

## ***Estudo da avaliação de impacto ambiental como instrumento analítico nas práticas de perícia judicial ambiental***

O presente estudo objetiva o emprego de metodologia de análise dos impactos ambientais em cenário de práticas de uso e manejo do rio Paraíba, onde se localizam dois aproveitamentos hidrelétricos denominados Pequenas Centrais Hidrelétrica (PCH) Monte Serrat e Bonfante e uma área licenciada para extração de areia do leito do referido rio. O estudo auxiliou as investigações forenses sobre os impactos ambientais ocasionados pelos aproveitamentos hidrelétricos, após 12 anos de construção e operação, sobre a poligonal de extração de areia. Para tanto, utilizou-se da literatura especializada e levantamento de dados em campo, a partir das vistorias que percorreram o entorno das áreas das PCH e a poligonal licenciada de extração de areia, coletando subsídios para melhor tecer as observações qualificadas dos impactos ambientais incidentes. Para a caracterização do diagnóstico ambiental utilizou-se de métodos e ferramentas de análise em AIA, adotando-se o denominado 'checklist', ou da listagem de controle associado ao 'ad hoc', que consistiu na identificação dos principais impactos ambientais que incidem sobre o trecho estudado. A análise e a classificação dos impactos ambientais integrados listados foram seguidas de uma valoração qualitativa e interpretativa desses impactos. Observou-se que, o emprego da AIA do estudo dos impactos ambientais representa um instrumento técnico de análise eficiente e eficaz no levantamento das evidências de impacto ambiental causado pelas atividades das PCH Monte Serrat e Bonfante no recurso hídrico, quanto à diminuição de carreamento de sedimentos a jusante desses que impactaram as atividades econômicas da Empresa estudada.

**Palavras-chave:** Ação judicial; Análise; Impacto ambiental; Perícia.

## ***Study of environmental impact assessment as an analytical instrument in environmental forensic practices***

This study aims to use a methodology for analyzing environmental impacts in a scenario of practices of use and management of the Paraíba River, where two hydroelectric uses called Small Hydroelectric Plants (SHP) Monte Serrat and Bonfante are located and an area licensed for the extraction of sand from the bed of said river. The study assisted forensic investigations into the environmental impacts caused by hydroelectric uses, after 12 years of construction and operation, on the polygon of sand extraction. For this purpose, we used specialized literature and field data collection, from the surveys that went around the Areas of The SHP and the polygonal licensed sand extraction, collecting subsidies to better weave the qualified observations of the environmental impacts incident. For the characterization of the environmental diagnosis, we used methods and tools of analysis in AIA, adopting the so-called 'checklist', or the control list associated with the 'ad hoc', which consisted in the identification of the main environmental impacts that affect the studied stretch. The analysis and classification of the integrated environmental impacts listed were followed by a qualitative and interpretative evaluation of these impacts. It was observed that the use of the EIA in the study of environmental impacts represents a technical instrument of efficient and effective analysis in the survey of evidence of environmental impact caused by the activities of the SHP Monte Serrat and Bonfante in the water resource, regarding the reduction of transport of sediments downstream of these that impacted the economic activities of the company studied.

**Keywords:** Legal action; Analysis; Environmental Impact; Expertise.

Topic: **Legislação e Direito Ambiental**

Received: **05/06/2021**

Approved: **28/06/2021**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Cátia Araujo Farias**   
Centro Universitário Serra dos Órgãos, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7118826005431208>  
<http://orcid.org/0000-0002-7319-848X>  
[farias.catia@gmail.com](mailto:farias.catia@gmail.com)

**Celso Maran de Oliveira**   
Universidade Federal de São Carlos, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9911833172043700>  
<http://orcid.org/0000-0002-6442-3614>  
[celmaran@gmail.com](mailto:celmaran@gmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0059

### **Referencing this:**

FARIAS, C. A.; OLIVEIRA, C. M.. Estudo da avaliação de impacto ambiental como instrumento analítico nas práticas de perícia judicial ambiental. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.6, p.720-738, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0059>

## INTRODUÇÃO

O estudo dos impactos ambientais, na perspectiva de auxílio como instrumento técnico eficiente e eficaz para a investigação forense no campo das Ciências Ambientais possibilita o levantamento de evidências sobre as atividades antropogênicas que, de alguma forma, causaram ou possam causar danos ambientais e, sua análise, considerando as particularidades de ações processuais ajuizadas, deve ser de tal envergadura que favoreça a elucidação dos fatos, em atendimento ao acervo normativo ambiental brasileiro.

Esses estudos ambientais, de grande relevância do patrimônio ambiental, foram incorporados à legislação brasileira a partir da Política Nacional do Meio Ambiente, e sua consolidação efetiva ocorreu a partir da Constituição Federal de 1988, oportunizando, no Direito Ambiental brasileiro a fundamentação da salvaguarda dos direitos e deveres constitucionais relacionados à proteção do meio ambiente (BRASIL, 1988). Tais direitos e deveres, fundamentais à pessoa humana, estão descritos na Constituição ambientalista (DAIBERT, 2008; OLIVEIRA et al., 2015a), e pode utilizar-se do estudo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para salvaguarda desses direitos e deveres, como se observa nos licenciamentos ambientais (REZENDE, 2007; FARIAS, 2011; OLIVEIRA et al., 2015b).

Conforme análise de Queiroz (1990), a inserção do direito ao meio ambiente no capítulo da ordem social da Constituição (BRASIL, 1988), confere-lhe uma relevância dimensional, cabendo ao Estado suprir toda e qualquer ação que garanta sua operacionalização, tendo em vista que tal direito cumpre uma função primordial, a social. Além disso, em outros pontos do texto constitucional, encontram-se normas que garantem elementos que fundamentam tais deveres (OLIVEIRA et al., 2017).

No artigo 225 (BRASIL, 1988) é perceptível o conjunto de três normas que expressam os deveres, obrigações e responsabilidades quanto à proteção ambiental (CANOTILHO et al., 2012). A primeira, que se trata das “normas-princípio”, presente em seu *caput* (BRASIL, 1988), traz o direito ao meio ambiente pertence a todas as pessoas indistintamente, sendo, portanto, de titularidade transindividual (REICHARDT et al., 2019), essencial para uma sadia qualidade de vida (LEITE, 2003), seja para a presente e mesmo para as futuras gerações (SILVA, 2004). A segunda norma trata das “normas-regra”, que são os instrumentos de garantia e efetividade do direito enunciado no *caput* do artigo 225, capazes de dar concretude às “normas-princípio” e, por conseguinte, o dever de defender e proteger o meio ambiente que é do Poder Público, e de toda a coletividade (SARLET, 2015). Já a terceira norma refere-se às “determinações particulares”, que são as que versam sobre pontos específicos, como as relacionadas aos biomas e seus processos ecológicos, indicativo da relevância da preservação da diversidade e integridade dos patrimônios genéticos de tais biomas (DAIBERT, 2008).

Os desdobramentos dessas normas consolidaram outros mecanismos normativos brasileiros, os quais buscam a regularização do uso adequado do meio ambiente, frente à necessidade de crescimento econômico que garanta o uso racional dos recursos naturais e que promova o desenvolvimento econômico com base na sustentabilidade. Neste aspecto, tem-se a PNMA, instituindo os princípios de formulação e aplicação de ações, objetivando a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à

vida, de maneira a assegurar as condições necessárias ao desenvolvimento socioeconômico, bem como aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981). Com a PNMA instituiu-se a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e o Licenciamento Ambiental (LA) como instrumentos de sua atuação efetiva sobre as ações antropogênicas causadoras de impacto ambiental (BRASIL, 1981); sendo a AIA considerada, por Sánchez (2020), como instrumento nacional de prevenção de problemas ambientais.

A aplicação das técnicas relacionadas ao estudo de AIA em vistorias oficiais e extraoficiais relacionadas a danos ambientais, ocasionados por ações antropogênicas que geram demandas processuais civis de diferentes matizes, assim como em inquéritos administrativos, vai ao encontro dos procedimentos praticados com o ordenamento jurídico brasileiro, de maneira que sua aplicabilidade segue requisitos legais para conhecer como os bens ou recursos ambientais estão sendo afetados.

A eficiência e eficácia como análise e a avaliação de impactos socioeconômicos e ambientais que possam promover o desenvolvimento sustentável tem sido observada em estudos desenvolvidos pelas Instituições de ensino, pesquisa e extensão; pelas entidades de classe e órgãos do Poder Público, para assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório das gestões administrativas regionais e locais, de maneira a promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos, promovendo ações que garantam a produtividade, dentro da capacidade dos sistemas naturais, assim como dos processos ecológicos que mantêm suas funções, conforme orienta a Associação Internacional de Avaliação de Impactos (IAIA).

Neste diapasão, a AIA também pode auxiliar as decisões judiciais no que concerne ao Direito Ambiental como técnica de análise, de maneira a contribuir nos laudos periciais quanto ao levantamento de evidências relacionadas às infrações e crimes ambientais sujeitos a reparação. Além disso, pode igualmente auxiliar a Promotoria Ambiental de Justiça a antecipar, evitar ou minimizar os efeitos negativos relevantes nos meios biofísicos e sociais que são denunciados, de maneira a contribuir com medidas corretivas ou compensatórias nos documentos jurídicos pronunciados como os Termo de Ajustamento de Conduta, dentro de Inquéritos Civis Ambientais.

No Brasil, as ações judiciais que envolvem questões relacionadas aos impactos ambientais negativos decorrentes de atividades antrópicas têm sido recorrentes, apesar do extenso ordenamento jurídico ambiental. Alguns desses impactos ambientais decorrem de efeitos naturais advindos de períodos de recorrências pluviométrica elevadas, como ocorrido em 2011, na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, que vem gerando ações judiciais com desafios de práticas judiciais assistidas, pela necessidade urgente de implementação de medidas socioambientais específicas, tendo em vista os desdobramentos dos impactos ambientais negativos suportados em decorrência da falta de planejamento urbanístico ordenado, cujos processos físicos, bióticos e antrópicos dimensionam riscos naturais e sociais sistêmicos, exigindo maior critério para o uso e ocupação territorial (BRASIL, 2003; BRASIL, 2007b). Alguns estudos vêm demonstrando que o tratamento ao meio ambiente não distingue qual o meio, se rural ou urbano, conforme a Constituição (BRASIL, 1988) e Código Florestal (BRASIL, 2012).

A necessidade de resolução dos conflitos socioambientais, estabelecidos por conta de interesses

difusos de natureza socioeconômica que envolvem os direitos e deveres preconizados na Constituição brasileira, requer o levantamento de dados (prova material da demanda judiciada) sejam estes locais ou regionais que possam construir cenários de análises de impacto ambiental que demonstrem as evidências envolvidas, de maneira a inferir modelos mais aptos de garantia de prevenção de acidentes associados às atividades antropogênicas e venham favorecer a implementação de programas de prevenção e gerenciamento de riscos ambientais (BRASIL, 2007b).

É premente a necessidade de estudo dos impactos ambientais mais efetivos e eficazes no cenário ambiental relacionado a barragens hidrelétricas, mesmo para aquelas que sejam classificadas como pequenas centrais hidrelétricas (PCH), foco desse estudo. Conforme Rezende (2007), no Brasil, as PCHs necessitam ser reavaliadas quanto aos impactos ambientais que causam ao meio ambiente e seus efeitos socioambientais. Esta necessidade já vem sendo observada na prática judiciária, tendo em vista o surgimento de ações judiciais com o propósito de promover indenizações relacionadas aos danos materiais causados por tais aproveitamentos hidrelétricos. Assim, absorver a metodologia de AIA nas práticas de perícias ambientais que envolvem demanda de danos ambientais relacionados também aos recursos hídricos, como tais aproveitamentos denominados PCHs que, desde 1997 vem sendo disseminados no país após autorização administrativa por meio de licenciamentos ambientais, conferindo uma participação desses empreendimentos em cerca de 3,5% da capacidade instalada do sistema interligado nacional de energia elétrica no país. Então, o presente estudo objetiva a análise dos impactos ambientais integrados em um cenário de práticas de uso e manejo do rio Paraibuna para aproveitamento hidrelétrico e extração de areia, em trecho de divisa federativa entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro.

## REVISÃO TEÓRICA

### As pequenas centrais hidrelétricas e o licenciamento ambiental

Segundo a Resolução da ANEEL nº 652, que estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de PCH, conceitua PCH como usina de captação de energia hidráulica, transformando-a em energia elétrica, com potência instalada superior a 1 MW (Megawatts) e igual e inferior a 30 MW, (entre 1MW a 30MW), com reservatório de 300 ha (3 km<sup>2</sup>) e c/cond.  $\text{área} = 14,3 \times P \text{ (MW)}/\text{queda bruta (m)}$ , área essa delimitada pela cota d'água associada a vazão de cheia do rio, considerando um tempo de recorrência de 100 anos (BRASIL, 2003). Dessa conceituação deriva o *status* “pequena”, que, embora com a capacidade instalada de menos de 30 MW, quando comparadas às Usinas Hidrelétricas (UHE), também ocasionam impactos ambientais significativos (BORGES et al., 2009; LATINI et al., 2016; TOMAZONI et al., 2019).

A regulamentação dos critérios e procedimentos para os empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, no geral, encontra-se no âmbito das atribuições da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), com apoio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sendo o MME o responsável pelos estudos de demandas e potenciais energéticos, entre outros. Para tanto,

consideram como definição desses procedimentos, critérios técnicos e legais, relacionados à engenharia de aproveitamento hidráulico, os impactos ambientais e as normas para licenciamento ambiental, definidas pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA); as normas de outorga de uso dos recursos hídricos, definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos e pela Agência Nacional de Águas (ANA), vinculadas ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), que tem o compromisso de promover a adoção de princípios e estratégias para o uso sustentável dos recursos naturais, entre outros.

Na elaboração do Projeto Básico de Engenharia de uma PCH, (Figura 1), destacam-se os estudos que norteiam os documentos para o licenciamento ambiental. Os requisitos básicos necessários, portanto, para a aprovação final do empreendimento de geração de energia hidrelétrica para as PCH, conforme normas jurídicas ambientais aplicáveis para licenciamento ambiental e para a declaração de reserva de disponibilidade hídrica e outorga de uso dos recursos hídricos são: a) inventário hidrelétrico; b) projeto básico aprovado; c) licenciamento Ambiental; d) declaração da Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH); e) outorga de uso da água.

O Estudo de Inventário Hidroelétrico (EIH) representa uma das fases iniciais do processo de Planejamento da Expansão da Geração. Assim sendo, apresenta um caráter estratégico, tendo em vista que ainda não foi comprometido o recurso hídrico com a implantação do empreendimento hidroelétrico, ou central hidrelétrica. Por ser estratégico, deve apresentar o levantamento de todas as alternativas de divisão de quedas da bacia, de maneira a possibilitar a seleção da que se apresenta como melhor eficiência do ponto de vista energético e, também, do ponto de vista socioambiental.

Com a portaria MME 372/2009 (BRASIL, 2009) tem-se a determinação específica para a realização dos inventários hidrelétricos (e eventuais revisões) segundo os critérios, procedimentos e instruções estabelecidos no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, publicado em 2007, salientando que a observância do Manual é condição necessária para aprovação dos estudos de inventário. O EIH consiste, portanto, em reunir informações que revelem a quantificação dos aspectos energéticos do empreendimento, bem como os procedimentos de minimização de impactos ambientais, por meio da Avaliação Ambiental Integrada (AAI), considerando o princípio do desenvolvimento sustentável, compatibilizados com o diagnóstico socioambiental e o uso múltiplo dos recursos hídricos (BRASIL, 2020).

O EIH deve abranger toda a extensão do recurso hídrico, desde de sua nascente, localizada no estado de Minas Gerais, à foz, no afluente Rio Paraíba do Sul já no estado do Rio de Janeiro.

Os documentos EIH e AAI são importantes porque analisam a bacia hidrográfica sob diferentes objetivos que se complementam para a avaliação do aproveitamento hidrelétrico. Nos EIH o objetivo tratado é para a comparação e seleção da melhor alternativa de aproveitamento do potencial hidroelétrico da bacia, enquanto que na AAI busca-se avaliar as condições de suporte dos meios natural (físico e bióticos) e antrópico, do ponto de vista de sua capacidade para receber o conjunto dos aproveitamentos hidroelétricos.

Por meio da AAI, no EIH, têm-se o diagnóstico socioambiental e potenciais conflitos, cuja finalidade é obter um panorama geral da bacia, de modo a permitir a identificação e espacialização dos elementos socioambientais que mais se destacam na situação atual, bem como suas tendências evolutivas. Os conflitos

existentes e potenciais são indicados no sentido de avaliar se agravariam com a implantação do empreendimento hidroelétrico, bem como os conflitos ou sinergias com políticas, planos e programas já previstos para a região. A partir desses estudos faz-se necessário a indicação das diretrizes e recomendações a serem implantadas (BRASIL, 2007a).

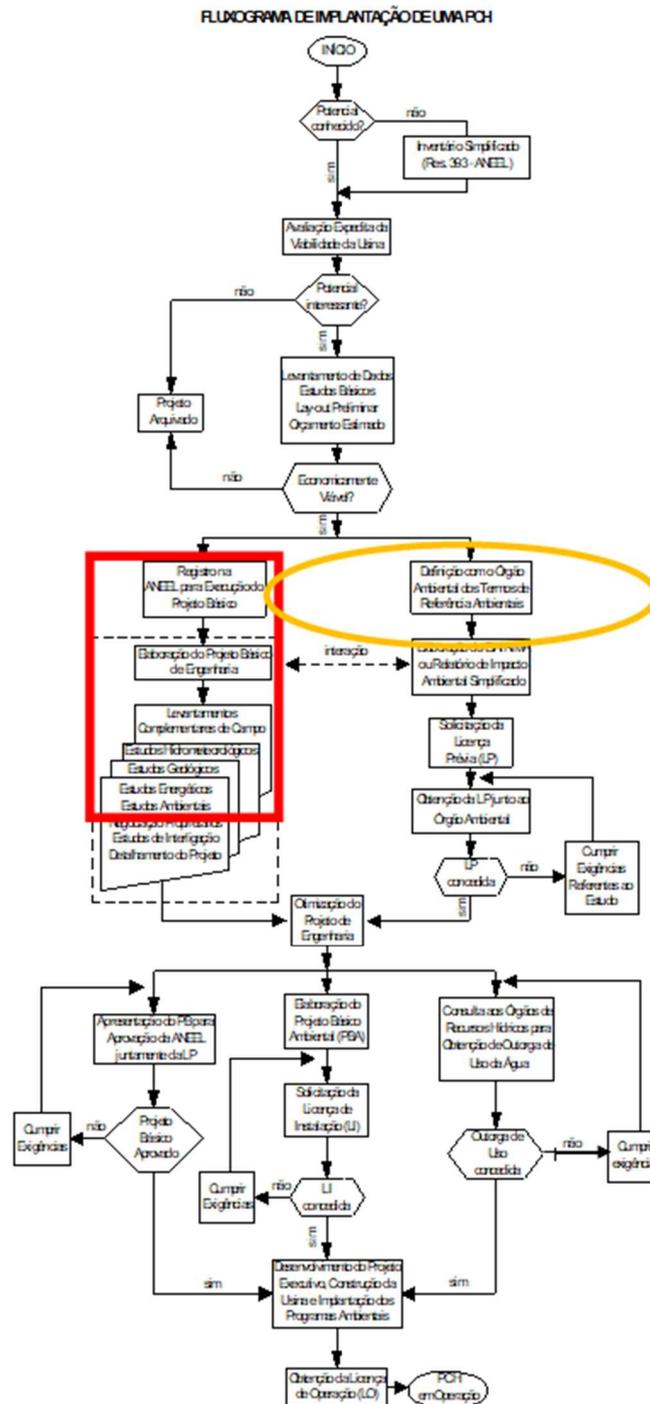


Figura 1: Fluxograma das etapas de implantação de uma PCH.

O AAI deve seguir as etapas de Diagnóstico Socioambiental e Potenciais Conflitos, e Avaliação Ambiental Distribuída (BRASIL, 2007a). Assim, para que o Estudo Final do Inventário Hidroelétrico da bacia hidrográfica seja protocolado, o mesmo deve conter, portanto, a descrição do potencial energético da bacia; o esquema proposto para sua utilização; a caracterização dos aproveitamentos; as questões socioambientais

mais relevantes associadas aos aproveitamentos; os principais pontos destacados na AAI, bem como as diretrizes e recomendações socioambientais na implementação dos aproveitamentos para o desenvolvimento dos estudos de viabilidade e no processo de licenciamento.

A documentação necessária para o licenciamento ambiental, ou seja, para a implantação/operação e manutenção das PCH segue o ordenamento jurídico ambiental brasileiro. Neste aspecto, as normas ambientais representam os desdobramentos legais norteadores para tal atendimento, considerados de obrigação de relevante interesse ambiental, e seu descumprimento configura crime ambiental contra a administração ambiental (BRASIL, 1998).

Assim, é de se esperar que na construção desses documentos, a AIA seja apresentada tal como se define, uma ferramenta de gestão ambiental e, assim sendo, deve apresentar a descrição dos impactos ambientais positivos e negativos, bem como as medidas potencializadoras e mitigadoras na apresentação de tais impactos, respectivamente. Dessa forma, a partir das medidas mitigadoras pode-se diminuir ou evitar um determinado impacto ambiental negativo, ou aumentar um determinado impacto positivo com as medidas potencializadoras. Contudo, mediante a impactos ambientais impossíveis de serem evitados, há a necessidade de se propor medidas compensatórias.

Embora tais estudos sejam exigências legais para obtenção das licenças ambientais para que os aproveitamentos hidrelétricos possam operar em dada bacia hidrográfica, as aplicações de certas medidas equacionadas para garantir a gestão ambiental quase sempre não são atendidas em sua totalidade, sobretudo, quanto aos impactos ambientais relacionados ao represamento das águas nos reservatórios. Tal situação vem sendo observada nas circunscrições judiciárias dos municípios que se encontram inseridos em áreas direta e indiretamente afetadas pelas barragens hidrelétricas.

O emprego da técnica de AIA favorece a busca de alternativas corretivas que venham reduzir os impactos ambientais negativos, ou formular medidas mitigadoras que possibilite a redução da magnitude e da importância desses impactos no meio ambiente (SÁNCHEZ, 2020). O uso da técnica em trabalhos periciais ambientais, solicitados pela ação judiciária pela violação da legislação ambiental, oportuniza aos profissionais assistentes técnicos forenses a desenvolverem suas habilidades e atitudes no esclarecimento de tais demandas judiciais e/ou consultiva nos estudos relacionados aos impactos ambientais dos compartimentos solo-água-vegetação (MACORIN et al., 2011). Com tal possibilidade de instrumentalização técnica, espera-se integrar práticas inovadoras e assertivas na elucidação de questões ambientais que se tornam prova material em processos judiciais e extrajudiciais a partir da elaboração dos laudos periciais ou consultivos esclarecedores das ocorrências diligenciadas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Localização**

O estudo de análise de impacto ambiental foi realizado no trecho do rio Paraibuna, entre as divisas dos municípios de Simão Pereira (Minas Gerais-MG), Santana do Deserto (Minas Gerais-MG) com

Comendador Levy Gasparian (Rio de Janeiro-RJ), no trecho em que se localizam as Pequenas Centrais Hidrelétrica (PCH) Monte Serrat e Bonfante, pertencente a Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul (INEA, 2013).

Conforme INEA (2013), o rio Paraibuna possui sua nascente localizada na Serra da Mantiqueira, no município de Antônio Carlos, Minas Gerais. Em seu trecho final, correspondente à divisa entre os Estados Federativos de Minas Gerais e do Rio de Janeiro possui extensão de 44 km. Da sua nascente até a foz no Paraíba do Sul apresenta uma extensão da ordem de 170 km em declividade variada, sendo o maior contribuinte em volume de água para o Rio Paraíba do Sul. Conhecido como Rio Paraibuna “Mineiro”, apresenta as seguintes características: área de drenagem: 8.558 km<sup>2</sup>; vazão com 95% de permanência no tempo (Q95%): 62,83 m<sup>3</sup>/s; vazão específica com 95% de permanência no tempo (q95%): 7,34 L/s.km<sup>2</sup>; vazão média de longo termo (QMLT): 162,40 m<sup>3</sup>/s; vazão específica média de longo termo (QMLT): 18,98 L/s.km<sup>2</sup>. Ressalta-se que, em decorrência do desenvolvimento socioeconômico, na região da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, vem ocorrendo a degradação da qualidade de suas águas e redução de sua disponibilidade hídrica, conforme indicado no Plano Municipal de Saneamento Básico (2014) do município Comendador Levy Gasparian-RJ (GIANSANTE, 2014).

### **Da metodologia e critérios de diagnose para a análise dos impactos ambientais**

O presente estudo fundamenta-se nos conceitos e principais normas jurídicas que norteiam os procedimentos de estabelecimento das PCH, relacionadas aos fatores ambientais e, conseqüentemente, de licenciamento ambiental e de outorga de uso dos recursos hídricos. Além desses, ressalta-se o uso da metodologia de avaliação/análise ambiental integrada (AAI) sobre os impactos ambientais sinérgicos e cumulativos decorrentes das atividades em conjunto das PCH situadas no trecho do Rio Paraibuna, a fim de apresentar, pontuar e classificar os processos críticos relacionados e suas conseqüências, ou seja, os impactos ambientais significativos na atividade econômica de dada Empresa de extração de areia.

Para o desenvolvimento dos trabalhos, utilizou-se de levantamento de dados em campo, a partir das vistorias que percorreram o entorno das áreas das PCH e a poligonal de extração da Empresa Rio Negro, coletando subsídios para melhor tecer as observações qualificadas dos impactos ambientais incidentes de que se trata este documento.

A caracterização do diagnóstico ambiental quanto ao levantamento dos impactos deu-se por meio de métodos e ferramentas de análise em AIA (SÁNCHEZ, 2020), considerando a combinação de importância dos impactos em relação a demanda. Em decorrência da disponibilidade de dados e informações coletados sobre o estudo e, considerando o objetivo pretendido no presente parecer, adotou-se o método denominado “checklist”, ou da listagem de controle associado ao “ad hoc”, que consistiu na identificação dos principais impactos ambientais que incidem sobre o trecho estudado, onde foram observados e registrados por diagnose ambiental.

A análise e a classificação dos impactos ambientais integrados listados foram seguidas de uma valoração qualitativa e interpretativa desses impactos (SÁNCHEZ, 2020). Esta interpretação foi feita para os

meios físico e antrópico, uma vez que tais impactos incidiram sobre a atividade econômica da Empresa estudada, reverberando na sua perda de insumos (matéria-prima) e de geração de renda (trabalho e capital). A avaliação qualitativa deu-se, portanto, pela classificação em impacto ambiental: intermitente (I); contínuo (C); permanente (P); local (L); regional (R), de acordo com o critério de tipo, tempo e espaço (abrangência).

Dessa forma, o estudo procedeu-se a partir da análise na área de influência das PCH no *continuum* do recurso hídrico referente ao trecho analisado, para detecção das possíveis alterações em seus meios (físico e antrópico) que repercutiram sobre as atividades operacionais da Empresa estudada.

As áreas avaliadas/analizadas sobre os impactos ambientais de um empreendimento abrangem a extensão geográfica a ser direta e indiretamente afetadas por esses impactos, considerando as fases de construção, instalação, ampliação e operação de atividades do empreendimento (BRASIL, 1986), no caso em questão, das PCH para o trecho mencionado do Rio Paraibuna. Pela Resolução, tais áreas de influência estão divididas em três níveis: área Diretamente Afetada (ADA) - corresponde à área ocupada pela PCH, ou seja, que sofre a ação direta dessa intervenção (implantação das estruturas construtivas e auxiliares, dentre outras); área de Influência Direta (AID) - corresponde à área que sofre diretamente os impactos diretos da PCH; e área de Influência Indireta (AII) - corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos da PCH.

Tanto a AID e AII são áreas situadas no entorno da ADA, que recebem as consequências ambientais da construção, instalação, ampliação e operação da PCH. São as que os impactos ambientais poderão se manifestar direta ou indiretamente, com maior ou menor significância. Assim, até onde se fazem sentir tais consequências, tem-se a delimitação da área de influência para fins de avaliação de impacto ambiental.

Ressalta-se que as extensões geográficas dessas áreas são referenciais estratégicos para a análise de diagnose ambiental e monitoramento, identificando os impactos potenciais no tempo e na espacialidade, de maneira a relacionar as proposituras mitigadoras/compensatórias mais eficazes para os impactos ambientais observados. No presente estudo, analisou-se os impactos ambientais correspondentes às áreas AID em relação às PCH Monte Serrat e Bonfante, considerando os impactos ambientais no *continuum* do recurso hídrico.

## **Dos Procedimentos Técnicos**

Para os trabalhos de visória (*in situ*), buscou-se realizar o levantamento da documentação fotográfica da área de influência direta das PCH sobre a área de concessão de extração de areia da Empresa estudada junto ao INEA. Para tanto, utilizou-se de câmera fotográfica de celular, modelo *Smartphone*, com câmera de 16MP e caderneta de campo para anotação de dados relevantes inerentes a área do estudo. Além disso, procurou-se empregar os recursos de mapeamento a partir da base de dados, desde 2013, do Google Earth (2020), bem como o acervo fotográfico da empresa detentora de licença ambiental para extração de areia, desde sua fundação e documentos disponibilizados pela ANEEL em site oficial (ANEEL, 2020). Realizou-se ainda, o levantamento dos dados apresentados no processo judicial, bem como os relacionados aos órgãos administrativos estaduais e federais indicados e referências bibliográficas para embasamento e análises do

diagnóstico.

## RESULTADOS

### Dos impactos ambientais ocasionados pelas PCH no trecho do rio Paraibuna

As PCHs Monte Serrat e Bonfante estão localizadas no Rio Paraibuna, no município de Comendador Levy Gasparian-RJ, e apresentam uma capacidade de geração de energia de 25 MW e de 19 MW, respectivamente. Segundo a ABRAPCH (2020), as operações das PCH iniciaram, para Monte Serrat, em 17 de fevereiro de 2009 e, em 02 de agosto de 2008, para Bonfante. A análise de impactos ambientais correspondeu a uma constatação de impactos potenciais relacionados aos projetos de engenharia das PCH na bacia do Rio Paraibuna, localizados de maneira consecutiva no trecho do rio estudado, quando da fase de operação.

Para a implantação de uma PCH, faz-se necessário a elaboração do EIA/RIMA, conforme em destaque na Figura 1, ou mesmo outro documento como o Relatório Ambiental Simplificado (INEA, 2020). Dessa forma, observou-se que a necessidade de desenvolvimento de estudos de impacto ambiental demonstra a importância dessa avaliação, conforme elencado no documento Inventário Hidrelétrico (ANEEL, 2020), de maneira a detectar a possibilidade de haver problemas ambientais que necessitem de medidas mitigadoras, bem como de um plano de monitoramento para o manejo adequado das áreas de influência direta e indireta do empreendimento PCH.

Tais áreas são diferenciadas quanto a abrangência com a qual cada impacto decorrente do empreendimento interage com o meio ambiente. Assim, as diretamente afetadas estão relacionadas aos meios: físico, biótico e socioeconômico. Quanto às de influência indireta são as áreas potencialmente afetadas pelos impactos diretos pela implantação e operação do empreendimento PCH, considerando os ecossistemas e os processos socioeconômicos locais que podem ser impactados pelas alterações ocorridas na área de influência direta. Portanto, os impactos ambientais são levantados considerando os meios físicos, bióticos e antrópicos da região de entorno.

No meio físico, a área diretamente afetada, ou de influência direta (AID), corresponde a região imediatamente após a ADA; área está sujeita aos impactos diretos da PCH e seu raio de abrangência, no geral, compreende além do reservatório, uma faixa que pode variar de 1 Km a 7 Km, dependente das características físicas, biológicas e socioeconômicas dos ecossistemas do campo e das características das atividades da PCH.

Já a área de influência indireta (AII), corresponde a área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos das atividades da PCH, abrangendo os ecossistemas e os meios físico e socioeconômico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta, assim como áreas susceptíveis de serem impactadas por possíveis acidentes na atividade (BRASIL, 1986). Neste aspecto, compreende a bacia contribuinte de drenagem do rio, levando em conta todos os seus afluentes (sub-bacias =  $100 \text{ km}^2 < \text{área} < 700 \text{ km}^2$  e microbacia =  $< 100 \text{ km}^2$ ) (FAUSTINO, 1996), bem como uma porção a montante e a jusante da área do reservatório.

No trecho do Rio Paraibuna, compreendido pelas duas PCH: Monte Serrat e Bonfante, cabe uma

análise sistêmica que leve em consideração métricas diferenciadas e os efeitos cumulativos e sinérgicos, tendo em vista as possíveis alterações no regime das vazões e, conseqüentemente, térmico; de retenção de nutrientes e de sedimentos, além de alterações no fluxo de água/sedimento e fragmentação de *habitats*, considerados efeitos de primeira ordem e, efeitos de segunda ordem (resultantes dos de primeira ordem), ocasionando alterações na produtividade primária e alterações nas características do canal a jusante sobre arranjos estruturais. Tais impactos requerem períodos longos para que o sistema alcance o equilíbrio dinâmico novamente, ainda mais quando as interferências são em efeito cumulativos, ocasionados por múltiplos empreendimentos hidrelétricos na mesma bacia hidrográfica, seja qual a capacidade instalada.

Conforme Pimentel (2004), a ordem de impactos ambientais ocasionados pelo barramento dos rios segue uma seqüência em que se predominam os meios físicos e biótico, diretamente e, antrópico, indiretamente, considerando a cadeia alimentar. Neste sentido, considerando o estudo proposto, tem-se a delimitação das áreas de influência sobre os meios físico, biótico e antrópico, quanto aos impactos de primeira ordem (carga de sedimentos), tomando como ponto de referência dentro da poligonal licenciada de extração de areia a Caixa de Areia 1 (Cx1) e os reservatórios das barragens dos empreendimentos PCH, em um raio de aproximadamente: 8,13 km da Monte Serrat; 5,59 km da Bonfante e 6,88 km da Santa Fé. A poligonal de exploração de areia encontra-se a jusante da PCH Monte Serrat e Bonfante, como demonstrado na Figura 2.

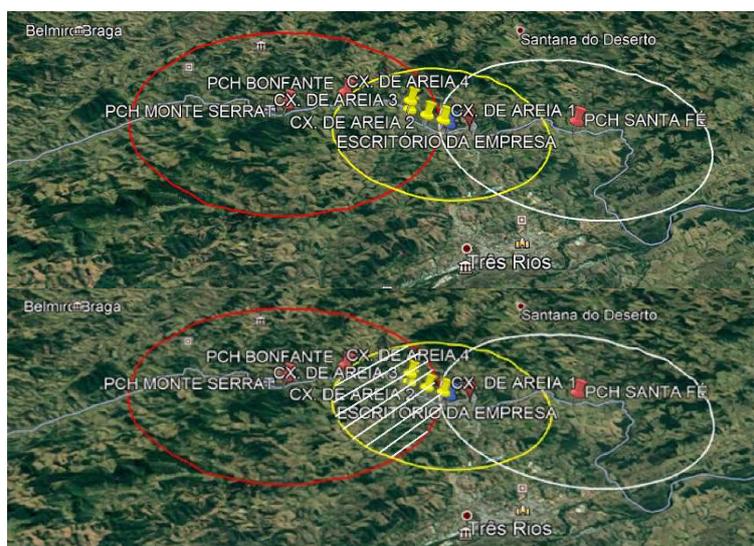


Figura 2: Delimitação das Áreas de Influência. Fonte: Imagens Google Earth (2021).

Em AIA há múltiplos critérios para avaliar a importância dos impactos ambientais que podem ser tratados com a combinação, a ponderação e a análise dos atributos de um impacto (ou de um aspecto) ambiental para os meios físico, biótico e antrópicos.

Na escala temporal, estes correspondem ao tempo de permanência, seja durante ou depois de concluída a construção da PCH, e seu registro pode ser: de impacto **temporário**, quando há a possibilidade da reversão às condições ambientais anteriores à ação imediatamente após a conclusão da ação de execução do projeto; **intermitente**, quando há a possibilidade da reversão às condições ambientais anteriores após a conclusão da ação em intervalos de duração, em decorrência de fatores ambientais; **contínuo**, quando não

há possibilidade da reversão às condições ambientais anteriores, pela continuidade do impacto ambiental após a conclusão da ação que o gerou; e, de **permanente**, quando não há possibilidade da reversão às condições ambientais anteriores após a conclusão da ação que gerou o impacto, podendo assumir caráter definitivo.

O impacto ambiental pode ter uma escala, ou seja, uma abrangência geográfica, definindo-se em **escala local**, quando a abrangência do impacto ambiental se restringir unicamente a área de influência direta onde foi gerada a ação. Em **escala regional**, quando essa ocorrência for mais abrangente, estendendo-se para além dos limites geográficos da área de influência direta do projeto.

Dos impactos ambientais advindos a partir da implantação e operação da PCH, têm-se os relacionados ao projeto executivo, como: tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e localização no *continuum* do rio e, conseqüentemente, aos efeitos no ambiente propriamente dito (meio físico e biótico) e na comunidade (meio socioeconômico). De certo que os impactos ambientais tiveram sua expressão maior quando da época de implantação do empreendimento PCH, todavia, os impactos negativos ocasionados na fase de implantação das obras podem ainda coexistirem com os das atividades operacionais da PCH.

Considerando que os empreendimentos Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH: Monte Serrat, Bonfante) encontram-se no *continuum* do rio Paraibuna, optou-se pela análise dos impactos ambientais de forma integrada, considerando a área de influência hachurada (Figura 2) e seus efeitos cumulativos e sinérgicos sobretudo no regime térmico, de retenção de nutrientes e de sedimentos, além de alterações no fluxo de água/sedimento tendo em vista que se localizam na mesma área hidrográfica, de maneira que seja possível mensurar o impacto ambiental causado na atividade econômica da empresa que detém a licença de exploração de areia no trecho do rio Paraibuna.

Na fase de implantação das PCH é de se esperar um maior número de impactos ambientais, seguida da fase de operação. Já na fase de planejamento, há uma possibilidade de o número de impactos ambientais tornar-se menor, todavia não há nulidade de ocorrência de impactos ambientais.

No Quadro 1, tem-se a análise dos impactos ambientais relevantes ocasionados a jusante e a montante das PCH no *continuum* do rio Paraibuna que contribuem para impactar a área da poligonal de exploração das atividades econômicas da empresa, região considerada diretamente afetada – AID (Figura 2). Neste sentido, observou-se que as barragens sucessivas de represamento da PCH Monte Serrat e Bonfante formam um desnível entre as superfícies livres de água localizada nos lados a montante e a jusante ocasionam represamento, ainda com condução, a formação de lago, o que altera o ecossistema aquático da região, uma vez que esse passa de um ambiente de velocidades e turbulências característicos do caudal do rio, para um ambiente de baixa velocidade e baixa turbulência dos períodos considerados de cheias, ou seja, período da estação chuvosa (impacto intermitente).

**Quadro 1:** Análise integrada dos impactos ambientais.

Meio	Impacto Ambiental	Tipo
Físico	Interferências na descarga de sedimento de arrasto e de leito a jusante devido a presença dos reservatórios	C; P; R

	Diminuição na velocidade de escoamento e transporte de sedimentos no rio devido a presença dos reservatórios	C; P; L
	Ocorrência de agradação, devido ao aumento de deposição de sedimentos na fração silte e argila relacionado à mudança de sistema lótico para lântico a montante dos reservatórios	C; P; L; R
	Intensificação dos processos de assoreamento e modificações nas características físico-químicas e hidrodinâmicas das águas do rio	I; C; R
	Mudança na morfológica da geometria da seção e da declividade do canal pela deposição de sedimentos na fração silte e argila	C; P; L
Biótico	Mudanças hidrológicas a jusante e a montante dos reservatórios	C; P; L
	Diminuição da disponibilidade de oxigênio dissolvido (OD) na água a montante dos reservatórios, afetando a autodepuração de poluentes presentes no rio.	C; P; L
	Aumento da demanda bioquímica de oxigênio, por aporte de matéria orgânica quando das ocorrências chuvosas na bacia hidrográfica do rio a montante dos reservatórios	C; P; L
Antrópico	Alterações em atividades econômicas instaladas anteriormente e dependente do recurso hídrico	C; P; R
	Alterações em atividades tradicionais do uso e manejo da terra na região de entorno dos reservatórios	C; P; R

Legenda: Intermitente (I); Contínuo (C); Permanente (P); Local (L); Regional (R)

Fonte: Adaptado de Sánchez (2020).

As alterações decorrentes dos impactos listados, no Quadro 1, podem ocasionar impactos cumulativos diretos ou indiretos, transformando as condições biogeofísicas, econômicas e sociais da área objeto de estudo. Neste aspecto, tais impactos desencadearam outros indiretos que afetaram inteiramente as atividades econômicas da Empresa estudada, como:

a) Impactos Diretos - Meio Físico: aumento do assoreamento na área de reservatório, em virtude da deposição de silte e argila (Figura 3).

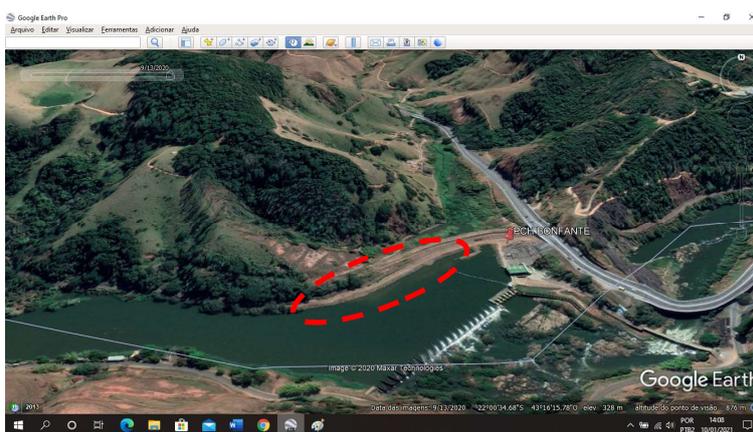


Figura 3: Assoreamento do reservatório.

As imagens sequenciais da área da PCH Monte Serrat, evidenciam o processo de assoreamento no reservatório, a partir de 2013, sendo melhor verificado na imagem de 2019 (GOOGLE EARTH, 2021), como demonstrado na Figura 4.



**Figura 4:** Vista panorâmica a montante da PCH Monte Serrat (destaque para as áreas de assoreamento), em maio/2013, janeiro/2015, maio/2016, abril/2018, julho/2019, respectivamente. **Fonte:** Imagens Google Earth (2021).



**Figura 5:** Vista panorâmica a montante da PCH Bonfante (destaque para as áreas de assoreamento) - Mês de setembro/2020. **Fonte:** Imagens Google Earth (2021).

Na figura 5, tem-se a imagem do reservatório da PCH Bonfante, onde evidencia também o processo de assoreamento (GOOGLE EARTH, 2021). b) Perda significativa de produção (areia) e qualidade na área de exploração licenciada, em decorrência da presença de matéria orgânica e resíduos poluentes no canal de escoamento das águas (Figuras 6 e 7).



**Figura 6:** Volume de areia capturada do rio Paraibuna.



**Figura 7:** Qualidade da areia capturada do rio Paraibuna.

Este impacto ambiental tem ocorrência contínua, de efeito irreversível e de importância relevante por afetar a economia local e regional, devendo ser compensado pelo empreendedor, a partir de programa de compensação ambiental junto à Empresa estudada. Com a diminuição significativa ao longo dos anos na extração de areia, desde a implantação e operação das PCH, surgiram impactos ambientais antrópicos que afetaram a atividade econômica da Empresa.

Os impactos diretos foram: a) diminuição da oferta de e empregos diretos, decorrentes dos postos de trabalho que dependem da captura e da comercialização da areia, sobretudo os profissionais que transportam a areia, os do comércio de materiais de construção em geral, bem como demais profissionais liberais em que seus objetos de práticas do conhecimento se associam aos recursos hídricos; b) diminuição da oferta de areia molhada na fração grossa, média e fina na região diretamente localizada aos depósitos de extração da empresa; c) desaceleração do setor comercial, devido à diminuição da produção e da comercialização de areia molhada na fração grossa, média e fina e, conseqüentemente, de empregos, proporcionando desaquecimento da economia local; d) desaquecimento da economia local, devido à diminuição de empregos relacionados à prática de produção e de comercialização de areia molhada na fração

grossa, média e fina, repercutindo negativamente sobre o desenvolvimento local e regional; e) aumento dos preços de comercialização da areia molhada na fração grossa, média e fina, em decorrência da diminuição da oferta para comercialização; f) depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e da vizinhança situada no entorno da Empresa estudada, pela falta de emprego direto.

E os impactos indiretos: a) diminuição da oferta de empregos indiretos decorrentes dos postos de trabalho que dependem da captura e comercialização da areia molhada na fração grossa, média e fina; b) diminuição da receita dos governos estaduais e, principalmente municipais, em virtude da falta de obtenção da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Então, pelo observado, os impactos causados pela construção de PCH Monte Serrat e Bonfante reverberam diretamente na principal fonte de renda da Empresa estudada e, conseqüentemente, de trabalho local/regional, tendo em vista a diminuição significativa de aporte de areia comercializável. Essa redução está relacionada ao volume e tempo de retenção de sedimentos nos respectivos reservatórios, localizados sequencialmente e a montante da poligonal de extração de areia. Portanto, tal interferência afeta o transporte de sedimentos e, conseqüentemente, diminui a carga de polpa (areia) e sua qualidade para extração na poligonal licenciada, ocasionando perda significativa de retorno econômico relacionado a atividade licenciada.

No caso das PCH Monte Serrat e Bonfante, embora estes impactos sejam considerados na literatura científica, de escala menor, ou seja, em termos de abrangência (local ou regional), não significa que sejam menos importantes e que não necessitam de acompanhamento, uma vez que um conjunto de pequenas hidrelétricas, em uma mesma bacia hidrográfica, pode causar danos significativos comparáveis aos das grandes hidrelétricas.

## **DISCUSSÃO**

Apesar dos benefícios gerados pela construção de barragens para a produção de energia, atendendo à demanda de produção energética no país, embora sejam empreendimentos considerados menores em comparação às hidrelétricas (UHE) existentes, mesmo assim, provocam alterações nos processos hidrodinâmicos, sedimentológicos e morfológicos dos cursos d'água, principalmente, devido à alteração do regime de vazões líquidas dos rios e à retenção de sedimentos a montante do aproveitamento hidrelétrico; e, erosão a jusante do reservatório, em alguns casos. Neste sentido, os documentos produzidos para a liberação ou renovação das licenças ambientais estaduais apresentam programas e monitoramentos que contemplam análises a montante do reservatório, em sua maioria, na tentativa de minimização ou compensação aos impactos ambientais nos meios físicos, biótico e antrópicos.

Apesar da demanda por energia elétrica no Brasil ser atendida em grande parte por UHE, a PCH tem sido adotada como empreendimento alternativo, economicamente viável para essa demanda crescente por energia elétrica. Contudo, faz-se necessário considerar estudos sedimentológicos quanto à previsão, à avaliação a montante e a jusante do reservatório, bem como a análise do assoreamento em reservatórios, ou seja, estudo sedimentométricos, tendo em vista as descargas sólidas dos rios, frequentemente aceleradas

pelo uso e manejo do solo na unidade de gestão dos recursos hídricos (bacia hidrográfica), considerando o aporte de sedimentos ao reservatório que se torna constante e sua retenção a montante da barragem, mesmo as consideradas de Fio d'água. Tal ocorrência é factível que, em 2010, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e a Agência Nacional de Águas (ANA) estabeleceram as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrossedimentométricas e qualidade da água, tanto a montante quanto a jusante da barragem, além de outras providências, a partir da Resolução Conjunta nº 3 (BRASIL, 2010).

No presente estudo, é notório o assoreamento do reservatório da PCH Monte Serrat, conforme as imagens temporais das figuras 3 e 4.

No estudo sobre a evolução dos processos sedimentológicos e morfológicos a jusante de barragens:

As alterações sedimentológicas e morfológicas a jusante de uma barragem geralmente ocorrem devido a dois fatores: a alteração no regime de vazões do curso d'água e a retenção de sedimentos no reservatório, em decorrência do regime de operação do reservatório...

[...] No caso de barragem a fio d'água que apresentam reservatórios com altura suficiente apenas para aumentar a diferença de nível d'água entre a tomada d'água e as turbinas, possuem volume pequeno em relação ao volume afluente, quando comparados aos reservatórios de regularização. (ANDRADE, 2013)

Assim, é de se esperar que, como o tempo de residência da água nesses reservatórios é menor, a velocidade do escoamento seja maior, não ocorra alteração no hidrograma anual do escoamento do rio. Contudo, observando as figuras 3 e 4, têm-se os registros da retenção dos sedimentos nos reservatórios, ocasionando a redução significativa de sedimentos na área a jusante das PCH Monte Serrat e Bonfante, impactando a atividade econômica da Empresa estudada. Dessa forma, tem-se as evidências de que os reservatórios das PCH Serrat e Bonfante, em sequência, ocasionaram os impactos ambientais de efeito sedimentométricos a jusante favorecendo a redução significativa de areia transportada no fundo do leito (carga de fundo) para a poligonal extração de areia (Figuras 6) e, o que se conseguia extrair logo após o início das atividades operacionais das PCH passou a apresentar qualidade inferior aos padrões exigidos para a comercialização (Figura 7). Tal ocorrência está diretamente relacionada à retenção do aporte de sedimentos a montante, ocasionando a redução a jusante, onde a água exportada transporta quantidade reduzida de sedimentos.

Pelo observado, a presença dos reservatórios em sequência, apresenta dinâmica hidrológica prejudicada, uma vez que há uma retenção maior de parte dos sedimentos, no primeiro reservatório e, sequencialmente, no segundo, tornando a taxa de retenção a jusante potencializada, sucessivamente. Tal ocorrência contribui significativamente para a redução de retirada de areia pela Empresa estudada, causando danos econômicos como perda de seus bens utilizados no processo produtivo, de seus direitos e de suas obrigações, em consequência dos impactos direto e indiretos listados no presente estudo.

As observações associadas a esses estudos sugerem que, em relação aos sedimentos, as PCHs Monte Serrat e Bonfante são as que tiveram maior potencial de gerar impactos ambientais a jusante, incidindo sobre

a poligonal de extração da Empresa estudada. Em relação à PCH Santa Fé os impactos ambientais não incidiram sobre a poligonal, diretamente. Neste sentido, faz-se necessário que os responsáveis pelas PCHs apresentem estudos sobre a gestão de sedimentos nos planos e programas de gestão de impactos para a fase de operação dessas, considerando sua relevância ambiental e econômica para a região e, principalmente, para a área de estudo.

## CONCLUSÕES

Na perspectiva de auxílio em investigações forenses, sobretudo, no campo das Ciências Ambientais, o emprego do estudo dos impactos ambientais representa um instrumento técnico de análise eficiente e eficaz no levantamento de evidências sobre as atividades antropogênicas que, de alguma forma, causaram ou causam danos ambientais. A identificação dos impactos ambientais advindo dessas ações antrópicas que chegam a ser ajuizadas requer a análise de profissional habilitado em AIA, para que atue como perito judicial.

A análise sistemática da técnica oportuniza a construção do cenário que ocasionou o dano e que gerou uma ação processual. Dessa forma, o emprego das metodologias de análise em AIA na realização de levantamento de evidências ou mesmo, de prova material sobre os aspectos ambientais cujo objeto de demanda seja um recurso hídrico, pode servir de subsídio para a elaboração de laudos periciais, atendendo ao arcabouço jurídico norteador das ações no meio ambiente, apresentando elementos elucidativos para atender, em juízo, aos interessados a necessidade de esclarecimentos de questões-chaves de alta complexidade, que causam significativos impactos ambientais, como os apresentados no presente estudo, dirimindo controvérsias nas tomadas de decisões, sejam de ordem jurídicas ou administrativas.

## REFERÊNCIAS

ABRAPCH. Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs). **Definição de PCH**. ABRAPCH, 2020.

ALBARELLO, L.. **Guia para a implementação de pequenas centrais hidrelétricas – PCHs**. Monografia (Bacharelado em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos) – Universidade Federal de Santa Maria, Panambi, 2014.

ANDRADE, P. C. C.. **Evolução dos processos sedimentológicos e morfológicos a jusante de barragens de usinas hidrelétricas**. Dissertação (Mestrado em ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Informações técnicas**. Brasília: ANEEL, 2020.

BORGES, R. R.; MEIRA, R. L.. Impactos Socioambientais de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Estudo de Caso PCH-Queluz-SP e Lavrinhas-SP no Rio Paraíba do Sul. **Cadernos UniFOA**, v.4, n.1, p.23-35,2009.  
DOI: [http://doi.org/10.47385/cadunifoa.v4i1%20\(Esp.\).1195](http://doi.org/10.47385/cadunifoa.v4i1%20(Esp.).1195)

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Agência Nacional de Águas. **Resolução conjunta n.3 de 10 de agosto de 2010**. Estabelecer as condições e os procedimentos a

serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências. Brasília: DOU, 2010.

BRASIL. **Resolução Normativa n.425 de 1 de fevereiro de 2011**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Aprova os critérios para definição das instalações de geração de energia elétrica de interesse do sistema elétrico interligado e daquelas passíveis de descentralização das atividades de controle e fiscalização, sob coordenação da Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração – SFG/ANEEL. Brasília: DOU, 2011.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: DOU, 1988.

BRASIL. **Lei n.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. Brasília: DOU, 1981.

BRASIL. **Lei n.9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de

condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: DOU, 1998.

BRASIL. **Lei n.12.651 de 25 de maio de 2012**. Código Florestal. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: DOU, 2012.

BRASIL. **Manual de desastres naturais**. Brasília: MIN, 2003.

BRASIL. **Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Brasília: MME, 2000.

BRASIL. **Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: MME, 2007a.

BRASIL. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007b.

BRASIL. **Portaria MME n.372 de 1 de outubro de 2009**. Determina que o Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas e suas eventuais revisões sejam realizados de acordo com os critérios, procedimentos e instruções estabelecidos no Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas. Brasília: DOU, 2009.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.01 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. Brasília: DOU, 1986.

BRASIL. **Resolução Normativa n.875 de 10 de março de 2020 do Ministério de Minas e Energia/Agência Nacional de Energia Elétrica/Diretoria/ANEEL**. Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidroelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidroelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidroelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica de Usina Hidroelétrica sujeita à concessão. Brasília: DOU, 2020

CANOTILHO, J. J. G.; LEITE, J. R. M.. **Direito Constitucional Ambiental Brasileiro**. 5 ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2012.

DAIBERT, A.. **Direito ambiental comparado**. Belo Horizonte: Fórum, 2008.

FARIAS, T.. **Licenciamento ambiental: aspectos teóricos e práticos**. 3 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

FAUSTINO, J.. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996.

GIANSANTE, A. E.. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Comendador Levy Gasparian. Rezende: AGEVAP, 2014.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Resolução CERHI-RJ n. 107 de 22 de maio de 2013**. Rio de Janeiro: DOE, 2013.

LATINI, J. R.; PEDLOWSKI, M. A.. Examinando as contradições em torno das Pequenas Centrais Hidroelétricas como fontes sustentáveis de energia no Brasil. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v.37, p.73-90, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v37i0.42599>

LEITE, J. R. M.. **Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial**. 2 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

MACORIN, A. F.; NADALINI, A. C. V.; NERICI, B. M.; ARANTES, C. A.; HADDAD, E.; CASTRO, F. C.; FIGUEIREDO, F. F.; ALMEIDA, J. R.; SANTOS, M. S.; PINTO NETO, M. C.; ALMEIDA, S. M.; BORRELY, S. I.; SECO, V. M. V.. **Perícia Ambiental**. São Paulo: PINI, 2011.

OLIVEIRA, A. L.; NEVES, F. F.; SOUZA, M. P.. Considerações sobre o procedimento do licenciamento ambiental no contexto da avaliação de impacto ambiental. **Derecho y Cambio Social**, Lima, v.12, n.40, 2015.

OLIVEIRA, C. M.; ESPINDOLA, I. B.. Harmonização das normas jurídicas ambientais nos países do MERCOSUL. **Ambient. Soc.**, São Paulo, v.18, n.4, p.1-18, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC635V1842015>

OLIVEIRA, C. M.; MELNICKY, E. C.. Políticas públicas municipais participativas: reflexões sobre a função social das cidades. In: OLIVEIRA, C. M.. **Novos direitos: a interdisciplinaridade do direito na sociedade contemporânea**. São Carlos: UFSCar, 2017. p.39-46.

PIMENTEL, V. C. R.. **Alternativas de solução para impactos físicos de barragens**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

QUEIROZ, L. R.. **Da ciência e tecnologia nas constituições do Brasil**. Tese (Doutorado em Direito) - Faculdade de Direito da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1990.

REICHARDT, F. V.; SANTOS, M. R. A.. (In)eficácia do Princípio de Precaução no Brasil. **Estud. Av.**, São Paulo, v.33, n.95, p.259-270, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0017>

REZENDE, L. P.. **Avanços e contradições do licenciamento ambiental de barragens hidroelétricas**. Belo Horizonte: Fórum, 2007.

SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Oficina do Textos, 2020.

SARLET, I. W.. **A eficácia dos direitos fundamentais: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional**. 12 ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.

SILVA, S. T.. Princípio da precaução: uma nova postura em face dos riscos e incertezas científicas. In: VARELLA, M. D.; PLATIAU, A. F. B.. **Princípio da Precaução**. Belo Horizonte: Del Rey, 2004. p.75-92.

TOMAZONI, J.; ANDRETTA, K. M. R. C.. Avaliação dos impactos ambientais gerados na implantação das pequenas centrais hidroelétricas Canhadão e Tigre no Sudoeste do Paraná, pelo método RIAM. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v.23, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5902/2236499439737>

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.