram realizadas com o auxílio do gerenciador de referências *Mendeley*. Os IAs extraídos foram agrupados e organizados em uma tabela no programa *Microsoft Excel*, formando uma lista preliminar dos IAs mencionados nos artigos. O agrupamento e a organização dos IAs foram realizados levando em conta as características ou atributos percebidos (CORBIN; STRAUSS, 2008).

2.3 IDENTIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

Nessa etapa foram consultados guias técnicos de AIA elaborados para EIAs canadenses. A escolha do Canadá foi motivada pelo fato de se tratar de um dos países pioneiros na implementação do processo de AIA, já tendo um sistema consolidado e bem estruturado, o que implica a boa qualidade dos estudos ambientais (SÁNCHEZ, 2020). Vale destacar que o processo de AIA no Canadá leva em conta aspectos como sustentabilidade, transparência, impactos sociais e sobre a saúde, responsabilidade e mudanças climáticas. O governo do Canadá adotou uma lei que também reflete as melhores práticas recomendadas pela Associação Internacional de Avaliação de Impacto (IAAC, 2021). A comparação com a prática canadense teve como objetivo conhecer as boas práticas de identificação de IAs utilizadas e aprimorar as listas dos IAs identificados nas etapas 1 e 2. Ao término desta terceira etapa, os IAs extraídos foram reunidos em uma única lista.

2.4 ELABORAÇÃO DO GUIA DE IMPACTOS

Essa etapa teve objetivo de propor um guia de identificação preliminar de IA de projetos hidrelétricos baseado nos resultados das etapas anteriores e discutidos em consulta a especialistas que atuam em diferentes frentes da AIA de empreendimentos hidrelétricos.

Inicialmente foi conduzido um workshop piloto, antes da consulta a especialistas (*workshop* principal). Esse workshop piloto foi realizado em dois encontros on-line (dias 08/07/2021 e 16/07/2021), totalizando seis horas de análise em grupo. Com a participação de seis pesquisadores em AIA, os encontros tiveram objetivo de analisar cada um dos IAs, cuja descrição foi ajustada, quando necessário, para uma melhor compreensão dos especialistas durante o workshop principal, uma boa prática em pesquisas dessa natureza (MATTHEWS; ROSS, 2010). Também foi possível definir os procedimentos de coleta de dados durante o workshop principal.

O *workshop* principal também foi realizado na modalidade on-line, no dia 18/10/21, e contou com um grupo de 15 especialistas, formado por profissionais do quadro técnico do Ibama, do Instituto Estadual de

Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (lema) e de uma empresa de consultoria ambiental. O processo de consulta aos especialistas foi conduzido mediante a leitura e discussão de cada um dos IAs da lista. Durante esse processo, algumas descrições foram modificadas e IAs incluídos (nenhum impacto foi excluído). O evento foi gravado, o que permitiu uma análise posterior para verificação das considerações feitas pelos especialistas. Após a consolidação das informações, foi elaborado o produto final desse trabalho, que é um guia de identificação de IAs de empreendimentos hidrelétricos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quatro etapas utilizadas nesta pesquisa permitiram a construção de um guia de identificação de IAs de hidrelétricas, baseado em conhecimento prévio de fontes diferentes: EIAs, artigos, prática e opinião de especialistas.

A opção em analisar separadamente a lista de IAs citados em cada EIA permitiu conhecer o que os EIAs dizem sobre os IAs de hidrelétricas e entender peculiaridades da tipologia, que variam de acordo com o contexto no qual o projeto pretende ser implantado. A lista com os IAs citados nos EIAs contou com 76 IAs diferentes. Foi possível notar que o mesmo IA era descrito de forma diferente entre os estudos, embora tivessem o mesmo significado. Os enunciados dos IAs se mostraram algumas vezes dúbios, vagos ou muito específicos. Também foi possível identificar erros conceituais na redação dos IAs que, por vezes, eram confundidos com aspectos ambientais. Por exemplo, a supressão de vegetação e a geração de empregos aparecem como IAs, em alguns estudos.

No que se refere à classificação dos IAs, notou-se que há divergência entre os EIAs quanto ao meio que alguns IAs afetam. Por exemplo, o IA "Interferência em atividades minerárias" foi mencionado em um EIA como ocorrendo no meio físico, enquanto em outros três consideraram no meio antrópico. As lacunas conceituais e de informação sobre os IAs descritos em EIAs também são citadas nas pesquisas de Almeida e Montañó (2017) e Veronez e Montañó (2017). Ao final da análise dos EIAs, foi elaborada uma lista preliminar (Etapa 1), ajustando a descrição dos IAs para que esses fossem mais sintéticos, autoexplicativos e que descrevessem o sentido das alterações, conforme recomendado por Sánchez (2020).

Na segunda etapa, os 67 artigos oriundos do resultado da RSL citaram 35 IAs diferentes, sendo oito deles desconhecidos pelos especialistas consultados no *workshop*. Desses, os IAs "Degradação dos ecossistemas estuarinos" e "Perda da biodiversidade costeira" estão associados à retenção de sedimentos nos reservatórios e foram identificados em pesquisa realizada por Ezcurra *et al.* (2019). Podemos citar também o IA "Contaminação da cadeia alimentar por mercúrio", devido à degradação da matéria orgânica dos reservatórios por bactérias metilantes, identificado na pesquisa de Liu *et al.* (2019). Após a análise dos artigos e coleta dos IAs identificados em pesquisas práticas, os resultados obtidos (Etapa 2) foram agregados à lista elaborada na etapa anterior.

Analisando a prática canadense, verificou-se que a agência ambiental elabora um guia de identificação de IAs específico para cada EIA. De forma geral, a organização das informações é dada de uma forma bem diferente da brasileira, pois os IAs não são apresentados associados aos aspectos ambientais de cada atividade, e sim a fatores ambientais impactados. A lista de IAs elaborada pela interação entre as Etapas 1 e 2 foi comparada com o documento "*Draft Environmental Assessment Report*", elaborado para o empreendimento "*Tazi Twé Hydroelectric*" (disponível em: <https://iaac-aeic.gc.ca/050/documents/p80031/101642E.pdf>). Após a análise, verificou-se que todos os fatores estavam contemplados na lista elaborada nesta pesquisa. Em relação à organização das informações, optou-se por apresentar o guia no formato: atividade – aspecto ambiental – impacto ambiental, mais comum à prática brasileira.

Além da confirmação da lista de impactos, durante o *workshop* foram incluídos 23 impactos ambientais, sendo a maioria voltada para o meio antrópico. O guia final é composto por 90 IAs, apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. Dos impactos listados, 31 foram citados nos EIAs e artigos, 36 somente citados nos

EIAs e 10 somente nos artigos. No guia, os IAs são divididos em três fases: planejamento, instalação e operação. A indicação do meio (antrópico, biótico ou físico) considerou a atuação dos impactos diretos.

As tabelas 1, 2 e 3 descrevem ainda a natureza do IA e a frequência (que indica o número de EIAs/artigos que citaram o IA). Cabe destacar que essas tabelas representam um fragmento do produto final, que é organizado contemplando também a macroatividade e o aspecto ambiental relacionado a cada IA. Por questão de espaço, o guia foi ajustado e apresenta as informações principais neste trabalho.

A Tabela 1 apresenta os IAs provenientes da fase de planejamento do projeto, na qual são conduzidos os estudos de viabilidade econômica, os estudos ambientais, as audiências públicas, a divulgação do empreendimento, a elaboração dos projetos de engenharia e os primeiros trabalhos de campo. Nesse momento, a população local é informada sobre a implantação do empreendimento, iniciando assim as primeiras discussões a respeito dos potenciais IAs que possam vir a ocorrer.

Foram identificados 12 IAs relacionados à fase de planejamento, entre eles somente um não pertence ao meio antrópico: "Pressão sobre os recursos naturais". A análise dos artigos incluiu apenas um IA que não havia sido identificado nos EIAs: "Elevação dos preços dos bens e serviços", citado nos trabalhos de Oliveira *et al.* (2016) e Tajziehchi *et al.* (2013). Oliveira *et al.* (2016) destacam também, como IA negativo, o "Aumento da ocupação desordenada do solo", IA igualmente escrito pela metade dos EIAs analisados. A consulta a especialistas agregou dois IAs que não haviam sido citados nos EIAs e nos artigos científicos, são eles: a "Valorização imobiliária" e a "Pressão sobre os recursos naturais". De maneira geral, o IA mais citado foi a "Perda da qualidade de vida da população", citado por todos os EIAs e validado na consulta a especialistas.

Tabela 1 | Impactos Ambientais esperados durante a etapa de planejamento.

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Execução dos estudos preliminares	Perda da qualidade de vida da população	8		x	A	N
	Incremento no mercado de bens e serviços	2		x	A	N
	Criação de expectativas negativas, insegurança e apreensão	5		x	A	N
	Criação de expectativas positivas na população	5		x	A	P
	Valorização imobiliária			x	A	N
	Aumento da ocupação desordenada do solo	4	1	x	A	N
	Elevação de preços dos bens e serviços		2	x	A	N
	Estímulo à mobilização e organização da sociedade civil	4		x	A	N
	Aumento do conhecimento científico sobre o meio biótico	3		x	A	P
	Aumento do conhecimento científico sobre o meio físico	1		x	A	P
	Aumento do conhecimento científico do meio antrópico	1		x	A	P
	Aumento da pressão sobre os recursos naturais			x	B/F	N

Legenda: Meio: A (Antrópico); B (Biótico); F (Físico)

Natureza: N (Negativo); P (Positivo)

Fonte: Elaboração própria.

Na fase de implantação, inicia-se a construção da obra propriamente dita, sendo as seguintes principais atividades executadas: liberação de áreas, abertura de vias de acesso, mobilização e operação da infraestrutura de apoio, desvio do rio, construção da obra principal e a limpeza da área a ser ocupada pelo reservatório. Durante a construção, há um aumento do afluxo de pessoas atraídas pela geração de empregos, o que reflete em mudanças na socioeconomia local e nos padrões de uso e ocupação do solo, e induz à ocorrência dos impactos ambientais mencionados na Tabela 2. Com relação a esta fase do empreendimento, sabe-se que é nela em que ocorre a maior parte dos IAs e de forma mais expressiva (BATISTA *et al.*, 2012).

Tabela 2 | Impactos Ambientais esperados durante a etapa de implantação.

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Liberação de áreas	Criação de expectativas negativas, insegurança e apreensão	5		x	A	N
	Deslocamento compulsório de famílias	2	2	x	A	N
	Aumento da vulnerabilidade social			x	A	N
	Perda de áreas produtivas	3	6	x	A	N
	Perda de equipamentos sociais			x	A	N
	Valorização imobiliária			x	A	N
	Interferência em atividades minerárias	4	1	x	A	N
Ruptura de relações sociais			x	A	N	
Terraplanagem	Degradação do patrimônio espeleológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio arqueológico	2		x	A	N
	Degradação do patrimônio paleontológico	1		x	A	N
	Incômodo à população			x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Aumento dos níveis de pressão sonora e vibração	2	1	x	F	N
	Deterioração da qualidade do ar	3	1	x	F	N
	Degradação da paisagem natural	3	1	x	F	N
	Deslocamento, perturbação e afugentamento da fauna terrestre	3	1	x	B	N
	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
Assoreamento de corpos hídricos	4	5	x	F	N	
Movimentação, manutenção e operação de veículos	Incômodo à população			x	A	N
	Pressão sobre o sistema viário			x	A	N
	Aumento dos acidentes rodoviários	1		x	A	N
	Sobrecarga sobre a infraestrutura básica local	5	1	x	A	N
	Aumento dos níveis de pressão sonora e vibração	2	1	x	F	N
	Deterioração da qualidade do ar	3	1	x	F	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Aumento do atropelamento de animais silvestres	2		x	B	N
	Deslocamento, perturbação e afugentamento da fauna terrestre	3	1	x	B	N
	Compactação e adensamento do solo	1		x	F	N
Contaminação do solo	2		x	F	N	
Supressão de vegetação	Aumento da caça e tráfico de animais silvestres	2		x	B	N
	Aumento de acidentes com animais peçonhentos	3		x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Degradação da paisagem natural	4	1	x	F	N
	Perda de indivíduos da flora	4		x	B	N
	Lesão e morte de indivíduos da fauna	4		x	B	N
	Perda de <i>habitat</i> da fauna terrestre	3		x	B	N
	Perda de processos e fluxos ecológicos	1		x	B	N
	Aumento da pressão sobre os recursos naturais			x	B/F	N
	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
Assoreamento de corpos hídricos	4	5	x	F	N	

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Mobilização e permanência de mão de obra	Aumento da massa salarial	4		x	A	P
	Incremento no mercado de bens e serviços	2		x	A	P
	Disseminação de doenças infecciosas e endemias	3	3	x	A	N
	Aumento do uso de drogas e da prostituição		4	x	A	N
	Modificação das relações sociais e culturais	4		x	A	N
	Aumento da violência e criminalidade		4	x	A	N
	Aumento da ocupação desordenada do solo	4	1	x	A	N
	Sobrecarga sobre a infraestrutura básica local	5	1	x	A	N
	Aumento da arrecadação tributária municipal	4		x	A	P
	Aumento da pressão sobre os recursos naturais			x	B/F	N
Aquisição de bens de serviço e insumos	Elevação de preços dos bens e serviços		2	x	A	N
	Aumento da arrecadação tributária municipal	4		x	A	P
	Incremento no mercado de bens e serviços	2		x	A	P
	Aumento da massa salarial	4		x	A	P
Construção de edificações e das unidades de apoio	Sobrecarga sobre a infraestrutura básica local	5	1	x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Contaminação do solo	2		x	F	N
Construção das ensecadeiras	Perda de sítios pesqueiros			x	A	N
	Aumento da mortalidade de peixes	8	4	x	A	N
	Interrupção do deslocamento da fauna aquática	6	8	x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
Exploração de áreas de empréstimo	Avarias em edificações			x	A	N
	Incômodo à população			x	A	N
	Degradação do patrimônio paleontológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio espeleológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio arqueológico	2		x	A	N
	Deterioração da qualidade do ar	3	1	x	F	N
	Aumentos dos níveis de pressão sonora e vibração	2	1	x	F	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Degradação da paisagem natural	4	1	x	F	N
	Deslocamento, perturbação e afugentamento da fauna terrestre	3	1	x	B	N
Construção das estruturas da barragem	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
	Assoreamento de corpos hídricos	4	5	x	F	N
	Degradação do patrimônio paleontológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio espeleológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio arqueológico	2		x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Aumento dos níveis de pressão sonora e vibração	2	1	x	F	N
	Deterioração da paisagem natural	3	1	x	F	N
	Deterioração da qualidade do ar	3	1	x	F	N
	Deslocamento, perturbação e afugentamento da fauna terrestre	3	1	x	B	N
Assoreamento de corpos hídricos	4	5	x	F	N	
Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N	

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Montagem eletromecânica	Aumento da arrecadação tributária municipal	4		x	A	P
	Incremento no mercado de bens e serviços	2		x	A	P
	Aumento da massa salarial	4		x	A	P
	Incômodo à população			x	A	N
	Aumento dos níveis de pressão sonora e vibração	2	1	x	F	N
	Deslocamento, perturbação e afugentamento da fauna terrestre	3	1	x	B	N
Desmobilização da mão de obra	Retração do mercado imobiliário			x	A	N
	Aumento dos conflitos sociais			x	A	N
	Aumento da concorrência por vagas de trabalho			x	A	N
	Diminuição da massa salarial			x	A	N
	Perda da qualidade de vida	8		x	A	N
	Fechamento de comércios e serviços			x	A	N
	Aumento da ocupação desordenada do solo	4	1	x	A	N
	Aumento da violência e da criminalidade		1	x	A	N
	Diminuição da arrecadação do poder público			x	A	N
	Retração do mercado de bens e serviços			x	A	N
Aumento da ociosidade da infraestrutura e equipamentos sociais			x	A	N	

Legenda: Meio: A (Antrópico); B (Biótico); F (Físico)

Natureza: N (Negativo); P (Positivo)

Fonte: *Elaboração própria.*

Conforme pode ser visto na Tabela 2, foram identificados nas diferentes atividades da fase de implantação, 54 IAs diferentes, sendo que somente quatro deles foram citados em todos os EIAs: "Perda de qualidade de vida", "Aumento da mortalidade de peixes", "Deterioração da qualidade da água" e "Indução de processos erosivos". Desses, os últimos três IAs também foram os mais citados nos artigos (ALP; AKYÜZ; KUCUKALI, 2020; BAOLIGAO *et al.*, 2016; ESPA *et al.*, 2019). O trabalho de Von Sperling (2012) também menciona esses IAs como sendo os mais significativos associados à implantação de hidrelétricas. Durante a instalação, emergem os principais IAs sobre a população local, sendo contabilizados 35 impactos no meio antrópico. Quanto à natureza, 51 IAs são negativos e apenas três são positivos, sendo que esses estão sempre associados ao meio antrópico. Percebe-se que a maioria dos IAs que ocorrem durante a construção é de natureza negativa e permanece após longo prazo, ao passo que os poucos IAs positivos são em sua totalidade temporários.

Os participantes do *workshop* acrescentaram 12 IAs que se manifestam na fase de instalação, sendo a maioria relacionada à desmobilização da mão de obra, como a "Ruptura das relações sociais", o "Aumento da ociosidade da infraestrutura e equipamentos sociais", o "Aumento da concorrência por vagas de trabalho" e a "Retração do mercado imobiliário". Segundo os especialistas, esses IAs são muito significativos quando se trata da implantação de grandes hidrelétricas. Nota-se, portanto, lacuna nos EIAs que em sua maioria não consideram os IAs da desmobilização.

A leitura dos artigos possibilitou a inclusão de mais quatro IAs na fase de instalação. Os IAs "Aumento do uso de drogas e da prostituição" e "Aumento da violência e criminalidade" são citados nos trabalhos de Castro-Diaz, Lopez e Moran (2018), Santos, Cunha e Cunha (2017) e Tallman *et al.* (2020). Já o IA "Perda do capital social das comunidades indígenas" foi mencionado por Hanna *et al.* (2016). Destaca-se que todos

esses quatro trabalhos exploram os impactos socioeconômicos na região amazônica devido à implantação da Hidrelétrica de Belo Monte, que ficou mundialmente conhecida por ser alvo de vários conflitos sociais. Outro IA é a "Elevação de preços dos bens e serviços" que também ocorre na etapa de planejamento.

A fase de operação caracteriza-se por ser o momento em que se inicia o enchimento do reservatório e posteriormente a operação comercial da usina com a geração de energia pelas turbinas. Conforme apresentado na Tabela 3, foram identificados 40 IAs que ocorrem na fase de operação, distribuídos entre os meios antrópico (14 IAs), biótico (13 IAs) e físico (13 IAs). Apesar do maior número de IAs no meio antrópico, observou-se pela frequência de citação que os artigos são mais direcionados para identificação e avaliação dos IAs no meio físico e biótico (ELORANTA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2020; SHEN *et al.*, 2019).

A maioria dos IAs que se manifestam durante a fase de operação está relacionada ao aspecto ambiental "Alteração da hidrodinâmica do rio", que se refere à mudança do regime lântico para o regime lótico, e que promove alterações nas características físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático. Boa parte das pesquisas identificadas buscava entender a influência dos reservatórios na composição e diversidade das espécies da fauna aquática (ÁLVAREZ-TRONCOSO *et al.*, 2015; NORMANDO *et al.*, 2014; WANG *et al.*, 2013). Conforme observado na Tabela 3, nos EIAs, os IAs que mais foram mencionados na etapa de operação foram os mesmos identificados na etapa de implantação, embora os processos indutores sejam diferentes.

Tabela 3 | Impactos Ambientais esperados durante a etapa de operação.

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Enchimento do reservatório	Perda da cultura pesqueira local	4		x	A	N
	Aumento da incidência de doenças causadas por vetores	3	1	x	A	N
	Interferência sobre sistemas de captação e abastecimento	3		x	A	N
	Interferência em atividades minerárias	4	1	x	A	N
	Perda de áreas de atividades de lazer e turismo	3	1	x	A	N
	Perda de sítios pesqueiros			x	A	N
	Melhora das condições de navegabilidade a montante do barramento			x	A	N
	Perda de patrimônio histórico-cultural	3	2	x	A	N
	Perda de áreas produtivas	3	6	x	A	N
	Degradação do patrimônio arqueológico	2		x	A	N
	Degradação do patrimônio espeleológico	1		x	A	N
	Degradação do patrimônio paleontológico	1		x	A	N
	Pressão sobre a economia pesqueira local	4	9	x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Enchimento do reservatório	Modificação do microclima local	2		x	F	N
	Degradação da paisagem natural	4	1	x	F	N
	Perda de <i>habitats</i> da fauna terrestre	3		x	B	N
	Modificação da diversidade e composição da fauna aquática	4	23	x	B	N
	Modificação na composição e diversidade das comunidades planctônicas	2	7	x	B	N
	Aumento da biomassa de cianobactérias potencialmente tóxicas	2		x	B	N
	Aumento da mortalidade de peixes	8	4	x	B	N
	Aumento da proliferação de insetos			x	B	P
	Contaminação da cadeia alimentar por mercúrio		2	x	B	N
	Degradação dos ecossistemas estuarinos		1	x	B	N
	Interrupção do deslocamento da fauna aquática	6	8	x	B	N
	Perda da biodiversidade costeira		1	x	B	N
	Proliferação de macrófitas aquáticas	2		x	B	N
	Mudança do regime hidrológico		9	x	F	N
	Elevação do lençol freático nas proximidades do reservatório	3	4	x	F	N
	Emissão de gases de efeito estufa	1	2	x	F	N
	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
	Modificação da morfologia do canal fluvial			x	F	N
	Variação do regime hidráulico do rio	6	16	x	F	N
	Ocorrência de sismos induzidos	4		x	F	N
Redução da carga de sedimentos a jusante da barragem	7	16	x	F	N	
Formação do trecho de vazão reduzida	Perda das condições de navegabilidade			x	A	N
	Perda de sítios pesqueiros			x	A	N
	Pressão sobre a economia pesqueira local	4	9	x	A	N
	Perda da cultura pesqueira local	4		x	A	N
	Interferência sobre os sistemas de captação e abastecimento	3		x	A	N
	Comprometimento do uso da água para irrigação			x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Degradação da paisagem natural	4	1	x	F	N
	Modificação da diversidade e composição da fauna aquática	4	23	x	B	N
	Perda de <i>habitats</i> da fauna aquática	4		x	B	N
	Aumento da mortalidade de peixes	8	4	x	B	N
	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
Variação do regime hidráulico do rio	6	16	x	F	N	
Mudança do regime hidrológico		9	x	F	N	
Rebaixamento do lençol freático no trecho de vazão reduzida			x	F	N	

Atividade	Impacto	Frequência		Workshop	Meio	Natureza
		EIA	Artigos			
Operação comercial da usina	Melhora das condições de navegabilidade a montante do barramento			x	A	N
	Pressão sobre a economia pesqueira local	4	9	x	A	N
	Perda da cultura pesqueira local	4		x	A	N
	Aumento da arrecadação tributária municipal	4		x	A	N
	Aumento da confiabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN)	3		x	A	N
	Aumento da oferta de energia elétrica	3	1	x	A	N
	Criação de expectativas negativas, insegurança e apreensão	5		x	A	N
	Aumento da incidência de doenças causadas por vetores	3	1	x	A	N
	Perda de áreas de atividades de lazer e turismo	3	1	x	A	N
	Deterioração da qualidade da água	8	11	x	F	N
	Degradação da paisagem natural	4	1	x	F	N
	Modificação do microclima local	2		x	F	N
	Proliferação de macrófitas aquáticas	2		x	B	N
	Modificação da diversidade e composição da fauna aquática	4	23	x	B	N
	Modificação da composição e diversidade das comunidades planctônicas	2	7	x	B	N
	Aumento da biomassa de cianobactérias potencialmente tóxicas	2		x	B	N
	Aumento da mortalidade de peixes	8	4	x	B	N
	Degradação dos ecossistemas estuarinos		1	x	B	P
	Perda da biodiversidade costeira		1	x	B	P
	Aumento da proliferação de insetos			x	B	P
	Interrupção do deslocamento da fauna aquática	6	8	x	B	P
	Indução de processos erosivos	8	12	x	F	N
	Variação do regime hidráulico do rio	6	16	x	F	N
	Modificação da morfologia do canal fluvial			x	F	N
	Mudança do regime hidrológico do rio	0	9	x	F	N
	Redução da carga de sedimentos a jusante da barragem	7	16	x	F	N
	Ocorrência de sismos induzidos	4		x	F	N
	Elevação do lençol freático nas proximidades do reservatório	3	4	x	F	N

Legenda: Meio: A (Antrópico); B (Biótico); F (Físico)

Natureza: N (Negativo); P (Positivo)

Fonte: Elaboração própria.

Dos 90 IAs diferentes indicados no guia, 80 são negativos e 10 positivos, sendo 12 da fase de planejamento, 54 da implantação e 40 da operação. Vale salientar que um mesmo IA pode ser ocasionado em mais de uma fase (e por isso a soma dos impactos diferentes é inferior a 106). No que tange ao meio de incidência, 19 IAs estão diretamente associados ao meio físico, 18 ao meio biótico e 53 ao meio antrópico. Então, nota-se o maior número de IAs no meio antrópico, sendo que a maioria

deles é de natureza negativa (32 IAs) e está relacionada à diminuição da qualidade de vida da população local. Esse resultado alinha-se com o estudo de Santos, Cunha e Cunha (2017), que constatou que o ônus da construção de novas usinas é maior do que seus benefícios às comunidades locais.

Por fim, o guia proposto neste trabalho tem objetivo de contribuir para a melhoria do processo de identificação preliminar dos IAs e para que os potenciais IAs significativos sejam identificados e levados em consideração durante o licenciamento ambiental de projetos de empreendimentos hidrelétricos. Entretanto, vale salientar que o objetivo do guia não é padronizar ou esgotar todos os possíveis IAs ocasionados por essa tipologia, tendo em vista que cada empreendimento possui suas peculiaridades e novos IAs poderão aparecer em função das características do contexto do ambiente afetado.

4 CONCLUSÃO

O guia apresentado neste trabalho indica 90 impactos diferentes, esperados nas fases de planejamento, instalação e operação de empreendimentos hidrelétricos. Além dos impactos, também são indicados o meio de sua atuação direta (antrópico, biótico ou físico), a natureza (positivo ou negativo) e a frequência com que eles foram citados nos EIAs e artigos analisados.

De acordo com os resultados obtidos por meio das quatro etapas deste trabalho pode-se observar que o maior número de impactos ocorre durante a fase de implantação, seguida pela fase de operação, sendo boa parte desses impactos de natureza negativa incidindo sobre os meios antrópico, físico e biótico. Os EIAs analisados deram maior ênfase à identificação de impactos que ocorrem durante a etapa de implantação. Já os artigos estão voltados para os impactos que ocorrem durante a etapa de operação, analisando principalmente as alterações sobre a fauna aquática decorrente da formação do reservatório.

Espera-se que este trabalho contribua para a melhoria do processo de identificação preliminar dos impactos ambientais de empreendimentos hidrelétricos contribuindo assim para o aprimoramento do processo de AIA desses empreendimentos.

Como limitação do trabalho, destaca-se que o guia de impactos limita-se a ser uma referência para a identificação dos prováveis IA dessa tipologia. Assim, a identificação de provável ocorrência de um impacto (ou não) dependerá das características específicas do projeto e do contexto em que ele será implantado. Nesse sentido, a experiência dos profissionais envolvidos na análise e a discussão interdisciplinar da aplicabilidade de cada impacto a um determinado projeto e seu contexto são essenciais para a identificação adequada dos impactos de um projeto e não podem ser substituídas por este guia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos especialistas que participaram do *workshop* e ao Ifes pelo aporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. R. R.; MONTAÑO, M. A Efetividade dos Sistemas de Avaliação de Impacto Ambiental nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, v. XX, n. 2, p. 79–106, 2017.

ALP, A.; AKYÜZ, A.; KUCUKALI, S. Ecological impact scorecard of small hydropower plants in operation: an integrated approach. **Renewable Energy**, v. 162, p. 1605–1617, 2020.

ÁLVAREZ-TRONCOSO, R. *et al.* Impacts of hydroelectric power stations on Trichoptera assemblages in four rivers in NW Spain. **Limnologica**, v. 53, p. 35–41, 2015.

ANEEL. **Sistema de Informações de Geração da Aneel (Siga)**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibjIjYjQ0OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYjYtNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ATHAYDE, S. *et al.* Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in the Amazon. **Energy Policy**, v. 132, n. October 2018, p. 265–271, set. 2019.

BANCO MUNDIAL. **Licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos no Brasil**: uma contribuição para o debate. Relatório síntese, 2008. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/publicacoes-diversas?download=88:licenciamento-ambientalde-empreendimentos-hidreletricos-no-brasil>. Acesso em: 01 mar. 2021.

BAOLIGAO, B. *et al.* Acute impacts of reservoir sediment flushing on fishes in the Yellow River. **Journal of Hydro-Environment Research**, v. 13, p. 26–35, 2016.

BATISTA, B. *et al.* Revisão dos Impactos Ambientais Gerados na Fase de Instalação das Hidrelétricas: uma análise da Sub-Bacia do Alto Juruena. **Biodiversidade**, v. 11, n. 1, p. 69–85, 2012.

BERG, B. L. **Qualitative Research Methods for the Social Sciences**, 4. ed. Boston: Allyn and Bacon, 2001.

BORIONI, R.; GALLARDO, A. L. C. F.; SÁNCHEZ, L. E. Advancing scoping practice in environmental impact assessment: an examination of the Brazilian federal system. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 35, n. 3, p. 1–14, 17 jan. 2017.

BRAGAGNOLO, C. *et al.* Streamlining or sidestepping? Political pressure to revise environmental licensing and EIA in Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 65, n. November 2016, p. 86–90, jul. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Lei 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 União**, 02 de set. 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, 17 fev. 1986.

CASTRO-DIAZ, L.; LOPEZ, M. C.; MORAN, E. Gender-Differentiated Impacts of the Belo Monte Hydroelectric Dam on Downstream Fishers in the Brazilian Amazon. **Human Ecology**, v. 46, n. 3, p. 411–422, 2018.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of Qualitative Research**: techniques and procedures for developing grounded theory. 3. ed. Califórnia: Sage Publications, 2008.

ELORANTA, A. P. *et al.* Hydropower impacts on reservoir fish populations are modified by environmental variation. **Science of the Total Environment**, v. 618, p. 313–322, 2018.

ESPA, P. *et al.* Tackling reservoir siltation by controlled sediment flushing: impact on downstream fauna and related management issues. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. 1–26, 2019.

EZCURRA, E. *et al.* A natural experiment reveals the impact of hydroelectric dams on the estuaries of tropical rivers. **Science Advances**, v. 5, n. 3, 2019.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction to Environmental Impact Assessment**. 4. ed. London: Routledge, 2012.

HANNA, P. *et al.* The importance of cultural aspects in impact assessment and project development: reflections from a case study of a hydroelectric dam in Brazil. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 34, n. 4, p. 306–318, 2016.

HUANG, X. *et al.* Cumulative impact of dam constructions on streamflow and sediment regime in lower reaches of the Jinsha River, China. **Journal of Mountain Science**, v. 15, n. 12, p. 2752–2765, 2018.

IAAC. **Policy and guidance**. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/impact-assessment-agency/services/policy-guidance.html>. Acesso em: 03 nov. 2021.

IAIA; IEA – International Association for Impact Assessment and Institute for Environmental Assessment. **Principles of environmental impact assessment best practice**. UK, 1999. Disponível em: <https://www.iaia.org/uploads/pdf/Principles%20of%20IA%2019.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2021.

KRIPPENDORFF, K. **Content Analysis: an introduction to its methodology**. 2. ed. Califórnia: Sage Publications, 2004.

LIQUETE, C. *et al.* Current Status and Future Prospects for the Assessment of Marine and Coastal Ecosystem Services: a systematic review. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, 2013.

LIU, M. *et al.* Sources and transport of methylmercury in the Yangtze River and the impact of the Three Gorges Dam. **Water Research**, v. 166, p. 115042, 2019.

MATTHEWS, B.; ROSS, L. **Research Methods: a practical guide for the social sciences**. Harlow: Pearson, 2010.

MOHER, D. *et al.* Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: a recomendação Prisma. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335–342, jun. 2015.

NORMANDO, F. T. *et al.* Impact of the Três Marias dam on the reproduction of the forage fish *Astyanax bimaculatus* and *A. fasciatus* from the São Francisco River, downstream from the dam, southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 97, n. 3, p. 309–319, 2014.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Usina hidrelétrica de Belo Monte: percepções dos atores locais quanto aos impactos socioeconômicos e ambientais. **Espacios**, v. 37, n. 12, p. 1–9, 2016.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. Bras. Fisioterapia**. São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, Fev. 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, E. S.; DA CUNHA, A. C.; CUNHA, H. F. A. Hydroelectric power plant in the Amazon and socioeconomic impacts on Fishermen in Ferreira Gomes County – Amapá State. **Ambiente e Sociedade**, v. 20, n. 4, p. 191–207, 2017.

SANTOS, R. E. *et al.* Damming Amazon Rivers: environmental impacts of hydroelectric dams on Brazil's Madeira River according to local fishers' perception. **Ambio**, v. 49, n. 10, p. 1612–1628, 2020.

SHEN, H. *et al.* Impact analysis of karst reservoir construction on the surrounding environment: a case study for the southwest of China. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 11, 2019.

SIERRA-CORREA, P. C.; CANTERA KINTZ, J. R. Ecosystem-based adaptation for improving coastal planning for sea-level rise: a systematic review for mangrove coasts. **Marine Policy**, v. 51, p. 385–393, 2015.

TAJZIEHCHI, S. *et al.* Quantification of social impacts of large hydropower dams – a case study of alborz dam in mazandaran province, northern Iran. **International Journal of Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 377–382, 2013.

TALAMINI, E. *et al.* Tendências e perspectivas do Novo Paradigma Ecológico: uma revisão sistemática da produção científica. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 3, p. 84–99, 2017.

TALLMAN, P. S. *et al.* Ecosyndemics: the potential synergistic health impacts of highways and dams in the Amazon. **Social Science and Medicine**, n. May, p. 113037, 2020.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética Brasileira: uma prospectiva. **Novos Estudos Cebrap**, n. 79, p. 47–69, 2007.

VERONEZ, F.; MONTAÑO, M. Análise da qualidade dos estudos de impacto ambiental no estado do Espírito Santo (2007-2013). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, p. 6–21, 2017.

VON SPERLING, E. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, v. 18, p. 110–118, 2012.

WANG, X. *et al.* Assessing impacts of a dam construction on benthic macroinvertebrate communities in a mountain stream. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 22, n. 1, p. 103–110, 2013.

YIN, R. K. **Case Study Research: design and methods**. 4. ed. Los Angeles: Sage Publications, 2009.

ZHANG, D.; HAN, D.; SONG, X. Impacts of the sanmenxia dam on the interaction between surface water and groundwater in the Lower Weihe River of Yellow River Watershed. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 6, 2020.