



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FELIPE MESQUITA MIRANDA

**ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS DA CONSTRUÇÃO DE
UMA BARRAGEM NAS DIFERENTES ETAPAS DE SUA OBRA**

FORTALEZA - CEARÁ
2022

FELIPE MESQUITA MIRANDA

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS DA CONSTRUÇÃO DE
UMA BARRAGEM NAS DIFERENTES ETAPAS DE SUA OBRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profa. Dra. Renata Mendes Luna

FORTALEZA - CEARÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M642a Miranda, Felipe Mesquita.

Análise dos principais impactos negativos da construção de uma barragem nas diferentes etapas de sua obra / Felipe Mesquita Miranda. – 2022.

40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2022.

Orientação: Profa. Dra. Renata Mendes Luna.

1. Barragem. 2. Impactos. 3. Fases da obra. I. Título.

CDD 620

FELIPE MESQUITA MIRANDA

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS DA CONSTRUÇÃO DE
UMA BARRAGEM NAS DIFERENTES ETAPAS DE SUA OBRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 06/07/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Renata Mendes Luna (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rosiel Ferreira Leme (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Andréa Pereira Cysne (Membro externo)
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Ao meu núcleo familiar.

“Não são as circunstâncias que causam resultados, são as pessoas” (JIM COLLINS)

RESUMO

Na maioria dos casos, a construção de grandes barragens, trazem consigo vários benefícios. No entanto, também muitos danos são causados devido a execução desses empreendimentos, especialmente à população da área e entorno. Os impactos negativos, que são o objeto de estudo deste trabalho, podem estar presentes nas etapas de Planejamento (P), Implantação (I) e Operação (O). Por vezes, esses impactos negativos não são devidamente discutidos e abordados. Nesse sentido, o presente trabalho visa analisar como quais os principais impactos negativos e como eles afetam as populações e o meio natural. Metodologicamente, optou-se por realizar um estudo bibliográfico dos principais impactos que a construção de barragens pode causar nas diferentes fases de sua construção, por meio de pesquisas realizadas sobre estudos de caso. O resultado da análise permitiu visualizar as modificações que a obra pode causar ao meio físico e à socioeconomia. Diante desse contexto, é necessário refletir sobre a forma como as instituições brasileiras e a população têm lidado com a questão da construção desses empreendimentos, além de estabelecer possíveis soluções, para que haja uma maior mitigação dos seus efeitos negativos.

Palavras-chave: barragem; impactos; fases da obra.

ABSTRACT

The construction of large dams, in most cases, brings with it several benefits. However, many damages are also caused due to the execution of these enterprises, especially to the population of the area and its surroundings. The negative impacts, which are the object of study of this work, may be present in the stages of Planning (P), Implementation (I) and Operation (O). Sometimes, these negative impacts are not properly discussed and addressed. In this sense, this work aims to analyze how the main negative impacts and how they affect the populations and the natural environment. Methodologically, it was decided to carry out a bibliographic study of the main impacts that the construction of dams can cause in the different phases of their construction, by means of research carried out on case studies. The result of the analysis allowed us to visualize the modifications that the construction work may cause to the physical environment and to the socio-economy. In view of this context, it is necessary to reflect on the way Brazilian institutions and the population have dealt with the issue of building these undertakings, in addition to establishing possible solutions, so that there can be a greater mitigation of their negative effects.

Keywords: dam; impacts; phases of the work.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	Área Diretamente Afetada
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMB	Comissão Mundial de Barragens
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
GPI	Grandes Projetos de Investimento
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
WCD	World Commission on Dams

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivos	14
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	14
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
1.3	Estrutura do trabalho	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.	MATERIAIS E MÉTODO DE PESQUISA	22
4.	PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS	23
4.1	Geração de expectativas e incertezas na população (P//O)	23
4.2	Desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial (I/O)	24
4.3	Alterações na qualidade da água e na biota aquática (I)	25
4.4	Poluição e incômodos à população decorrentes dos canteiros de obra (I)	26
4.5	Perda de cobertura vegetal (I)	27
4.6	Impactos sobre a ictiofauna (I)	28
4.7	Desapropriação e reassentamento (I)	29
4.8	Pressão sobre infraestruturas e serviços públicos (I)	31
4.9	Interferências sobre o patrimônio cultural e natural (I/O)	32
4.10	Desmobilização de mão de obra (O)	32
4.11	Impactos decorrentes da elevação do lençol freático (O)	33
4.12	Alteração do ecossistema local (O)	35
4.13	Impactos nos recursos hídricos superficiais (O)	36
5.	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A construção de barragens, tipo de empreendimento que há muito se realiza, pode e tem sido realizada por vários motivos diferentes, a exemplo do armazenamento de água para garantias futuras de uso. A implementação desses grandes empreendimentos podem trazer desenvolvimento para a área aonde estão instaladas e para o seu entorno, no entanto, por vezes, essas obras causam várias consequências, desde o momento do seu planejamento até a sua operação.

Muitas vezes o engenheiro tem como foco somente a construção do empreendimento, os procedimentos técnicos operacionais de sua área de trabalho. É importante que o mesmo tenha uma visão holística dos impactos causados por uma obra, em especial as grandes obras, a fim de que possa auxiliar a equipe multiprofissional e entender a sua importância no processo

Conforme a Resolução Federal CNRH 37/04, barragem é uma :

“Estrutura construída transversalmente em um corpo de água, dotada de mecanismos de controle com a finalidade de obter a elevação do seu nível de água ou de criar um reservatório de acumulação de água ou de regularização de vazões.”

De acordo com a Lei 14.066 de 2020 – que altera a Lei 12.334/2010 sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens, a definição de barragem, de forma ampla, é :

“Qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas”.

Segundo a World Commission on Dams – WCD (2000), o crescimento dos números relacionados à construção de grandes barragens se deu de forma muito rápida entre o final dos anos de 1940, quando existiam cerca de 5.000 grandes barragens no mundo, até o final do século XX, onde esse número variou, segundo as fontes de informação, entre 25.400 (dado oficial e voluntariamente registradas pela International Commission on Large Dams - ICOLD) e 45.000, estimativas de outras fontes (WCD, 2000) – em mais de 140 países.

Segundo Pimentel (2020) os usos predominantes das barragens vão depender da região onde estão localizadas e, por vezes, grandes barragens são construídas com a finalidade de regularizar, armazenar ou facilitar a adução de água

para agricultura, para o uso doméstico e industrial em cidades, para a geração elétrica e controle de cheias. Em menor escala barragens são construídas para permitir a navegação e, uma vez criadas para outros usos, têm sido usados para recreação, turismo e aquicultura.

Nas regiões semiáridas, aonde a irregularidade das precipitações restringe as atividades econômicas e a fixação do homem no campo, esse tipo de construção tem sido bastante utilizada ao longo dos anos, trazendo benefícios, devido as condições naturais adversas dessas áreas, constituindo-se em uma das melhores medidas para combater suas consequências negativas, tendo em vista que a sua implantação visa ao aproveitamento em diversos tipos de usos, inclusive o abastecimento humano, o que contribui, sem dúvida, para o desenvolvimento de sua área de influência, garantindo, inclusive, a fixação do homem no interior (BRASIL, 2005).

Embora seja sabido os benefícios que podem oferecer, existe uma ampla gama de impactos, dentre eles negativos, decorrentes da construção de grandes barragens, dentre eles o deslocamento populacional o que, conforme WCD (2000), culminou na movimentação de cerca de 40 milhões de pessoas em todo o mundo deslocadas em função da instalação de barragens até o ano 2000, causando diversas consequências à estas populações.

Neto, Silva e Pereira (2012) colocam que embora a construção de barragens traga muitos benefícios, não se pode deixar de considerar os impactos negativos que causam, em especial os socioambientais, que surgem do início até o fim da obra, ou mesmo posteriormente a sua conclusão.

Ocorrerão mudanças na região, especialmente na forma de uso e ocupação da área da bacia hidráulica, pois aonde antes poderiam haver construções, áreas agrícolas, pecuária, áreas de extração mineral, dentre outras, agora será transformada na região do lago, o que impedirá a continuação dessa mesma forma de uso e ocupação do solo.

Carvalho (2020) cita, por exemplo, que a retirada da cobertura vegetal para o enchimento do reservatório impacta em processos erosivos e na posterior transformação do ambiente lótico em lêntico, interferindo na dinâmica do lençol freático, que tende a elevar-se; sendo essas alguns dentre os vários impactos potenciais a serem analisados em projetos de barragens.

Conforme Brasil (2005), os impactos negativos podem ocorrer nos meios

físico, biótico e antrópico, devendo ser identificados e avaliados, somente desta forma será possível a adoção de medidas mitigadoras que possibilitem a sua minimização ou que não aconteçam, pois a construção de barragens vem a solucionar diversas necessidades, como o abastecimento de populações, a geração energia elétrica, a irrigação para a agricultura, além de atividades de esporte e lazer e, certamente, esses e outros usos múltiplos em conjunto.

Devido a esses impactos negativos, legislações foram trabalhadas ao longo dos anos, visando a sua redução ou eliminação, por meio de ações mitigadoras que deveriam ser estabelecidas para resolução desses impactos já detectados na etapa do diagnóstico e planejamento da obra. Esses impactos e sua magnitude estão diretamente ligados a dois fatores: o porte do empreendimento e sua localização.

Assim, uma das legislações mais importante que surgiram no âmbito do tema meio ambiente, foi a Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental . Tal resolução obriga a elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, para atividades modificadoras do meio ambiente, inclusive, obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques (BRASIL, 1986).

Nesse sentido, tornou-se necessário a elaboração de estudos que contemplassem além dos aspectos físicos da paisagem e sua biota, também das questões socioeconômicas envolvidas no processo, e buscassem orientar sobre as medidas que possam minimizar os impactos negativos sobre a população ao ser implantado uma barragem na localidade onde vivem. Torna-se imprescindível destacar, que foi imputado ao Estado a responsabilidade da solução de problemas sociais trazidos pela construção de grandes barragens.

Vale ressaltar que, não só a área diretamente localizada no perímetro da barragem sofre consequências, como também áreas próximas, desta forma o engenheiro de uma obra deve estar ciente das condições adversas que podem surgir ao longo da obra, especialmente pela insatisfação das pessoas envolvidas no processo, de forma que seu conhecimento deve estar amparado pelo feedback da

equipe multidisciplinar envolvida no processo do planejamento e acompanhamento da obra.

1.1 Justificativa

Os estudos de engenharia possuem foco principal na concepção, gestão, execução e fiscalização dos projetos de engenharia, deixando um pouco de lado as questões relacionadas ao meio ambiente, especialmente às suas conexões com o tema socioeconomia.

Desta forma, a motivação principal deste trabalho foi a busca por conhecimento sobre como, principalmente as questões sociais são tratadas no momento da implementação de barragens, além da questão do meio ambiente (físico). Esse tema sobre impactos da construção de uma barragem é tratado pela legislação, principalmente Estudos de Impactos Ambientais – EIAs, com o objetivo de tornar o processo de construção da barragem o mais viável possível em todas as suas dimensões, com o mínimo de prejuízo para todos.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo geral*

O objetivo do presente trabalho é verificar, a partir de observações realizadas em vários estudos, quais os principais impactos negativos na construção de barragens na sua fase de Planejamento (P), Implantação (I) e Operação (O), com base na legislação ambiental (CONAMA 001/86).

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Verificar quais aspectos relacionados aos impactos ambientais, relacionados à construção de barragens, a legislação aborda;
- Analisar bibliografias referentes ao assunto para saber quais os impactos mais comuns;
- Registrar os principais impactos físico, bióticos e socioeconômicos.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos, onde no primeiro capítulo, referente à introdução, traz a contextualização do problema trabalhado; é descrito o objetivo geral do trabalho e os objetivos específicos necessários a alcançá-lo; a justificativa e a estrutura do trabalho (presente item).

Posteriormente, no segundo capítulo, é apresentado a referência bibliográfica, onde se discorre sobre a como o problema é tratado e quais aspectos são abordados, além de uma análise introdutória sobre o tema que será tratado.

O terceiro capítulo é detalhado como foi feito toda a pesquisa do trabalho, além de quais documentos foram precisos analisar para se ter uma boa fundamentação de dados qualitativos e quantitativos que serão colocados ao longo do texto.

O quarto capítulo apresenta de forma detalhado sobre os principais impactos negativos relacionados à construção de barragens, com uma breve análise, fazendo uma revisão bibliográfica de acordo com o item. Ademais, para cada item, será feito uma exemplificação, com citações relacionadas a cada impacto.

O último capítulo diz respeito à conclusão da pesquisa, onde é feito um apanhado geral do estudo e são realizadas algumas considerações a respeito do tema, dando, assim, recursos práticos para futuras aplicações ou estudos sobre o assunto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Interferências no meio ambiente são delineadaa por legislações que limitam o direito do seu usufruto, de modo a tentar garantir a sua melhor utilização e o menor impacto; isso ocorre tanto para pessoas físicas como para pessoas jurídicas. Desta forma, empreendimentos que venham a interferir nos recursos naturais locais e que também possam influir sobre o ambiente regional, deverão seguir normas.

A construção de uma barragem contitui-se em um desses tipos de empreendimento, o qual pressupõe várias mudanças ao ambiente relacionadas, inclusive, as várias fases de sua construção e implementação. Assim, a Lei nº 14.066, de 30 e setembro de 2020, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, traz o seguinte texto em seu escopo:

“Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

.....
 II - regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens;

.....
 IV - a transparência de informações, a participação e o controle social;

Embora a legislação considere as questões ambientais, no âmbito dessa abordagem, como um sistema integrado, no qual as pessoas e sua forma de vida também estão inclusas, conforme Resolução CONAMA nº1 de 1986:

“Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.”

As populações afetadas pela construção de barragens, assim como todas as atividades econômicas e sociais pré-existentes no local do projeto, por vezes são consideradas barreiras para a realização da obra, e no plano financeiro, aparecem na rubrica de custos (MCCULLY, 1996).

No Brasil, o setor elétrico, foi um dos principais realizadores de obras desta

natureza, o qual, na década passada, utilizava a estratégia territorial hereditária como a prática de reconhecer apenas aqueles que possuem direitos de propriedade sobre a terra da qual seriam retirados (VAINER, 1990).

A construção de uma barragem tem um grande impacto no meio ambiente, alterando o modo de vida de diversas comunidades, especialmente das populações tradicionais, direta ou indiretamente relacionadas aos espaços e aos rios alterados pela construção dessa grande obra, além de serem afetados aspectos físicos (SOARES, 2003).

Souza (2005) salienta que essas barragens, usadas em grandes hidrelétricas, impactam bastante o meio ambiente. As usinas hidrelétricas passaram a ser construídas a partir de políticas públicas que visavam criar condições de infraestrutura para a intensificação da industrialização no território brasileiro, estas construções eram conhecidas como GPI (Grandes Projetos de Investimentos).

Henriques (1994) afirma que como resultado, em muitos casos, deixou pessoas sem acesso aos modos de vida tradicionais, não apenas causando ruptura na economia local, mas negando às pessoas o acesso a uma série de recursos naturais essenciais para sua sobrevivência. Assim, há dois tipos de migração: a migração física e a migração que os priva de seus meios de produção e os afasta de sua forma sociocultural de existência (HENRIQUES, 1994).

Com a construção da barragem, pode ocorrer que plantas e animais que vivem na áreas não consigam sobreviver em outras áreas. Além desses impactos, pode ocorrer repercussões em habitats e rotas migratórias de algumas espécies, tendo em vista que, a maioria das vezes essas barragens são construídas em áreas isoladas as quais representam refúgio para diversas espécies de animais. Como efeito secundário, além das matas e florestas destruídas pela inundação dos reservatórios, há o desmatamento para agricultura, madeireiras e a construção de novos caminhos para novos negócios e outros núcleos de trabalho (VIANA, 2003).

Com a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), cujo objetivo foi o de definir e implementar a política ambiental nacional, o estudo de danos ambientais (impactos) passou a ser utilizado não apenas para a construção de barragens, mas para qualquer atividade que possa causar alteração ambiental. Assim, por meio da Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, tem-se:

Art. 1º Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

Como os impactos gerados pela construção de uma barragem podem trazer grandes mudanças para o meio ambiente, é interessante perceber que essas mudanças podem ser causadas desde o momento da construção, quando várias formas de energia (ruídos, vibrações, poeiras, dentre outras) são produzidas pelas atividades humanas demandadas na obra, e que podem afetar de forma direta ou indireta, a saúde, a segurança e o bem-estar das populações; além de afetar também as atividades sociais e econômicas (CASTRO, 1993).

Silva e Forbeloni (2018) citam ainda, dentre os impactos, o desmatamento da bacia hidráulica (feito para conservar a qualidade da água a ser represada), a exploração de jazidas de empréstimo (que retira a cobertura vegetal deixando a área exposta a agentes erosivos).

Além disso, segundo Soares (2003), por vezes os reservatórios dessas grandes barragens destroem verdadeiras paisagens cinematográficas, sendo um caso clássico deste tipo de perda foi à inundação da cachoeira de Sete Quedas, no município de Guaíra, no Brasil, em decorrência do enchimento do reservatório da Usina de Itaipu.

Santos e Silveira (2001) ressaltam e caracterizam projetos estruturais, por exemplo hidrelétricas, rodovias, ferrovias e telecomunicações, como parte das técnicas construídas no território que transformam e utilizam o espaço. Assim, esses agentes transformadores são impactadores no uso e ocupação do solo, mas muitas vezes indispensáveis para acompanhar as mudanças sociais e econômicas.

Desta forma, se uma parcela da sociedade considera as barragens um benefício para a sociedade, tendo em vista às novas necessidades de produzir um avanço técnico-científico favorável ao crescimento social e econômico, por outro lado, alguns questionam, como Santos (1997), que diz:

“Se as barragens vêm trazer, para um país ou para uma região, a esperança de salvação da economia [...], na realidade, ao contrário, pode exatamente vir destruir a nossa relação com a natureza e impor relações desiguais” (1997).

A observância da legislação ambiental, especialmente no que diz respeito às medidas mitigadoras, implementadas e acompanhadas de forma responsável, poderiam mudar essa realidade colocada, visto que, inclusive financiamentos internacionais na execução dessas obras, priorizam as questões sociais, além do que a prática tem demonstrado que para que uma legislação desse porte consiga realmente ser posta em prática leva mais de uma década. Assim, muita coisa tem mudado ao longo do tempo.

A legislação que trata do estudo de impactos ambientais, cujo objetivo é prever os efeitos das atividades humanas sobre o meio ambiente e determinar procedimentos a serem utilizados preventivamente para diminuir ou evitar os seus efeitos negativos, tornou possível e estabeleceu a necessidade de estudos não só que mostrassem esses impactos, como já citado, mas também que analisassem sua intensidade, avaliando-a e comparando os valores resultantes de determinada atividade com os valores da situação caso não fosse implantada a mesma atividade. (CARNEIRO E GOMES, 2009)

Desta forma, torna-se importante conhecer quais as principais consequências das interferências em cada uma das etapas do processo de implantação do empreendimento para que se possa dialogar de forma assertiva com a equipe multiprofissional envolvida e com a população.

Para isso deve ser realizada a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA a fim de tentar antecipar e prevenir, por meio de estudos e com base em um diagnóstico prévio da área, os efeitos negativos da implantação e operação de um empreendimento desta natureza

A AIA constitui-se em um dos instrumentos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente, sendo bastante utilizado e compreendido como uma ferramenta robusta de gestão, muito embora, por se tratar de um documento bastante complexo, tendendo a fazer com que sua análise, realizada pelos órgãos ambientais seja demorada seja alvo de críticas

Assim, alguns órgãos, para tornar o processo mais enxuto, utilizam-se de manuais, seguindo a padrões de análise, semelhante a um checklist, para contemplar os estudos necessários a serem realizados para avaliação dos potenciais impactos.

Um destes é Manual para Elaboração de Estudos Ambientais com AIA da CETESB, instituição que desde 2009 é a responsável pelo licenciamento ambiental

no estado de São Paulo. Este Manual tem com objetivo compilar e sistematizar instruções para a elaboração de estudos ambientais em vários setores de avaliação de impactos, buscando-se regras claras na definição do escopo de Estudo de Impacto Ambiental-EIA e Relatório Ambiental Preliminar-RAP.

O documento, segundo CETESB (2019) fornece subsídios para elaboração de melhores estudos ambientais, em função das características dos empreendimentos e dos locais onde se pretende instalá-los, e possibilitando maior agilidade na análise do corpo técnico do órgão ambiental.

São vários os impactos de uma obra do tipo barragem, a qual costuma abranger grandes áreas, no entanto, em termos gerais, pode-se dividi-los segundo as fases de implantação da obra e, conforme o que se apresenta em diversos Estudos de Impactos Ambientais (EIA), baseados na Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.

Os Impactos negativos que são decorrentes da construção de uma Barragem podem ser identificados de acordo com o andamento da obra, conforme manual da CETESB (2019), em : etapa de Planejamento (P); de Implantação (I) e de Operação (O), podem ser divididos da seguinte forma:

- Geração de expectativas e incertezas na população (P//O);
- Desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial (I/O);
- Alterações na qualidade da água e na biota aquática (I);
- Poluição e incômodos à população decorrentes dos canteiros de obra (I);
- Perda de cobertura vegetal (I);
- Impactos sobre a ictiofauna (I);
- Desapropriação e reassentamento (I);
- Pressão sobre infraestruturas e serviços públicos (I);
- Interferências sobre o patrimônio cultural e natural (I/O);
- Desmobilização de mão de obra (O);
- Alteração do ecossistema local (O);
- Impactos nos recursos hídricos superficiais (O);
- Impactos decorrentes da elevação do lençol freático (O).

Cabe salientar, que embora os impactos possam ser divididos dessa forma, podem ocorrer em várias das fases da obra de modo diferente e/ou semelhante, não

havendo rigidez para isso, esta classificação constante no relatório da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB é seguida, de modo geral, em vários EIA.

3. MATERIAIS E MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram analisados alguns documentos para se ter um conhecimento fundamentado em realidades existentes, observando-se a legislação pertinente e, com base nos impactos relacionados pelo Manual para Elaboração de Estudos Ambientais com AIA da CETESB. Cabe ressaltar, que os Impactos negativos são divididos de acordo com o andamento da obra da Barragem, conforme manual da CETESB (2019), em : etapa de Planejamento (P); de Implantação (I) e de Operação (O).

Alguns documentos foram usados, a exemplo de Estudo de Impacto Ambiental – EIA de algumas barragens; análise da aplicação da Resolução 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, de 1986, e manuais técnicos utilizados nos estudos de impacto

Sobre o método de pesquisa, o presente trabalho possui, de acordo com Silva e Menezes (2005), natureza definida sob a ótica da pesquisa aplicada, a qual objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas e dirigidas à problemas específicos. No caso em questão, conhecer como as questões relacionadas à grandes obras são tratadas no seu todo, e não só sobre os aspectos construtivos per si.

No aspecto da abordagem do problema, identifica-se como uma pesquisa qualitativa , onde procurou-se interpretar os fenômenos e a atribuir significados ou causas aos mesmos, a partir das referências trabalhadas e , tendo em vista que este estudo pretende proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito (GIL, 1991).

Quanto aos procedimentos, ainda de acordo com Gil (1991), a pesquisa é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet, sendo considerada uma pesquisa bibliográfica.

4. PRINCIPAIS IMPACTOS NEGATIVOS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

Conforme mencionado no Manual para Elaboração de Estudos Ambientais com AIA da CETESB, empreendimentos do tipo Barragens/Hidrelétrica necessitam da análise da área diretamente afetada, em como das áreas de influência tanto direta como indireta. Compreende-se aí as áreas passíveis de alterações na dinâmica do curso d'água a jusante e montante do empreendimento, nos meios físico e biótico, socioeconômico. Contemplando-se ainda as áreas de apoio, canteiros de obras, áreas de empréstimo e depósito de material excedente, acessos, eventuais áreas de reassentamento de população e áreas para relocação de infraestruturas existentes.

A seguir são descritas as principais características de cada um dos impactos relacionados no Manual para diferentes fases da obra.

4.1 Geração de expectativas e incertezas na população (P//O)

A legislação evidencia e aborda que após entue o RIMA ao órgão responsável pelo licenciamento, esse documento será acessível ao público, respeitado o sigilo industrial e “podem haver comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA” (BRASIL, 1986).

A população atingida pela construção da barragem de água, muitas vezes se vê tomadas pela ansiedade e medo do que possa vir a ocorrer com ela com as mudanças. Tudo isso por causa da especulação devido a falta de informação ou a comunicação inadequada, pois o burburinho dos acontecimentos começa muito antes do início do projeto dessas grandes obras. Na verdade, esses sentimentos de deslocamento são muitas vezes o resultado de anos ou mesmo décadas de espera, rumores e ameaças.

Além de questões de tempo e desinformação, há incerteza na comunidade sobre quando a barragem será realmente construída, quantas casas e propriedades serão inundadas, quem será elegível para indenização e quem não será, até mesmo de qual o valor da indenização. McCully (1996) cita que essas incertezas podem não ser resolvidas mesmo após o início da construção: durante a construção, as regras

de compensação às vezes mudam com o tempo, e a área afetada pode se expandir ou diminuir de acordo com as alterações feitas por motivos técnicos, econômicos ou políticos.

Para exemplificar essa incerteza sobre a vinda da construção de uma barragem, se pode mencionar o caso da Barragem de Belo Monte, que duraram 35 anos entre os estudos de Inventário Hidrelétrica da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu e a concessão da Licença de Instalação da obra por parte do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (NORTE ENERGIA, 2022).

Assim, o processo de cadastramento é etapa primordial e importante no processo, de modo que não haja surpresas entre os atores envolvidos e que não seja dada abertura a oportunista que venham a querer interferir nos processos fundiários.

4.2 Desencadeamento e intensificação de processos de dinâmica superficial (I/O)

Barragens são construídas em certos trechos do rio para armazenar água para irrigação, transporte, abastecimento de água, recreação e geração de energia. No entanto, esses reservatórios também geram desequilíbrios no curso do rio, levando a uma série de danos ambientais significativos que, em alguns casos, são irreparáveis.

Como resultado da intervenção humana, é seguro dizer que todos os rios em que essas barragens estão localizadas são afetados, não apenas nas áreas de inundação dos reservatórios, mas também a montante e a jusante; vale ressaltar que, como o sistema terrestre é aberto e dinâmico, a ocorrência de Mudanças nos ecossistemas de água doce e seu entorno (MERRITS 2014).

A forma do rio normalmente pode mudar devido à erosão que ocorre ao longo de suas margens. As mudanças trazidas pela barragem e sua construção aceleraram esse impacto. As consequências do aumento da erosão fluvial são mais pronunciadas a jusante das barragens devido às descargas da operação das barragens (COELHO, 2008).

Essas alterações no fluxo natural do rio também levam a mudanças na paisagem da área, que por sua vez são cada vez mais diferentes da forma original

antes da barragem.

Essas novas formas de relevo impostas pelas atividades humanas têm causado uma série de impactos que afetam os processos naturais do meio ambiente, como mudanças nos biomas, microclimas, etc. As descrições desses eventos são objeto de estudos geomorfológicos antropogênicos, principalmente no que diz respeito à formação de lagos artificiais, como as próprias estruturas das barragens (SZABÓ, 2010).

A barragem Gramame - Mamuaba é um exemplo real do assoreamento de rio próximo à barragem. Essa barragem é considerada um complexo por Araújo (2014), que descreve a barragem como uma combinação de duas barragens de terra, uma no rio Gramame e outra no rio Mamuaba, interligadas por um canal. dos quais é manter o nível de água de Gramame estável injetando Mamuaba nele. A estrutura desta barragem ou complexo foi construída para formar dois reservatórios, com o objetivo principal de garantir o nível mínimo de vazão da estrutura de coleta instalada (ARAÚJO, 2014).

O assoreamento de reservatórios é uma realidade devido à redução da velocidade da água e deposição de sedimentos nos rios, além da erosão laminar facilitada pelas reformas ocasionadas pela construção do reservatório.

A taxa de perda de solo devido à implantação dessas barragens pode variar para cada solo e terreno, mas em geral sempre apresentam perdas elevadas, como as encontradas por Bertoni e Lombardi Neto (1990) com alta perda de valor. Além disso, a real falta de mata ciliar acelera o processo de erosão e leva ao assoreamento dos rios (extensões) entre os reservatórios.

A erosão e o assoreamento são consequências inevitáveis da construção do reservatório, pois altera completamente todos os aspectos físicos e ambientais do anterior, no entanto, algumas atividades humanas podem ser realizadas para minimizar ou acelerar esse impacto.

4.3 Alterações na qualidade da água e na biota aquática (I)

Outro efeito que tem impacto no meio ambiente é o represamento do curso normal de um rio, que pode levar a algumas alterações na composição química, física e até térmica da água. Além de causar danos à qualidade da água dos rios a montante e a jusante de reservatórios e barragens.

Com relação à mudança de temperatura da água, o fundo de um reservatório de uma barragem é mais fria durante o verão e mais quente no inverno, contrário ao que acontece nos rios. A água da superfície de um reservatório é mais quente normalmente durante todo ano. Esta mudança de temperatura afeta diretamente na quantidade de oxigênio e sólidos suspensos na água, provocando diversas reações químicas, criando rupturas (quebras) no ciclo de vida dos seres que ali vivem, no período de procriação, na caça, transformações de lavas e às vezes a destruição de algumas espécies (COELHO, 2008).

Outra alteração está vinculada a decomposição da vegetação e do solo submerso pelo reservatório. Com o enchimento do reservatório, a decomposição química desse material orgânico reduz muito o nível de oxigênio na água, além da liberação de gases como metano e dióxido de carbono. Essas alterações têm levado principalmente a extinção de muitos peixes.

Um exemplo real desse impacto ocorreu na Usina Hidrelétrica de Tucuruí, localizada no estado do Pará, onde dos 2.430 (dois mil quatrocentos e trinta) km² de floresta que estava inserida dentro da bacia, apenas 400 (quatrocentos) km² foram desmatados. Esta atitude trouxe como consequência a decomposição da matéria orgânica vegetal e a proliferação das macrófitas aquáticas (MAGALHÃES, 2019).

Uma forma de reduzir este problema, seria a limpeza de toda a vegetação que está localizada na área da bacia hidráulica. Entretanto, devido à pressão do cronograma para conclusão e do alto custo desse serviço, normalmente se executa, apenas parte do desmatamento da bacia.

4.4 Poluição e incômodos à população decorrentes dos canteiros de obra (I)

Na implantação de barragens, os impactos decorrentes da construção ocorrem mesmo antes do enchimento do reservatório. Como exemplo, tem-se a instalação e a operação do canteiro de obras, que entre outras coisas, promove a geração de poeira, ruído, trepidação, lançamento de materiais particulados, desmatamento da bacia hidráulica (feito para conservar a qualidade da água a ser represada), a exploração de jazidas de empréstimo - que retira a cobertura vegetal deixando a área exposta a agentes erosivos (VIANA, 2003).

Em alguns casos, no início das obras para a implantação da Barragem, percebe-se que a utilização de agentes explosivos nas fases de exploração de

jazidas é outro fator agravante para as pessoas que moram próximo ao canteiro ou as que necessitam trafegar pelas estradas de acesso deste. A poeira e a fumaça gerada por estas operações também comprometem a qualidade do ar das regiões circunvizinhas, além de gerarem ruídos numa escala considerável. Além disso, o uso de explosivos na exploração das pedreiras e na central de britagem provocam uma relativa sismicidade sentida pela população local (CANEDO, 2013).

Cabe salientar, que para grandes canteiros de obras considerados necessários para empreendimentos com potencial de causar impactos significativos, a legislação, a exemplo da Resolução CONAMA nº 001/1986, Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e seus relatórios - Relatório Resumido de Impacto Ambiental (RIMA), exigem uma avaliação mais completa dos impactos. É o caso de rodovias, portos, aeroportos, obras hidráulicas e outros empreendimentos e, no caso de projetos urbanos, projetos com área superior a 100 hectares ou implantados em áreas consideradas de relevante interesse ambiental. O EIA/RIMA envolve estudos que abrangem todo o ciclo de vida de um empreendimento, não apenas a fase de construção (BRAGA, 2002).

Um exemplo real desse impacto aconteceu na Barragem de Pedreiras, em Campinas, no estado de São Paulo. No canteiro de obras, ocorreram várias explosões para a construção da Barragem. Na ocasião, várias famílias que moravam em torno da obra se depararam com grandes barulhos, além de muita poeira e fumaça devido ao grande canteiro de obra. Muitas dessas famílias reclamaram da falta de organização e sinalização durante as obras pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do estado (CETESB, 2019).

4.5 Perda de cobertura vegetal (I)

O desmatamento racional da área de inundação é feito antes do enchimento do reservatório e possui vários objetivos dentro os quais se encontra a conservação da qualidade das águas represadas, à medida que evita o risco de eutrofização.

A remoção da vegetação incidirá negativamente sobre o meio biótico e abiótico. Em relação ao meio biótico, o desmatamento provocará a destruição dos habitats da fauna terrestre e da ornitofauna, além disso, muitos animais migrarão para outras áreas (em geral, periféricas a área de origem) onde irão competir com a fauna lá existente. Alguns animais de pouca mobilidade e menos resistentes

poderão ser extintos, provocando quebras na cadeia alimentar. No tocante ao meio abiótico, pode-se citar a visível degradação dos solos, visto que, o processo de desmatamento os deixará expostos a ação de agentes erosivos, por exemplo (ALMEIDA, 2012).

Um exemplo desse impacto ocorreu na barragem do Funil, localizada no alto do rio Grande, próximo à cidade de Lavras – MG. Os estudos e relatórios de impacto ambiental – EIA - Rima previram grandes transformações na paisagem da região quando da construção e enchimento da barragem, começando pela remoção da cobertura vegetal nativa para a implantação das obras civis destinadas à criação da infra-estrutura básica. A mata foi considerada a formação mais afetada em razão de ocupar, na época, 7,92% (320 ha) da Área Diretamente Afetada (ADA). A perda da cobertura vegetal implicou em uma modificação drástica da paisagem, inclusive com a supressão e degradação de habitats para a fauna (PEREIRA, 1991).

4.6 Impactos sobre a ictiofauna (I)

As bacias criadas pela instalação de grandes barragens têm vários efeitos na vida na fauna aquática. A primeira e mais imediata é interferir em sua migração e reprodução dos peixes

Outro impacto está relacionado com a mudança da temperatura da água, cujo efeito tem levado a extinção de algumas espécies nativas por causa da sua não adaptação às novas temperaturas.

No caso de algumas espécies, é comprovado que o aquecimento da superfície do leito do rio representa uma ameaça fatal, assim como o resfriamento do fundo do rio é letal por causa da redução de oxigênio. Ademais, é comum a colocação de espécies exóticas nos lagos, que acabam competindo com os nativos, fazendo com que esses desapareçam por completo do reservatório e quase sempre a extinção do próprio rio.

A construção de barragens provoca profundas alterações no meio ambiente com implicações decisivas sobre a fauna e a flora, em especial, sobre os peixes (BRITSKI, 1994).

Os peixes piracema estão entre os mais afetados pela implantação de barragens. A construção de barragens impediu a manutenção das rotas migratórias originais, criando uma barreira entre os locais de forrageamento (procura por

alimento no habitat) e reprodução (GODOY, 1975).

Um exemplo real desse impacto foi observado em na estrutura taxonômica e funcional das assembleias de peixes à montante da Usina Hidrelétrica (UHE) de Cana Brava (alto rio Tocantins). Quando do seu engimento em 2002, observou-se que a descontinuidade provocada pelo barramento dos rios alterou as condições ambientais limnológicas e da paisagem adjacente no decorrer do tempo e, conseqüentemente, a distribuição da ictiofauna nas diferentes facetas da biodiversidade (Tractabel-Energia, 2017).

4.7 Desapropriação e reassentamento (I)

As barragens têm como um de seus objetivos de proporcionar o crescimento e o desenvolvimento da geração de energia elétrica, irrigação e abastecimento de água para diversas cidades, com o intuito de levar o progresso para todos. Entretanto, apesar da necessidade de o Brasil expandir-se na área da energia elétrica para o seu crescimento e desenvolvimento e da criação de uma política de utilização das águas, fosse com a finalidade de perenização dos rios para o abastecimento humano e animal, fosse para o desenvolvimento da agricultura, de piscicultura e do semiárido nordestino, percebia-se uma insatisfação da população atingida pela construção das barragens. Aliás, desde os anos 1940 e 1950 havia reclamações contra a execução de barragens, mas os protestos eram pouco organizados e isolados (VIANA, 2003).

É preciso ressaltar que décadas atrás, o Brasil não tinha uma campanha expressiva voltada para a proteção do meio ambiente, então a proposta de construção da barragem foi feita de acordo com a “ideologia da modernização”, sem que o setor responsável se preocupasse com as alterações e com as possíveis mudanças no ambiente natural. No entanto, alguns movimentos sociais de proteção aos grupos atingidos pelas barragens foram organizados, como o MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens), que nasceu na Bacia do Rio Uruguai na década de 1980, antes da Resolução CONAMA 001/86, e teve um papel importante na defesa dos interesses dos afetados pela construção de barragens (QUEVEDO, 2007).

O Movimento de Atingidos por Barragens (MAB), tem como uma das suas finalidades a democratização da participação popular, contabilizando os anseios

externalizados pelos indivíduos nos debates para a diminuição dos impactos negativos no âmbito social, ambiental e econômico.

Ao longo do tempo, as ocorrências de lutas sociais foram se intensificando, organizadas por pequenos produtores rurais, ainda que tenham apresentado pessoas contra a sua realização (SILVEIRA, 2001).

Outro impacto importante e negligenciado dos programas de reassentamento são as terras comunitárias. Para muitos trabalhadores rurais, especialmente os mais pobres, a perda de áreas comuns é uma das piores, pois a grande maioria de suas famílias está privada de seus meios de subsistência (VAINER, 1997).

No local em que uma barragem irá ser construída, é perceptível, pelo menos na maior parte dos casos, que povos e comunidades tradicionais como indígenas, quilombolas, pescadores artesanais, povos de terreiros, entre outros, que numa sociedade de classes como a brasileira, são excluídas das políticas socioambientais. Nos reassentamentos de grandes barragens, se tem verificado que o grupo indígena e uma pequena parcela étnica marginalizada, assumem de forma desmedida com os custos do projeto (MARQUES, 2018).

Como exemplo do impacto do reassentamento para a população afetada pela implantação de uma Barragem, ocorreu sobre a população indígena na cidade de Altamira, localizada no estado do Pará. Os indígenas foram deslocados por causa da construção da barragem de Belo Monte (próxima ao município de Altamira, no norte do estado do Pará) para os arredores da cidade. Como consequência secundária, sofreram um grande impacto cultural ao serem forçados a abandonar os seus métodos sustentáveis de caça, pesca e até da agricultura rural, ao longo do Rio Xingu. Os empregos para esses indígenas têm sido cada vez mais difíceis em Altamira, onde os trabalhadores da construção da barragem foram demitidos e o mercado de trabalho está saturado (OLIVEIRA, 2014).

Outro aspecto relevante que cabe destacar, são os fluxos de trabalhadores que migram para a região de barragens próxima a áreas de reservas indígenas, responsáveis em parte, por modificações na vida, cultura e existência espiritual daquele povo. Além disso, as melhores terras da região são inundadas e as destruturações do ecossistema fluvial podem representar uma grande perda para os povos indígenas (AMARAL, 2012).

4.8 Pressão sobre infraestruturas e serviços públicos (I)

A expectativa da população com a construção de uma barragem pode ter tanto um viés positivo quanto negativo. Ao mesmo tempo em que com a construção pode haver mais oportunidades de geração de emprego e renda e, como consequência melhorias na saúde, educação, dentre outros. Um grande quantitativo de pessoas podem migrar para a região, atraídas por essas novas chances que oportunizam a mudança de vida, o que gera a concorrência por postos de trabalho e a pressão sobre a infraestrutura de serviços básicos existentes (saúde, educação e saneamento), conforme coloca Carvalho (2020).

Essa pressão pode se dar de diversas formas, tais como : demanda de áreas para uso agropecuário por parte de proprietários e/ou posseiros que perderão áreas economicamente produtivas quando da formação do reservatório; comprometimento do sistema viária pela circulação de veículos e equipamentos pesados nas vias e acessos, aumentando também o risco de acidentes rodoviários, como cita Leal (2019); população migrante atraída por empregos diretos e indiretos durante a construção e que decida permanecer na região, inclusive adquirindo terras; e a migração difusa de população buscando novas oportunidades econômicas na região, como já citado.

Carvalho (2020) cita ainda que, especialmente na fase de instação, ocorrem muitas vezes expectativas desfavoráveis quanto a interferência da obra, visto que as mesmas afetam o dia-a-dia da população da região afetada.

Um exemplo desse impacto é quando se verifica em um projeto de grande porte (como a construção de uma barragem) a atração de populações imigrantes de outras regiões em busca de oportunidades de emprego e renda, resultando em enorme pressão sobre os serviços públicos de saúde, educação e segurança, além de poder afetar os mercados locais de trabalho e habitação. Mesmo quando os empreendedores fornecem aos trabalhadores serviços de alimentação e assistência médica (ambulatórios) e impõem o cumprimento das normas de saúde e segurança, os trabalhadores da construção podem enfrentar imprevistos. Pode haver problemas com animais peçonhentos e outras doenças como malária, dengue, leishmaniose e febre amarela podem surgir, exigindo o uso de serviços de saúde na área (CARVALHO, 2013).

4.9 Interferências sobre o patrimônio cultural e natural (I/O)

Ao longo da história, foi demonstrado que a construção de grandes barragens de água tem um impacto negativo no patrimônio cultural das comunidades afetadas, seja pela perda de recursos culturais como igrejas, templos, elementos sagrados na paisagem, artefatos e edificações, ou devido a sítios arqueológicos submersos e degradados, como fósseis de plantas e animais, cemitérios, etc. Além disso, os processos de erosão de solos e encostas muitas vezes expõem partes superficiais de material arqueológico, o que pode levar à fraude e ao comércio. Além da implementação de desapropriação de vários equipamentos, a escala de perda e destruição do patrimônio cultural aumentou ainda mais.

No Brasil, dentre várias grandes perdas de patrimônio cultural, destaca-se um exemplo de caso real, que é as cachoeiras do Salto de Sete Quedas, no rio Paraná. Este conjunto de cachoeiras é composto por 19 (dezenove) cachoeiras principais divididas em sete grupos de cachoeiras. Em capacidade de volume de água, Sete Quedas era o principal atrativo de turismo da cidade de Guaira - PR, com 60.000 (sessenta mil) habitantes na época, tão importante quanto as Cataratas do Iguaçu. Naquela época, era um dos lugares mais visitados por pessoas de fora do Brasil. Em 13 de outubro de 1982, as comportas do canal de desvio de Itaipu se fecharam e as águas turvas do lago artificial começaram a soterrar, uma das maiores maravilhas da terra: as cachoeiras de Sete Quedas do Rio Paraná (SOARES, 2003).

Além do exemplo citado acima, as maiores preocupações da população de atingidos por barragens de água, está relacionada aos túmulos e cemitérios onde estão enterrados os seus parentes. Mesmo quando os restos mortais são transportados e enterra dos com dignidade, ainda assim as comunidades locais permanecem com suas perturbações.

4.10 Desmobilização de mão de obra (O)

No período da construção de uma barragem, é necessário um número elevado de operários qualificados e não qualificados devido à grande demanda de serviços a serem realizados, desta forma, criando diversos postos de empregos durante esta fase. Como consequência disso, percebe-se um significativo

deslocamento de mão-de-obra em busca de empregos e oportunidades de renda com a construção de usinas hidrelétricas (JATOBÁ, 2003).

Com a implantação da barragem, o processo de reestruturação econômica das regiões e territórios onde isso ocorre é muito tenso. Não só porque a construção desta barragem se estendeu por muitos quilômetros, mas também porque criou desterritorialização quando foi territorializada. O impacto nos territórios dos povos tradicionais e indígenas é um aspecto dessa dinâmica, mas a desterritorialização dessas populações também é acompanhada por fluxos migratórios de trabalhadores para encontrar oportunidades de emprego formal e informal nesses projetos de barragens (SILVO CUNHA, 2006).

Logo após a construção da barragem, ficou evidente a desmobilização da mão de obra devido à conclusão das obras. Esse processo proporciona uma mudança na dinâmica demográfica, pois as demissões supera o número de trabalhadores que continuaram em alguma atividade na Barragem, fato que tem levado à diminuição do fluxo de migrantes que atraem pessoas para a área, que deixarão os locais de trabalho em busca de novas oportunidades. O grande risco nesta fase é o desemprego em massa desses trabalhadores que estão no canteiro de obras da barragem há meses ou até anos (TUDE DE SOUZA, 1990).

Entre 1978 e 1980, quando a construção da Barragem de Tucuruí, localizada entre os municípios de Tucuruí e Jacundá - Pará, estava no auge, a cidade de Tuurui adicionou 55.531 (cinquenta e cinco mil, quinhentos e trinta e um) imigrantes para encontrar trabalho e terra, superando em muito as expectativas dos analistas na época. Logo após a construção da barragem, com o enchimento do reservatório, percebeu-se que muitos trabalhadores perderam seus empregos, característica da desmobilização pós-obra (ROCHA, 2002).

4.11 Impactos decorrentes da elevação do lençol freático (O)

Albuquerque Filho e Leite (2002) citam que com a construção da barragem, podem surgir problemas decorrentes das alterações no lençol freático em termos do comportamento geotécnico do solo, com a elevação do lençol freático devido ao aumento da umidade ou mesmo saturação do solo, alterando as suas características de estabilidade estrutural natural. Diante disso, pode-se ter impactos em fundações ou estruturas enterradas, recalques diferenciais em subleitos de rodovias, corrosão

de estruturas enterradas, tais como fundações, canalizações, reservatórios, dentre outros.

Ademais, ao ocorrer a elevação do lençol freático, este pode afogar fossas, as quais poderão ser fontes de contaminação do aquífero livre, e aumentar a vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas pela diminuição da espessura não saturada do aquífero, comprometendo a qualidade das águas e, conseqüentemente a segurança e saúde das populações que ali vivem próximas.

Essas alterações do lençol freático se devem aos potenciais efeitos da elevação dos níveis da água subterrânea, por causa da formação do reservatório, o que pode gerar conseqüências nas fundações de estruturas e edificações, encharcamentos de terrenos, impactos na vegetação, eventual população do lençol freático pelo contato com áreas contaminadas, dentre outros impactos (CETESB, 2019).

Esse impacto ocorreu no município de Pereira Barreto, 20 km a montante da barragem de Três Irmãos, com o enchimento do reservatório se completando em março de 1991, sendo que estudos foram iniciados em 1985, com a intenção de fazer um prognóstico sobre a elevação do lençol freático na área urbana, induzida pelo reservatório Três Irmãos, e a avaliação do comportamento do solo quanto à colapsividade, nas porções situadas sob fundações de edificações e outros equipamentos urbanos. Nesse estudo foi avaliada também a influência do canal de ligação entre os reservatórios de Três Irmãos e de Ilha Solteira, em construção naquela época, o qual impunha inicialmente um rebaixamento, seguido pela elevação do lençol freático após o enchimento do reservatório. (CESTARI JUNIOR, 1999).

Nos estudos teóricos foram construídos mapas de potencial de influência do enchimento do reservatório, segundo metodologias mais recentes e precisas, abrangendo todo o entorno do reservatório, além da cidade de Pereira Barreto. O monitoramento mostrou elevações do lençol freático de até 20 m, induzindo desabamentos de paredes de poços – cacimba sem revestimento, recalques no solo e danos a edificações, levando a Companhia Energética de São Paulo (CESP) a adotar uma série de medidas, como: reforço de estruturas ou reconstrução de cerca de 300 casas, reinstalação de rede de esgotos e estação de tratamento de esgoto, construção de cemitério suspenso, remoção de antigo lixão, além de outras ações compensatórias da obra como um todo (ALBUQUERQUE FILHO,

2002).

Desta forma, deve-se realizar o acompanhamento desse potencial impacto com o monitoramento do lençol freático, com uso de piezômetros e cadastro dos potenciais focos de poluição (cemitérios, fossas, pocilgas, currais, etc.).

4.12 Alteração do ecossistema local (O)

Na definição do CONAMA nº 1 (23/09/1986), as atividades que alteram o meio ambiente incluem obras de construção civil, incluindo a construção de barragens e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) que impactam o meio ambiente.

A implantação de grandes reservatórios e os usos praticados no entorno das obras continuam a causar mudanças significativas nos padrões de fluxo natural, que por sua vez têm consequências não intencionais para os ecossistemas aquáticos. Essa consequência pode ser negativa e interferir diretamente na manutenção de diversas espécies nativas na comunidade aquática local (ALCÂNTARA, 2011).

Tais modificações interferem no regime de inundações a jusante dos reservatórios, devido aos obstáculos físicos, principalmente quando localizadas em regiões de planalto. Potencializando graves consequências ecológicas como a perda por fragmentação de habitats, a dessincronização dos ciclos de vida, perda de conectividade rio-planície de inundação, além de possíveis invasões de espécies exóticas (GRILL, 2015). O conjunto destas modificações pode resultar na perda de biodiversidade.

A área de inundação também traz muitos impactos para os meios, o principal deles é a inundação de grandes áreas de terra. A flora é diretamente atingida, com a eliminação (desmatamento racional) e afogamento da vegetação nativa, que por sua vez pode não conseguir sobreviver em outras regiões. Com a chegada da água, a fauna também sofre. A destruição dos habitats naturais provoca a fuga de animais e a morte de grande parte destes (VIANA, 2003).

Um exemplo desse impacto ocorreu na construção da Barragem de Itaipu, localizada na região oeste do estado do Paraná, na fronteira do Brasil com o Paraguai. A construção dessa barragem resultou em degradação ambiental, afetando todo o componente ecossistêmico na área onde o projeto foi instalado. Os custos ambientais incluem: perda de florestas, alteração nos ecossistemas

aquáticos, dificultando a migração de peixes, transformando rios em lagos. Verificando, dessa forma, a amplitude impactante que tal obra acarretou ambientalmente (ROESLER, 2007).

4.13 Impactos nos recursos hídricos superficiais (O)

Quando há forte intervenção humana, como a construção de grandes barragens, o equilíbrio longitudinal do rio é rompido. Praticamente toda barragem em um canal de rio perturba seu sistema de fluxo (fluxo de água), tornando-o um sistema com propriedades de fluxo (ou água semi-estacionária) em um reservatório. Esse tipo de distúrbio produz uma série de efeitos indiretos que, dependendo da magnitude e da área de cobertura, podem ser irreparáveis (CUNHA, 2001a).

Um exemplo real desse impacto foi analisado por Cunha (1995), onde avaliou de forma abrangente os diversos impactos hidrológicos e geomorfológicos da construção de Juturnaíba em diferentes partes do curso e perímetro do rio. De acordo com autora, a construção de barragens perturba a ordem natural do rio em pelo menos três áreas distintas: (1) a montante do reservatório/barragem; (2) no reservatório e periferia; e (3) a jusante do reservatório/barragem.

Na região da bacia hidrográfica onde é construída esses grandes empreendimentos, os impactos das barragens podem ser observados em quatro áreas de influência: direta, indireta, totalidade da bacia e político-administrativa. Sendo que a área de influência direta corresponde à área a ser alagada, necessitando por sua vez de estudos anteriores a implantação do projeto, a exemplo, dos EIAs/RIMAs e demais estudos (Fontes, 2002).

5. CONCLUSÃO

Analisando os impactos, relacionados à construção de barragens, verifica-se que após a introdução de legislações no mundo jurídico, a exemplo do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e de Estudos de Impactos Ambientais – EIAs, teve-se um olhar mais criterioso sobre quais poderiam ser os impactos negativos decorrentes de construções de grandes empreendimentos, como no caso das barragens (objeto de estudo deste presente trabalho) e foram imputados ao executor da obra responsabilidades para a mitigação dos impactos negativos.

Embora ainda existam situações que não encontram um desfecho satisfatório para alguma das partes, vê-se que tem existido ponderações e discussões ao longo do processo, de modo a se estabelecer a melhor opção para o benefício de todos, por isso torna-se importante a busca de informação por parte da população e a transparência por parte das organizações públicas.

Analisando diversas bibliografias, como documento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, percebeu-se semelhanças dos tipos de impactos que manuais técnicos utilizam com o que os EIA tratam. Diante disso, foi possível a abordagem sobre os principais impactos físico, bióticos e socioeconômicos, analisando não todos, mas os mais comuns que podem surgir no momento do Planejamento (P), Implantação (I) e Operação (O) da construção de uma barragem.

Portanto, foi de suma importância caracterizar bem os impactos físicos, bióticos e socioeconômicos, tendo em vista que para cada caso, deverá ser adotado um procedimento adequado de sua dimensão para mitigá-los. Cabe ressaltar, que apesar do levantamento dos impactos e suas formas de mitigação, ainda existem certas situações relacionadas com a construção de barragens, que por vezes, não são fiscalizadas e/ou respeitadas.

Assim, conclui-se o presente trabalho, esperando trazer para o engenheiro a visão para além da obra da estrutura, mas um olhar para o ambiente e seus componentes, em especial, as pessoas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LEITE, C. B. B. Elevações induzidas no lençol freático devido a formação de reservatórios e o significado das modificações resultantes. *Geociências*, 2002.
- ALCÂNTARA, E.H.; NOVO, E.M.L.; STECH, J.L. *Novas Tecnologias para o Monitoramento e Estudo de Reservatórios Hidrelétricos e Grandes Lagos*, São José dos Campos: Parêntese, 2011.
- ALMEIDA, N. V.; NASCIMENTO, F. R.; CUNHA, S. B. A cobertura Vegetal e sua Importância na Análise Morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá - NE do Brasil/ Paraíba. *Revista GeoNorte* , V. 3, 2012.
- AMARAL, A. R.P. *Sento-Sé Memórias de Uma Cidade Submersa*. Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Juazeiro (BA): 2012.
- ARAÚJO, Carla Cavalcante. *Análise de riscos em barragens de abastecimento de água da grande João Pessoa-PB*. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, 2014.
- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. *Conservação do solo*. São Paulo: Ícone, 1990.
- BRAGA, Benedito *et al.* *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-árido. *Diretrizes ambientais para projeto e construção de barragens e operação de reservatórios*. / Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica, Unidade de Gerenciamento do Proágua/Semi-árido. – Brasília : Bárbara Bela Editora Gráfica e Papelaria Ltda., 2005.
- BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 fev. 1986.
- BRITSKI, H. A. A fauna de peixes brasileiros de água doce e o represamento de rios. In: Comase/Eletróbrás. *Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro*, 1994.
- CANEDO, G.R. *Mapa de Iso-velocidades: Uma Ferramenta para o Controle das Vibrações nas Pedreiras*. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo. São Paulo, 2013.
- Carvalho, G.A.F.—Arquivo: *INSPEÇÃO EM SEGURANÇA DE BARRAGENS 2020*. Turma 1. Região Sul – Módulo III. Autor Institucional: Agência Nacional de Águas – ANA, UNESCO, 2020.

- CARVALHO, Patrícia Garcia da Silva . Barragens e seus Impactos Socioambientais, CURSO SEGURANÇA DE BARRAGENS, 2013.
- CASTRO, M. A hidrelétrica de Tucuruí e a contestação das populações atingidas, 1993.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Introdução ao Processo de Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental. Manual Técnico. V2. 2019. 245p. In: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/12/Manual_EIA_RAP_v_02.pdf. Acesso em: 31/06/2022.
- CESTARI Junior. Reflexos do Enchimento do Reservatório da UHE Três Irmãos nas Edificações da cidade de Pereira Barreto. In: XXIII SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, Belo Horizonte, 1999. Anais. Belo Horizonte: CBGB, 1999.
- COELHO, André Luiz Nascentes. Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. Caminhos de Geografia, v. 9, n. 26, p. 16-32, 2008.
- CUNHA, Sandra B. Impactos das Obras de Engenharia Sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro – Brasil). Rio de Janeiro: Ed: Instituto de Geociências, UFRJ, 1995.
- CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a.
- CUNHA, Silvo Rodrigues Persivo. In: Relatório de Análise do Conteúdo dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da construção de Tucuruí, Altamira – Pará, 2006.
- FONTES, Luiz C. S. Erosão Marginal no Baixo Curso do Rio São Francisco. Um Estudo de Caso de Impactos Geomorfológicos à Jusante de Grandes Barragens, 2002.
- GODOY, M. P. Peixes do Brasil; subordem Characoidei. Piracicaba, Ed. Francisca-na, 4v. 1975.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 1991.
- GRILL, G. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. Environmental Research Letters, v.10, n.1, 2015.
- HENRIQUES, A. Impacto de Aproveitamentos Hidráulicos, in Partidário M, Jesus J. Avaliação do Impacto Ambiental. Lisboa: Centro de Estudos de Planeamento e Gestão do Ambiente, 1994.

JATOBÁ, Sergio Ulisses. Ideologia, imagem ambiental e práticas socioespaciais: reflexões para a compreensão dos conflitos de gestão territorial em Tucuruí – Pará, 2003.

LEAL, L. B. B. Avaliação dos impactos socioambientais gerados pelo Programa Luz para Todos em comunidades do baixo sul da Bahia. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Salvador, 2019.

MAGALHÃES, Sônia Barbosa; SILVA MARTINS, P. F.; Acselrad, H.; SIMOES, A.; STEWARD, A. M.. Memória social sobre a pesca: transformações socioambientais a jusante da barragem de Tucuruí, 2019.

MARQUES, J.; WAGNER, A.; MENEZES, L. (Orgs). Barrando as Barragens: O Início do Fim das Hidroelétricas. Paulo Afonso-BA: Editora SABEH, 2018.

MCCULLY, P. Silenced rivers: the ecology and politics of large dams. London: Zed Books, 1996.

MERRITS, Dorothy; MENKING, Kirsten.; DEWET, Andrew. Dynamic Earth Systems. In: MERRITS, Dorothy.; MENKING, Kirsten.; DEWET, Andrew. Environmental geology: An Earth Systems Approach. 2ª ed. New York: W. H. Freeman, 2014.

NORTE ENERGIA. Link: <https://www.nortenenergiasa.com.br/pt-br/uhe-belo-monte/historico>. Acesso em 06/07/2022.

OLIVEIRA. João Pacheco de. Os povos indígenas e o projeto da hidroelétrica de Belo Monte. Associação Brasileira de Antropologia, 2014.

PEREIRA et al. Análise e avaliação de impactos ambientais. Lavras-MG: Ufla/Faepe, 2001.

PIMENTEL, V.C.R. Alternativas de solução para os impactos físicos de barragens / V.C.R. Pimentel. - São Paulo, 2020.

QUEVEDO, J. R. A perspectiva de compreensão da América Latina a partir de seus Movimentos Sociais como possibilidade de percepção da integração, 2007.

ROCHA, Gilberto de Miranda. Gestão local e municipalização do território: a cidade e o reordenamento político-territorial na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Belém, 2002.

ROESLER, Marli Renate von Borstel. Gestão ambiental e sustentabilidade: a dinâmica da Hidrelétrica Binacional de Itaipu nos municípios lindeiros, 2007.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. Florianópolis, 2005.

SILVA, A. S. B.; FORBELONI, J. V. Os Impactos Ambientais e Sociais da construção da Barragem de Oiticica – Jucurutu/RN. Anais do XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social Movendo Outras Engrenagens Itajubá-MG, Brasil, 2018.

SILVEIRA, M, L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro, 2001.

SOARES, D. F. Paisagem e Memória: um mergulho no lago de Itaipu em busca dos Saltos de Sete Quedas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 10, 2003, Belo Horizonte (MG). Encruzilhadas do planejamento: repensando teorias e práticas, anais. Belo Horizonte: ANPUR, 2003.

SOUZA, E, A. Reordenamento sócio-econômico e cultural as famílias atingidas pela Barragem Eng^o Sérgio Mota: reassentamento Pedra Bonita e Santa Emília/Santana Brasilândia MS, 2005.

SZABÓ, József. Anthropogenic Geomorphology: subject and system. In: SZABÓ, József; DÁVID, Lóránt; LÓCZY Dénes (eds). Anthropogenic Geomorphology - A guide to man-made landforms. 1 ed. New York: Springer, 2010.

Tractabel-Energia. Relatório de Monitoramento da UHE Cana Brava. Disponível em:<http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Cana%20Brava/Relatorio%20Monitoramento/>, 2017.

TUDE de SOUZA, Angela. As políticas de gestão da força de trabalho e as condições de vida do trabalhador das obras barrageiras. Travessia. São Paulo, 1990.

VAINER, C. Implantacion de Grandes Represas Hidroelectricas, Movimientos Forzados y Conflictos Sociales. In: CANALES, J. Efectos Demográficos de Grandes Proyectos de Desarrollo. UNFPA, 1990.

VAINER, C. Como temos lutado e como contuaremos lutando contra as barragens. Texto base para discussão. In: I Encontro Internacional de Povos Atingidos por Barragens. Curitiba, 1997.

VAINER, C.; ARAÚJO, F. Implantação de Grandes Hidrelétricas: estratégias do setor elétrico, estratégias das populações atingidas. Revista do Migrante, São Paulo, 1990.

VALENÇA, W. S. S. A dimensão urbana dos impactos da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Rio de Janeiro, 1991.

VIANA, R. Grandes Barragens, Impactos e Reparações: um estudo de caso sobre a barragem de Itá. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

WCD. The World Commission on Dams. Dams and Development – A New Framework for Decision-Making – The Report of the Commission on Dams. London and Sterling, VA, USA – Earthscan Publications Ltd. 2000. Acessado em 30/06/2022.