



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO TRÊS RIOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCACIONADOS POR  
USINAS HIDRELÉTRICAS NO BRASIL**

**Renata Fernanda Oliveira de Souza**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida**

**CO-ORIENTADOR: Prof. Dr<sup>a</sup>. Fabíola de Sampaio R. Grazinoli Garrido**

**TRÊS RIOS - RJ  
DEZEMBRO – 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO TRÊS RIOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR  
USINAS HIDRELÉTRICAS NO BRASIL**

**Renata Fernanda Oliveira de Souza**

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,  
como requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três  
Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ  
DEZEMBRO – 2017**

De Souza, Renata Fernanda Oliveira, 1991-

Análise dos impactos ambientais ocasionados por usinas hidrelétricas no Brasil/ Renata Fernanda Oliveira de Souza - 2017.

49p. : número de gráficos grafs., número de tabelas tabs.

Orientador: Fábio Souto de Almeida.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: p. 44-49.

1. Licenciamento – Energia Elétrica – Meio Ambiente – Monografia  
I. De Souza, Renata Fernanda Oliveira. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. III. Análise dos impactos ambientais ocasionados por usinas hidrelétricas no Brasil.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO TRÊS RIOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR USINAS  
HIDRELÉTRICAS NO BRASIL**

**Renata Fernanda Oliveira de Souza**

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 12/12/2017

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

---

Prof. Dra. Fabíola de Sampaio Rodrigues Grazinoli Garrido

---

Prof. Dr. Sady Júnior Martins da Costa de Menezes

---

Prof. Dra. Olga Venimar de Oliveira Gomes

**TRÊS RIOS - RJ  
DEZEMBRO – 2017**



“Este trabalho é todo dedicado a minha base existencial, meus pais,  
DÉLIO E BEATRIZ, com todo o amor e gratidão por tudo que devo a  
vocês.”

## AGRADECIMENTO

Mais uma etapa dessa vida de estudante que vai chegando ao final e a primeira conquista para uma carreira profissional sólida. A essa conquista eu devo primeiramente a DEUS que através da FÉ me mostrou os caminhos pelos quais deveria percorrer, me guiou na direção correta para que tudo desse certo e iluminou meus pensamentos me dando a sabedoria para lidar com as diversas situações enfrentadas durante toda a minha vida, tanto acadêmica quanto pessoal.

Em segundo lugar gostaria de agradecer aos meus pais, DÉLIO e BEATRIZ, por serem a base sólida da qual eu me sustento e o espelho do qual eu reflito. Por me darem forças e me apoiarem em todos os momentos da minha vida, por se abdicarem de várias coisas da vida e não medir esforços para que os meus sonhos se realizem e para que eu alcance os meus objetivos almejados. Agradecer as palavras expressas pelo meu pai que sempre disse que a maior herança que ele pode me deixar são os estudos, pois me deram e continuarão dando a motivação necessária para que sempre se orgulhem de mim. Agradeço a minha irmã, FERNANDA, por sempre depositar em mim confiança e por acreditar que tudo daria certo. Por sempre expressar as palavras certas nos momentos certos para me motivar a sempre ser o melhor por ela e para mostrar-lhe que posso ser uma boa influencia na sua vida, e como ela sempre me diz: "servir sempre como sua fonte de inspiração!".

Em terceiro lugar agradecer aos meus orientadores, FÁBIO e FABÍOLA, pela grande amizade firmada desde o início do curso. Agradecer por todo amor, carinho e empenho dedicado não só a mim, mas a todos os alunos dando o melhor de si. Agradecer em especial, ao apoio, carinho, paciência que tiveram comigo durante o desenvolvimento da minha vida acadêmica. Agradecer por me apoiarem e acreditarem na proposta deste trabalho, pelas orientações e incentivos dados durante todo o desenvolvimento deste e que tornaram possível a conclusão da minha monografia.

Agradeço a minha amiga Ana Paula, presente que ganhei através deste curso, pela amizade consolidada, pelo ombro amigo, pelos conselhos, puxões de orelha e por sempre estar ao meu lado dando apoio, incentivo e por acreditar sempre em mim que poderia sempre ser e dar o meu melhor. Agradeço muito pela parceria em tudo!

Agradeço aos amigos de longa data por compartilharem dos mais diversos momentos comigo. Agradeço aos amigos trirrienses por compartilharem comigo a alegria de passar no vestibular, dar início ao curso e pelas tristezas, dores e saudades. Agradeço aos amigos feitos durante o curso por compartilharmos juntos dessa vida árdua de universitários.

Agradeço a todos os professores deste curso, aos mestres que deram e transferiram sempre do seu melhor, sejam os conhecimentos, sabedoria, lições e conselhos de vida para formar não só grandes profissionais mas para formar cidadãos de bem e éticos. Agradeço pelos exemplos de pessoas que são e por sempre acreditarem em nós e nos motivarem a voar sempre mais alto.

*“Construir pode ser a tarefa lenta e difícil de anos. Destruir pode ser o ato impulsivo de um único dia.”*

*Winston Churchill*

*“A natureza pode suprir todas as necessidades do homem, menos a sua ganância.”*

*Mahatma Gandhi*

*“Eu sou a água. Para os humanos, eu estou simplesmente... ali. Eu sou algo que eles consideram garantido. Mas só existe uma quantidade limitada de mim. E há mais e mais pessoas a cada dia que passa. Eu começo como chuva nas montanhas, escorro até os rios e termino no oceano. Aí o ciclo começa de novo. E vou levar 10 mil anos para voltar ao estado em que estou agora. Mas para os humanos eu sou apenas água, sempre ali. Onde os humanos vão me achar quando houver outros bilhões deles a me consumir? E se eu começar a faltar, como já vem acontecendo? Eles vão começar a fazer guerras por mim como fazem por todo o resto? É sempre uma opção. Mas não é a única. A natureza não precisa das pessoas. As pessoas precisam da natureza.”*

*(Maitê Proença como A Água - Conservação Internacional, 2016)*

## RESUMO

Com a Revolução Industrial, a energia elétrica passou a ocupar um espaço fundamental na sociedade moderna, a qual possibilitou o crescimento das indústrias, do comércio, da agricultura e da vida social. A instalação de usinas hidrelétricas de grande porte, dada a grandiosidade do empreendimento, gera efeitos que ultrapassam os limites de sua abrangência, atingindo e alterando estruturas até então existentes. O presente trabalho teve como objetivo principal identificar e analisar os impactos ambientais das Usinas Hidrelétricas no Brasil. As informações analisadas neste trabalho foram coletadas de nove Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) de usinas hidrelétricas, que foram confeccionados visando atender as exigências para o licenciamento desses empreendimentos. Dos estudos analisados realizou-se a extração dos impactos ambientais previstos, de acordo com a sua natureza (negativo ou positivo), o meio que afetam (físico, biótico ou socioeconômico), magnitude (baixa, média e alta) e fase do empreendimento em que ocorre (planejamento, instalação e operação). Ao contabilizar o número de impactos ambientais gerados totalizou-se 103 impactos distribuídos entre os meios físicos, biótico e socioeconômico. Do total de impactos contabilizados, dez são impactos ambientais de natureza positiva, 92 são impactos ambientais de natureza negativa e apenas um destes impactos foi caracterizado com natureza tanto positiva quanto negativa. Sabe-se que é na fase de instalação que ocorre a maior parte dos impactos ambientais e de forma mais expressiva. Os impactos ambientais positivos que foram classificados com alta magnitude ocorrem na fase de planejamento, e referem-se a uma grande expectativa com a proposta de implantação do empreendimento, já que o mesmo irá favorecer a geração de renda e postos de trabalho para a população tanto local como regional. Já os impactos ambientais negativos foram classificados em diversos tipos de magnitude, mas nota-se que a maioria destes ocorre nos meios físico e biótico, ou seja, afetando, principalmente, a flora e fauna. Pode-se concluir que a implementação deste tipo de empreendimento gera diversos tipos de impactos ambientais, sendo alguns destes de cunho mais grave. Recomenda-se que os responsáveis por estes empreendimentos estudem minuciosamente os impactos causados por hidrelétricas e procurem propor medidas que visem evitar, eliminar ou diminuir cada vez mais a magnitude dos impactos negativos sobre os meios afetados. Já os impactos que não puderem ser mitigados, deverão ser compensados, através das chamadas medidas compensatórias.

Palavras-chave: licenciamento, energia elétrica, meio ambiente.

## **ABSTRACT**

With the Industrial Revolution, electric power came to occupy a fundamental space in modern society, which allowed the growth of industries, commerce, agriculture and social life. The installation of large hydroelectric plants, given the greatness of the enterprise, generates effects that exceed the limits of its scope, reaching and altering structures until then existing. The main objective of this work was to identify and analyze the environmental impacts of hydroelectric plants in Brazil. The information analyzed in this work was collected from nine Environmental Impact Reports (RIMA) of hydroelectric plants, which were made to meet the requirements for the licensing of these projects. From the analyzed studies, the expected environmental impacts were extracted according to their nature (negative or positive), the medium they affect (physical, biotic or socioeconomic), magnitude (low, medium and high) and phase of the enterprise (planning, installation and operation). When counting the number of environmental impacts, there were 103 impacts distributed among the physical, biotic and socioeconomic environments. Of the total number of impacts counted, ten are positive environmental impacts, 92 are negative environmental impacts and only one of these impacts was characterized with both positive and negative nature. It is known that it is in the installation phase that most environmental impacts occur and in a much more significant way. The positive environmental impacts that were classified with high magnitude, occur in the planning phase, and refer to a great expectation with the proposal of implementation of the enterprise, since it will favor the generation of income and jobs for the population both local and regional. The negative environmental impacts were classified in several types of magnitude, but most of these occur in the physical and biotic means, that is, affecting mainly the flora and fauna. It can be concluded that with the construction of this type of enterprise several types of environmental impacts are generated, some of them being more serious. It is recommended that those responsible for these ventures study a little deeper into the impacts caused by hydroelectric dams and seek to propose measures aimed at avoiding, eliminating or decreasing the magnitude of the negative impacts on the affected environments. The impacts that cannot be mitigated, should be compensated, through so-called compensatory measures.

**Keywords:** licensing, electricity, environment.

## **LISTA DE ABREVIACOES E SMBOLOS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAPCH - Associação Brasileira de PCHs e CGHs

AHE - Aproveitamento Hidrelétrico

AIA- Avaliação de Impacto Ambiental

ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica

APP - rea de Preservação Permanente

BIG - Banco de Informações de Geração

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA- Estudo de Impacto Ambiental

ELETRORS - Centrais Elétricas Brasileira S.A

EVTE - Estudo de Viabilidade Técnica Econmica

GPI - Grandes Projetos de Investimentos

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LO - Licença de Operação

MME - Ministério de Minas e Energia

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

PBA - Projeto Básico Ambiental

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

PDMA - Plano Diretor de Meio Ambiente

PNMA- Política Nacional de Meio Ambiente

RIMA- Relatório de Impacto Ambiental

SIN - Sistema Interligado Nacional

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

UFV - Centrais Geradoras Solar Fotovoltaica

UHE - Usinas Hidrelétricas

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Gráfico com a estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2016.....	19
<b>Figura 2.</b> Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica.....	20
<b>Figura 3.</b> Mapa de divisão político-administrativa do país.....	25
<b>Figura 4.</b> Mapa apresentando as variações de densidade demográfica do país.....	26
<b>Figura 5.</b> Mapa apresentando os climas brasileiro.....	27
<b>Figura 6.</b> Mapa do potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica no Brasil.....	28
<b>Figura 7.</b> Potencial Hidrelétrico por Bacia Hidrográfica.....	28
<b>Figura 8.</b> Localização dos empreendimentos de acordo com os RIMA's utilizados no presente estudo.....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Número de impactos ambientais nos componentes do meio ambiente e em cada fase das usinas hidrelétricas no Brasil.....	31
--	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de planejamento de usinas hidrelétricas.....	32
<b>Quadro 2.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio físico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.....	35
<b>Quadro 3.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio biótico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.....	38
<b>Quadro 4.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.....	40
<b>Quadro 5.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio físico na fase de operação de usinas hidrelétricas.....	43
<b>Quadro 6.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio biótico na fase de operação de usinas hidrelétricas.....	44
<b>Quadro 7.</b> Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de operação de usinas hidrelétricas.....	46

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVO GERAL .....	18
1.1.1 Objetivos Específicos.....	18
2. LICENCIAMENTO DE UHE - USINAS HIDRELÉTRICAS.....	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	25
3.2. COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS HIDRELÉTRICAS .....	31
4.2. FASE DE PLANEJAMENTO .....	31
4.3. FASE DE INSTALAÇÃO .....	33
4.4. FASE DE OPERAÇÃO .....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
6. REFERÊNCIAS .....	48

# 1. INTRODUÇÃO

Na década de 1950 iniciou-se no Brasil um acelerado processo de industrialização, que necessitou de elevado aporte de investimento em infraestrutura para que pudesse se sustentar (Bortoleto 2001). De acordo com Santos (1978) *apud* Da Silva (2006):

"O crescimento populacional, a necessidade de moradia e a exigência do mercado cada vez mais globalizado - não se referem a sociedade globalizada, pois é discutível - aumentam a demanda e, por conseguinte, o consumo de mercadorias - bens duráveis e não duráveis - de serviços especializados, de atividades lúdicas e recreativas tem acelerado e intensificado as transformações sócio-espaciais e a apropriação da Natureza Primeira, conseqüentemente a exaustão e degradação ambiental."

A energia elétrica, a partir da Revolução Industrial vem ocupando papel fundamental na sociedade moderna, propiciando o crescimento das indústrias, do comércio, da agricultura e da vida social (Guena 2007). Historicamente, a oferta de energia é apontada como um dos gargalos do crescimento econômico, onde a de origem hidrelétrica representa papel significativo (Sathler de Queiroz & Motta-Veiga 2012). Atualmente, o modelo de desenvolvimento brasileiro tem por objetivo o crescimento econômico pelo avanço da industrialização, com a difusão de tecnologia em larga escala e com constante renovação do arcabouço produtivo, apresentando forte atuação do estado nesse processo (HOBSBAWM 1982 *apud* CAMARA et al. 2016). Nesse cenário, para sustentar o crescimento da economia, a manutenção da disponibilidade de energia elétrica é essencial.

Os impactos ambientais ocasionados pelo desenvolvimento socioeconômico dos últimos 250 anos causaram danos ao equilíbrio de ecossistemas específicos e a biosfera do planeta Terra (Castro et al. 2011). Como em todo grande empreendimento, a instalação de usinas hidrelétricas de grande porte gera efeitos que ultrapassam os limites de sua abrangência, atingindo e alterando estruturas até então existentes (Bortoleto 2001). Conforme Stamm (2003):

"Antes da década de 1970, os empreendedores preocupavam-se com a viabilidade técnico-econômica dos seus projetos. O objetivo fundamental era o de produzir mais ao menor preço. O meio ambiente era considerado inesgotável, tanto no que se referia ao fornecimento das matérias-primas como ao seu potencial de absorver os resíduos produtivos e até o resíduo do próprio produto após o seu consumo ou término da vida útil."

Com o aumento da conscientização ambiental, a partir da "Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente" realizada em 1972, em Estocolmo, e dos problemas ambientais ocasionados, principalmente, por grandes empreendimentos, passou-se a incluir um cuidado maior com a variável ambiental durante o desenvolvimento dos projetos (Stamm 2003). A década de 80 foi marcada como sendo aquela em que surgiram, em grande parte dos

países, leis regulamentando a atividade industrial no tocante a poluição. Segundo Moura (2002) *apud* Seiffert (2014) também nessa década teve impulso a formalização e obrigatoriedade da realização de Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente (EIA-RIMA), com audiências públicas para aprovação dos licenciamentos ambientais em diferentes níveis de organizações do governo.

Nos EUA, com a exigência da realização de Estudos de Impacto Ambiental como pré-requisito para a instalação de empreendimentos potencialmente poluidores em 1969, surgiu a primeira regulamentação que apresentava enfoque preventivo em relação à degradação ambiental, em contraste as demais que tinham, em geral, caráter corretivo (Seiffert 2014).

No Brasil, a realização dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) somente foram regulamentadas, a nível federal, pela Resolução CONAMA 01 de 1986 (Cunha & Guerra 2007). Cabe ressaltar que na referida resolução são citadas as categorias de projetos das quais serão exigidos a apresentação desses documentos. Assim, dentre as atividades elencadas, estão: a instalação de linhas de transmissão de energia elétrica com capacidade para mais de 230KW e obras destinadas a exploração de recursos hídricos, assim como barragens para fins energéticos, acima de 10MW, obras destinadas ao saneamento ou irrigação, aquelas com objetivo de retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, além de transposição de bacias e diques. Ou seja, atividades relacionadas à instalação de usinas hidrelétricas.

A energia possui um papel primordial como fonte e potencializadora do desenvolvimento (Costa et al. 2010). A geração de energia através de hidrelétricas implica em inúmeros impactos ambientais negativos como, por exemplo, a redução da área com vegetação nativa, alterações dos cursos d'água, dentre outros. Porém, ocasiona impactos positivos significativos tanto para a economia nacional quanto local como, por exemplo, a geração de empregos para a população, dinamização da economia, dentre outros. Dada a importância que a construção de usinas hidrelétricas tem para o desenvolvimento econômico desde nacional a local e, levando-se em consideração as consequências dos impactos gerados por esta, o presente trabalho visa apresentá-los e pretende-se que o mesmo auxilie na redução das alterações ambientais adversas causadas por esse tipo de empreendimento.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como principal objetivo identificar os impactos ambientais da geração de energia elétrica por Usinas Hidrelétricas, no Brasil, desde o seu planejamento até a sua efetivação e pós-operação.

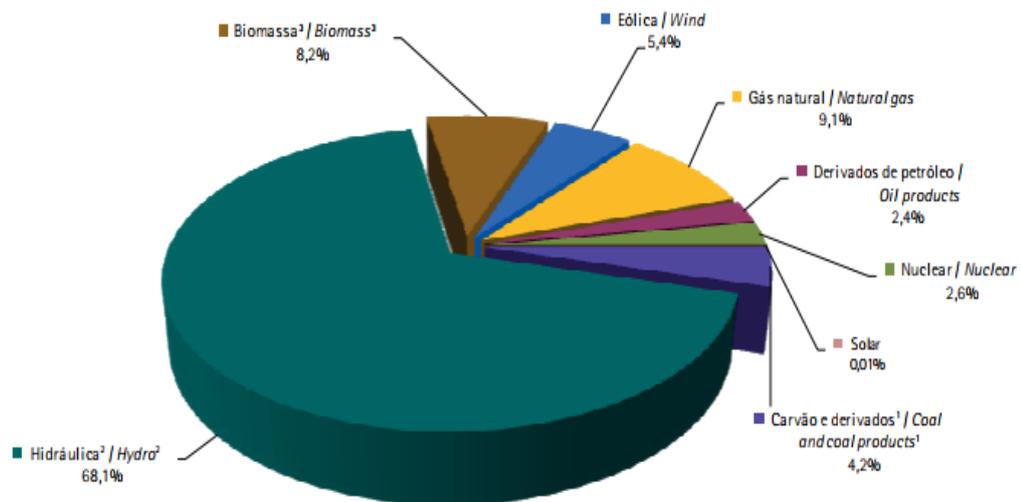
### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- Realizar um embasamento teórico sobre o licenciamento de usinas hidrelétricas no Brasil.
- Realizar o levantamento e listar os impactos ambientais causados nas fases de planejamento, instalação e operação desses empreendimentos.
- Identificar e estudar a classificação dos impactos ambientais de hidrelétricas.
- Discutir sobre a frequência de ocorrência dos impactos ambientais identificados.

## **2. LICENCIAMENTO DE UHE - USINAS HIDRELÉTRICAS**

Durante o século XX a farta oferta de energia era oriunda, principalmente, a partir dos combustíveis fósseis, logo esse cenário teve que ser mudado devido as questões ambientais quando foi criada uma nova realidade: a da ciência da sustentabilidade (ANEEL 2008). Conforme a ANEEL (2008) houve a necessidade de substituir as fontes tradicionais por recursos menos agressivos ao meio ambiente, ou seja, de menor impacto ambiental. Assim, neste cenário surgem as hidrelétricas como fonte de energia mais "limpa".

A principal fonte de geração de energia elétrica é a hidráulica, que apresentou uma expansão de 5,9%, em 2017, na comparação com o ano anterior (EPE 2017). Ainda conforme o autor "o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a geração hidráulica que responde por 68,1% da oferta interna" (Figura 1).



Notas / Notes:

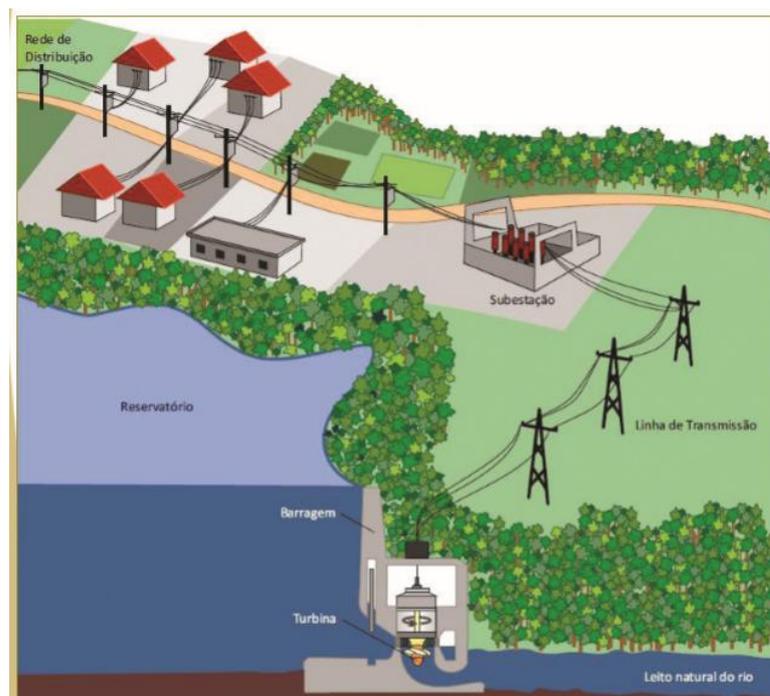
1. Inclui gás de coqueria / Includes coke oven gas

2. Inclui importação de eletricidade / Includes electricity imports

3. Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações / Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

**Figura 1.** Estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2016. Fonte: Relatório Final BEN (2017).

A geração de energia hidrelétrica consiste em utilizar a energia potencial gravitacional da água represada, em energia cinética de rotação, ou seja, aproveitar o potencial hidráulico existente (Guena 2007). Para produzir energia hidrelétrica é necessário integrar a vazão do rio, a quantidade de água disponível em determinado período de tempo e os desníveis do relevo, sejam eles naturais, como as quedas d'água, ou criados artificialmente (ANEEL 2008) (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica. Fonte: EPE (2011).

As construções de usinas hidrelétricas constituem Grandes Projetos de Investimentos (GPI's), empreendimentos de grandes dimensões que movimentam extraordinários montantes de dinheiro e de outros recursos, tais como mão de obra e infraestrutura, além de uma grande disponibilidade de recursos naturais (Buiatti Cruz & De Paulo da Silva 2010). De acordo com Martins (1993) *apud* Buiatti Cruz & De Paulo da Silva (2010) os Grandes Projetos de Investimentos são considerados como "projetos econômicos de envergadura", os quais abrangem as hidrelétricas, os planos de colonização e construção de rodovias.

"Assim, os grandes projetos causam grandes e graves efeitos em relação ao meio e às pessoas, uma vez que no processo de implantação há "uma ausência de análises sobre as alterações socioeconômicas, culturais e ambientais que causariam às regiões". (Bortoleto 2001 *apud* Buiatti Cruz & De Paulo da Silva 2010).

A Lei nº 9.427, de 26 de 1996, institui a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em seu Art. 2º estabelece que esse órgão deve "regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal". Por envolver a exploração de um recurso natural que, pela Constituição, é considerado como bem da União, a construção das UHE's e PCH's deve ser precedida de um estudo de inventário - cuja realização depende de autorização da ANEEL e cujos resultados também deverão ser aprovados por esta entidade (ANEEL 2008). De acordo com Art. 225, Cap. VI - Do Meio Ambiente:

"Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público

e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."

"A energia elétrica constitui, reconhecidamente, um insumo indispensável aos processos de produção modernos. Seu uso também está, em geral, associado, em qualquer sociedade em desenvolvimento, ao aumento da renda per capita e a melhorias na qualidade de vida da população, propiciando melhores níveis de habitação, saúde e educação. Por outro lado, constata-se que, nas economias capitalistas, essa evolução tem, por sua vez, constituído historicamente um pré-requisito para o surgimento de uma atitude conservacionista, sistemática e difundida, em relação ao uso dos recursos naturais" (II PDMA 1991/1993).

Para compatibilizar melhor o planejamento do setor elétrico com as normas do licenciamento é fundamental que haja uma maior interação entre os órgãos setoriais e os demais agentes envolvidos com o processo de licenciamento (Facuri 2004). Segundo Costa et al. (2012) foi a partir da década de 1980 que houve uma maior conscientização por parte do setor elétrico com relação a flora, fauna e água. Com a publicação das diretrizes da Resolução CONAMA nº 001 de 1986 e, com a criação do Plano 2010 em 1987, que foi planejado e coordenado pela ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras -, é que as questões ambientais passaram a ter um caráter setorial. "O processo de internalização das questões ambientais no âmbito do setor elétrico ocorreu em 1990, com a elaboração do II PDMA que realimentou a política ambiental para o setor e estabeleceu as novas diretrizes que nortearam as ações ambientais (PDMA 1990 *apud* Costa et al. 2012).

"O Plano Diretor de Meio Ambiente - PDMA tem como objetivo principal definir princípios básicos e diretrizes que configurem a postura geral do Setor Elétrico no trato das questões socioambientais nas etapas de planejamento, implantação e operação dos seus empreendimentos, compatível com as diretrizes e instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), suas reformulações e legislação complementar" (II PDMA 1991/1993).

O processo de planejamento, implantação e operação de uma usina hidrelétrica começa com os estudos de inventário da bacia hidrográfica que visa avaliar o potencial hidrelétrico de um rio e ajuda a definir os melhores locais para a construção deste tipo de empreendimento (CNEC 2014). Segundo Facuri (2004) a Resolução ANEEL nº 393 de 1998 inventário hidrelétrico é "a etapa de estudos de engenharia em que se define o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica, mediante o estudo de divisão de quedas e as definições prévia do 'aproveitamento ótimo'". Conforme dito mais acima, o estudo de inventário deve ser aprovado pela ANEEL e que confere a possibilidade do início da próxima etapa - dos Estudos

de Viabilidade, composto pelos seguintes: Estudos de Viabilidade Técnica Econômica (EVTE) e pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

A Resolução ANEEL n° 395 de 1998 estabelece procedimentos para Estudos de Viabilidade e Projeto Básico no caso de empreendimentos voltados à geração hidrelétrica. Também trata da exploração de Pequenas Centrais Hidrelétricas, com capacidade de até 30 MW. Essa resolução, no seu Art. 3° ainda menciona que a exploração de aproveitamentos hidrelétricos com capacidade acima de 30 MW, deve ser precedida de estudos de viabilidade ou de projeto básico. Segundo Facuri (2004) a EPE é quem deve realizar os estudos de inventário do potencial hidrelétrico e de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos, além de ser responsável pela obtenção da Licença Prévia, sendo as demais licenças (Instalação e Operação) responsabilidade da futura concessionária.

De acordo com a Eletrobrás (1997) as etapas de estudo de inventário da bacia hidrográfica são as seguintes: primeiro é realizada a Estimativa do Potencial Hidrelétrico com uma análise características da bacia hidrográfica, incluindo aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos e ambientais, verificando-se a vocação da bacia para geração de energia. A segunda etapa constitui os Estudos de Inventário Hidrelétrico, que determina o potencial hidrelétrico da bacia, estabelecendo a melhor divisão de queda, mediante a identificação dos aproveitamentos que propiciem o máximo de energia ao menor custo e com o mínimo de impactos ambientais negativos. É nesta fase que solicita-se a Licença Prévia. A terceira etapa são os Estudos de Viabilidade, em que se define a concepção global de um dado aproveitamento, da divisão de queda selecionada na etapa anterior, visando a otimização técnico-econômica e ambiental e a obtenção de seus benefícios e custos associados. Nesta etapa são apresentados o EIA e o RIMA, e é obtida a Licença Prévia. A penúltima etapa é o Projeto Básico, no qual é detalhado com precisão as características do projeto, incluindo as especificações técnicas das obras civis e equipamentos eletromecânicos, bem como programas socioambientais. Nesta fase é solicitada a Licença de Instalação e é apresentado o Projeto Básico Ambiental (PBA). Ao final desta os estudos são aprovados e, além disso, obtêm-se a autorização para construção e a Licença de Implantação. A última etapa é o Projeto Executivo/Construção, em que são elaborados os desenhos e o detalhamento das obras civis. Nesta fase é solicitada a Licença de Operação, que é obtida ao final desta e antes da fase do enchimento do reservatório.

Diante do que foi apresentado, nota-se a importância do desenvolvimento dos estudos ambientais para a tomada de decisões na construção deste tipo de empreendimento, já que constitui um instrumento para ajudar nas análises de viabilidade ambiental. Segundo Facuri

(2004) "observe-se que, segundo as regras atuais, de acordo com o exposto no Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004, que cria a Empresa de Pesquisa Energética - EPE, para um aproveitamento hidrelétrico ser licitado, é necessário que sejam aprovados os estudos de engenharia, inventário e viabilidade, e que se tenha obtido a Licença Prévia Ambiental".

O EIA/RIMA inclui um amplo conjunto de levantamentos técnicos que englobam o diagnóstico ambiental das áreas de influência do empreendimento, a identificação dos impactos ambientais potencialmente decorrentes da implantação e operação do sistema de geração de energia proposto e a elaboração das respectivas medidas mitigadoras e compensatórias (JGP 2009). Já o CNEC (2014) expressa que "o EIA é um estudo por meio do qual é possível conhecer a região de implantação do empreendimento, prever possíveis impactos e propor soluções para evitar ou diminuir seus efeitos negativos, além de aproveitar melhor os efeitos positivos; enquanto o RIMA é uma versão simplificada do EIA para ajudar na participação da população".

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1996) *apud* Jorge (2002) "organizações de todos os tipos estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto, controlando o impacto de suas atividades, produtos ou serviços no meio ambiente, levando em consideração sua política e seus objetivos ambientais". Esse cenário deve-se ao surgimento, em todo o mundo, de uma legislação ambiental mais exigente, do desenvolvimento de políticas voltadas à proteção ambiental, pela escassez de recursos naturais e pelo aumento da conscientização da população em geral em relação aos problemas ambientais (Jorge 2002).

Assim, levando-se em consideração a época da Revolução Industrial e o quanto o meio ambiente foi explorado abusivamente, menosprezando a poluição do ar e da água e os impactos ambientais em geral, em prol do desenvolvimento econômico é que os países passaram a instituir leis como meios de proteção do meio ambiente. No Brasil, a Constituição de 1988 trata sobre o meio ambiente ao longo de alguns dos seus artigos, mais especificamente no Capítulo VI, Art. 225. Importante destacar a existência da Lei Federal Nº 6.938 de 1981, segundo o Art. 1º "...esta lei estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental"; também criou-se o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

Phillip Jr. e Maglio (2005) *apud* Seiffert (2014):

"Antes do estabelecimento da Lei nº 6.938/81, a abordagem da política ambiental subordinava a questão da proteção ambiental ao desenvolvimento econômico. Por meio desse instrumento legislativo, essa política evoluiu para uma nova abordagem,

em que se busca maior equilíbrio entre o ambiente e o desenvolvimento, fortalecendo a aplicação de medidas de controle e mitigação dos seus efeitos. Trata-se de um novo enfoque em que a qualidade ambiental passa a ser reconhecida como um fator importante para a qualidade de vida do homem. A partir daí, os órgãos ambientais de governo passaram a receber a atribuição de regular os efeitos nocivos do desenvolvimento econômico" (Phillip Jr. e Maglio 2005 *apud* Seiffert 2014).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 001/1986, Art. 1º "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 (...)". Além disso, conforme já citado anteriormente, vide introdução, no Art. 2º elenca as atividades que necessitam da elaboração do EIA/RIMA. Jorge (2002) cita que no caso de usinas hidrelétricas, esta resolução estabelece esta necessidade em obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MW.

Importante destacar a Resolução CONAMA nº 006/1987 que foi criada "considerando as necessidades de que sejam editadas regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente aquelas nas quais a União tenha interesse relevante como a geração de energia elétrica, no intuito de harmonizar conceitos e linguagem entre os diversos intervenientes no processo". Nesta mesma resolução deixa claro que o IBAMA supervisionará os entendimentos previstos nos artigos seguintes, tais como Art. 4º "Na hipótese dos empreendimentos de aproveitamento hidroelétrico, respeitadas as peculiaridades de cada caso, a Licença Prévia (LP) deverá ser requerida no início do estudo de viabilidade da Usina; a Licença de Instalação (LI) deverá ser obtida antes da realização da Licitação para construção do empreendimento e a Licença de Operação (LO) deverá ser obtida antes do fechamento da barragem". Ainda nesta resolução são expostos os documentos necessários durante o licenciamento do empreendimento, ou seja, para obtenção de "Licença Prévia: Requerimento de Licença Prévia, Portaria MME autorizando o Estudo da Viabilidade, Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) sintético e integral, quando necessário, Cópia da publicação de pedido na LP; Licença de Instalação: Relatório do Estudo de Viabilidade, Requerimento de licença de Instalação, Cópia da publicação da concessão da LP, Cópia da Publicação de pedido de LI, Cópia do Decreto de outorga de concessão do aproveitamento hidrelétrico, Projeto Básico Ambiental; Licença de Operação: Requerimento de Licença de Operação, Cópia da Publicação da Concessão da LI, Cópia da Publicação de pedido de LO".

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o Brasil conta com uma área total de 8.515.767,049 km<sup>2</sup> de extensão (Figura 3). O país é dividido em cinco regiões geográficas (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e possui 26 estados e o Distrito Federal (IBGE 2017). Possui densidade demográfica média de 24,30 hab/km<sup>2</sup>, mas que, em geral, é maior no litoral que no interior (IBGE 2017) (Figura 4).



Figura 3. Mapa de divisão político-administrativa do Brasil. Fonte: IBGE (2017).



**Figura 4.** Mapa apresentando as variações de densidade demográfica do Brasil. Fonte: IBGE (2017).

O Brasil ocupa quase metade da América do Sul e é o país com a maior diversidade de espécies no mundo, espalhadas nos seis biomas terrestres e nos três grandes ecossistemas marinhos (MMA 2017). Já foram descritas mais de 103.870 espécies animais e 43.020 espécies vegetais. Ainda segundo o MMA (2017) suas diferentes zonas climáticas favorecem a formação de zonas biogeográficas (biomas), a exemplo da floresta amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo; o Pantanal, maior planície inundável; o Cerrado, com suas savanas e bosques; a Caatinga, composta por florestas semiáridas; os campos dos Pampas; e a floresta tropical pluvial da Mata Atlântica.

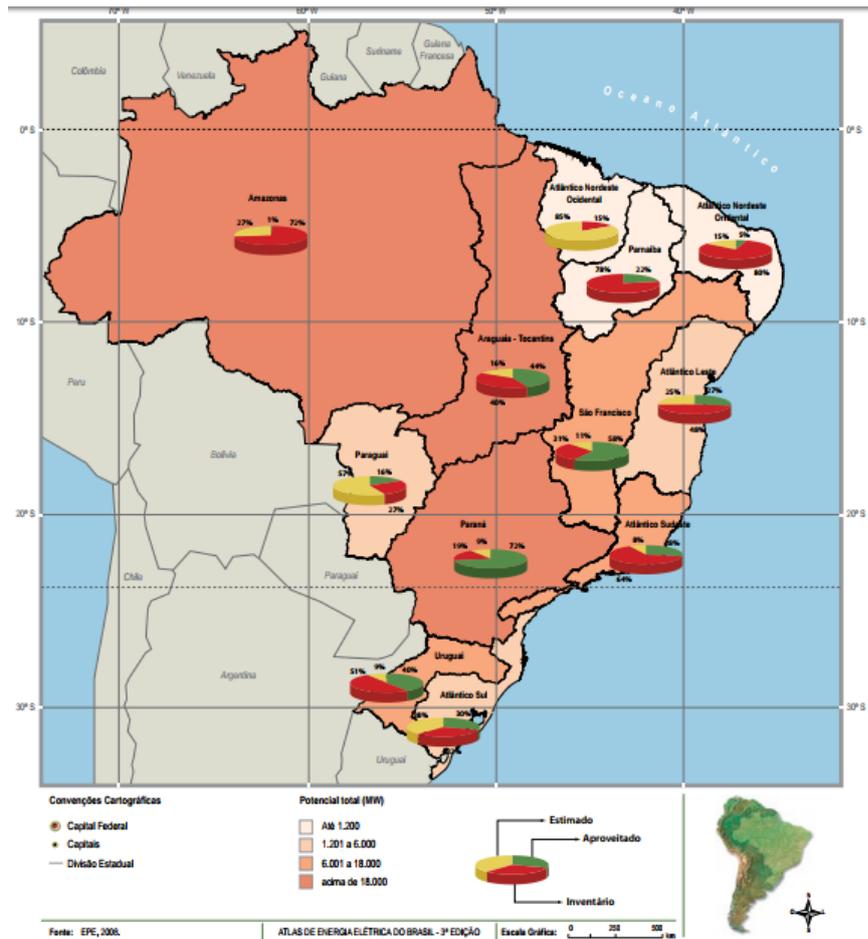
De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2017), no Brasil existem basicamente três tipos de clima: o equatorial, que ocorre principalmente na Floresta Amazônica e se caracteriza pelas altas temperaturas e chuvas durante todo o ano; o clima tropical, com predominância de temperaturas altas e chuvas predominantemente no verão; e o clima temperado, que ocorre no sul do país, onde geralmente as temperaturas do ar são mais baixas que no restante do país (Figura 5).



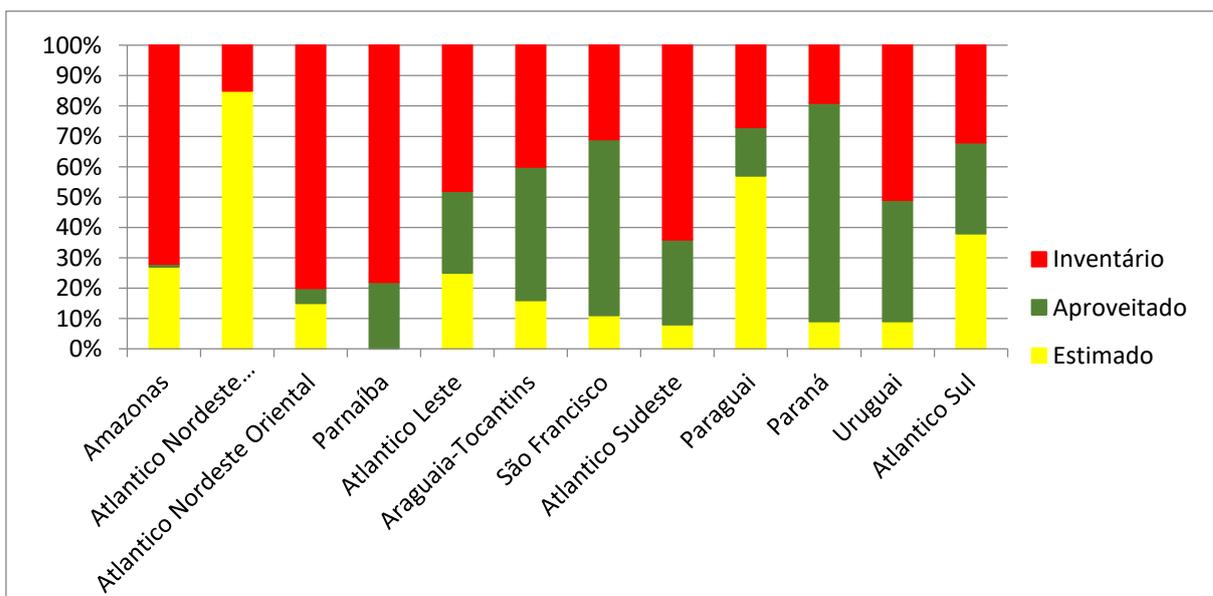
Fonte: Nimer, E. Um modelo metodológico de classificação de climas. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: IBGE, ano 41, n. 4, p. 59-89, out./dez. 1979. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao\\_digital\\_publicacoes.php](http://biblioteca.ibge.gov.br/colecao_digital_publicacoes.php)>. Acesso em: mar. 2012. Adaptado.

**Figura 5.** Mapa apresentando os climas brasileiros. Fonte: IBGE (2017).

No Brasil, além de ser um fator histórico de desenvolvimento da economia, a energia hidrelétrica desempenha papel importante na integração e no desenvolvimento de regiões distantes dos grandes centros urbanos e industriais (Portal Brasil 2011). Ainda de acordo com este portal "o potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica do Brasil está entre os cinco maiores do mundo; o País tem 12% da água doce superficial do planeta e condições adequadas para exploração. O potencial hidrelétrico (Figura 6) é estimado em cerca de 260 GW, dos quais 40,5% estão localizados na Bacia Hidrográfica do Amazonas – para efeito de comparação, a Bacia do Paraná responde por 23%, a do Tocantins, por 10,6% e a do São Francisco, por 10%. Contudo, apenas 63% do potencial foi inventariado. A Região Norte, em especial, tem um grande potencial ainda por explorar" (Figura 7).



**Figura 6.** Mapa do potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica no Brasil. Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2008).



**Figura 7.** Potencial Hidrelétrico por Bacia Hidrográfica. Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Elaboração própria.

De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG 2017) o Brasil conta com 4.744 empreendimentos em operação, sendo 219 usinas hidrelétricas, 2.937 usinas termelétricas abastecidas por fontes diversas (gás natural, biomassa, óleo diesel e óleo combustível), 430 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), duas nucleares, 619 centrais geradoras hidrelétricas (pequenas usinas hidrelétricas) e 61 Centrais Geradoras Solar Fotovoltaica (UFV). Ou seja, a maior parte da potencia, instalada ou prevista, provém da energia hidrelétrica.

Cabe destacar que conforme a ANEEL existem três tipos de classificações para a geração de energia hidrelétrica no Brasil: Usinas Hidrelétricas (UHE), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH's). A diferença entre estas, segundo a CTG Brasil (2017), consiste basicamente em dois pontos: a potencia (capacidade instalada) e a área do reservatório de água. A UHE são empreendimentos com capacidade de geração e potencia instalada acima de 30 MW e com uma área de reservatório acima de 13 km<sup>2</sup>; as PCH's são usinas hidrelétricas de tamanho e potencia relativamente reduzidos, possuem capacidade instalada entre 5 e 30 MW e conta com uma área de reservatório de água que deve ser menor que 13 km<sup>2</sup>; já as CGH's possuem capacidade instalada de gerar até 5 MW de energia (ABRAPCH 2017).

### **3.2. COLETA E ANÁLISE DE DADOS**

Importante ressaltar que para obtenção e análise dos dados foi utilizado a proposta de Landes (2016), que consiste na utilização das informações de estudos ambientais confeccionados para o licenciamento dos empreendimentos, extraindo destes os impactos ambientais previstos e, levando-se em consideração os seguintes aspectos: a natureza (negativo ou positivo), a magnitude (baixa, média ou alta), a fase em que ocorrem (planejamento, instalação e/ou operação) e qual o meio afetado (biológico, físico e socioeconômico) (Landes 2016).

Os dados foram coletados por meio de Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), que foram desenvolvidos como pré-requisito para o licenciamento de hidrelétricas.

Foram utilizados nove Relatórios de Impactos Ambientais:

- Relatório de Impacto Ambiental UHE Foz do Apiacás (Fevereiro de 2010);
- Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica São Manoel (Julho de 2011);
- Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica Sinop (Março de 2010);
- Relatório de Impacto Ambiental UHE Teles Pires (Setembro de 2010);
- Relatório de Impacto Ambiental UHE Itaocara (Abril de 2011);

- Relatório de Impacto Ambiental Aproveitamento Hidrelétrico Colíder - 300 MW (Janeiro de 2009);
- Relatório de Impacto Ambiental AHE São Luiz do Tapajós (2014)
- Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica de Xingó (1980)
- Relatório de Impacto Ambiental UHE Mauá (Novembro de 2004)

Conforme observado, a maioria dos relatórios analisados são de empreendimentos que localizam-se na região Centro-Oeste, sendo que três destes situam-se entre as regiões Norte e Centro-Oeste (Figura 8). Assim, destaca-se que o fato da maioria destes empreendimentos se situarem nesta região deve-se ao fato de ser a segunda maior região em extensão territorial do país. Importante ressaltar, também, a posição central desta região que faz fronteira com todas as outras regiões do país, vantagem para a distribuição de energia elétrica ao SIN - Sistema Nacional Interligado para todo o país.



**Figura 8.** Localização dos empreendimentos de acordo com os RIMA's utilizados no presente estudo. Fonte: [http://www.gifex.com/brazil\\_maps/Brazil\\_Regions\\_Map.htm](http://www.gifex.com/brazil_maps/Brazil_Regions_Map.htm). Elaboração própria.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS HIDRELÉTRICAS

Foram encontrados 103 impactos ambientais no total (Tabela 1). A fase de implantação foi a que apresentou o maior número de impactos ambientais, seguida da fase de operação e, com número de impactos expressivamente menor, a fase de planejamento. Na fase de planejamento apenas foram observados impactos sobre o meio socioeconômico, enquanto que nas demais fases são causadas alterações ambientais nos meios biótico, físico e socioeconômico. O número total de impactos por meio ficou organizado da seguinte maneira: 40 são socioeconômicos, 35 são no meio biótico e 28 são no meio físico.

**Tabela 1:** Número de impactos ambientais nos componentes do meio ambiente e em cada fase das usinas hidrelétricas no Brasil.

Meio	Fase do Empreendimento		
	Planejamento	Implantação	Operação
Físico	-	15	13
Biótico	-	19	16
Socioeconômico	10	14	16
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>48</b>	<b>45</b>
<b>TOTAL</b>			<b>103</b>

Da quantidade total de impactos contabilizados, dez são impactos ambientais de natureza positiva, 92 são impactos ambientais de natureza negativa e apenas um destes impactos foi caracterizado com natureza tanto positiva quanto negativa. Nota-se que os impactos positivos encontrados estão todos relacionados ao meio socioeconômico, enquanto que os negativos estão distribuídos tanto no meio socioeconômico quanto nos meios físicos e bióticos. É importante destacar que a quantidade de impactos ambientais negativos previstos nestes estudos revelam que as atividades necessárias para a implantação efetiva e operação destes empreendimentos exigem um minucioso planejamento e cuidados elevados, haja vistas a grande quantidade de alterações adversas que são causadas ao meio ambiente.

### 4.2. FASE DE PLANEJAMENTO

Nesta fase do empreendimento foram encontrados apenas impactos ambientais relacionados ao meio socioeconômico (Quadro 1), totalizando dez impactos conforme foi exposto na Tabela 1 acima. Destes, três são de natureza positiva e seis de natureza negativa, sendo apenas uma classificada tanto em positiva quanto negativa. Dois impactos ambientais positivos foram classificados com alta magnitude, tendo em vista que ambos se referem a uma

grande expectativa com a proposta de implantação do empreendimento já que o mesmo irá favorecer a geração de renda e postos de trabalho para a população tanto local como regional.

Durante a fase de planejamento de quaisquer que sejam os empreendimentos de "alta envergadura econômica", faz-se necessário destacar que durante a confecção dos estudos ambientais, EIA/RIMA's, alguns impactos são classificados em positivos e de alta magnitude tendo em vista que as empresas querem possibilitar o licenciamento ambiental desses empreendimentos. Assim, alguns impactos negativos tendem a serem classificados como de baixa magnitude. Levando em consideração a implantação de usinas hidrelétricas, a tendência é que o empreendimento consiga ser licenciado da melhor forma possível, já que o desenvolvimento de uma nação só pode ser planejado e realizado se houver suficiente energia (oferta) para as necessidades sempre crescentes (demanda) (PCE 2010).

Como observado, os impactos ambientais positivos estão relacionados aos benefícios que deverão ser gerados pelo empreendimento; além disso, desde o início da fase de planejamento já se fazem sentir alguns impactos positivos na região do empreendimento, como a contratação de pessoas para serviços de apoio aos estudos e levantamentos de campo (CNEC 2014). Ou seja, há um aumento da geração de conhecimento técnico-científico da área que ficará disponível, principalmente, para os órgãos e governantes locais, bem como a quem interessar.

Alguns outros impactos ambientais previstos e que foram classificados como de natureza negativa estão mais relacionados a fase de implantação/instalação do empreendimento, como, por exemplo, aumento populacional, aumento da ocupação irregular, dentre outros. Nota-se que estes impactos já foram previstos e citados nesta fase afim de possibilitar a tomada de medidas para mitigar os efeitos desses.

**Quadro 1.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de planejamento de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
SOCIOECONOMICO	Criação de expectativas	5	55,5	X	X		X	
	Dinamização da economia	6	66,6	X		X		
	Geração de empregos	8	88,8	X				X
	Alteração no cotidiano	2	22,2		X	X		
	Aumento do conhecimento técnico-científico	2	22,2	X				X
	Aumento populacional	6	66,6		X		X	
	Aumento do preço de terras e imóveis	4	44,4		X		X	
	Aumento da prostituição	3	33,3		X		X	
	Aumento da ocorrência de doenças	7	77,7		X		X	
	Aumento da violência	2	22,2		X			X

### 4.3. FASE DE INSTALAÇÃO

Na fase de implantação do empreendimento, ou seja, do início das obras foram identificados um total de 48 impactos ambientais (vide Tabela 1) distribuídos entre os meios físico (Quadro 2), biótico (Quadro 3) e socioeconômico (Quadro 4). Desse total apenas quatro são de natureza positiva, enquanto os outros 44 restantes são de natureza negativa; conforme foi observado anteriormente, os impactos ambientais positivos aqui previstos estão relacionados a geração de postos de trabalho e consequente aumento da massa salarial e dinamização da economia na região (PCE 2010).

Com relação a esta fase do empreendimento, sabe-se que é nesta em que ocorrem a maior parte dos impactos ambientais e de forma mais expressiva. Alguns impactos ambientais foram previstos em todos os estudos ambientais analisados, tais como:

No Meio Físico (Quadro 2): o impacto relacionado aos processos erosivos, haja vistas as escavações realizadas para instalação do empreendimento, ou seja, com a retirada da vegetação o solo fica exposto e suscetível a erosão e aos movimentos de massas de terras; a ocorrência de sismos, devido aos movimentos de massas de terras necessários para as obras; intervenções e alterações em processos minerários, tendo em vista as diversas escavações realizadas, e algumas partes das obras relacionadas a explosão de rochas, em que pode ser encontrado importantes fontes para exploração de minérios; alteração na qualidade das águas, pois durante a construção do empreendimento podem ser gerados diversos tipos de poluentes, além da produção de resíduos, líquidos (óleos e graxas) e efluentes que podem escoar e contaminar as águas; deposição de sedimentos (assoreamento) de rios e reservatórios, que segundo o PCE (2010) "a exposição do solo pelo corte da vegetação produz sedimentos (areia e argila) que podem ser levados para os rios pelas chuvas".

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas, tais como mineração; construção de barragens e represas; retificação e desvio do curso natural de rios; lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados; desmatamento e uso inadequado do solo em regiões ripárias e planícies de inundação; superexploração de recursos pesqueiros; introdução de espécies exóticas, entre outros (Goulart & Callisto 2003).

Alguns estudos classificam o impacto da alteração na qualidade da água como sendo no meio biótico, e outros como meio físico. Diante dessas diferenças, é importante explicitar que alguns impactos podem ocasionar outros. Como exemplo, pode-se citar a redução de cobertura vegetal, que também é um impacto de primeira ordem e atinge o meio biótico, tendo

como consequência a alteração da qualidade da água, caracterizado como impacto de segunda ordem que atinge o meio físico. Sobre isso, com a retirada da vegetação de alguns locais é normal que ocorram deslizamentos de terra e erosões, que serão arrastadas para dentro dos rios ou para os reservatórios, mudando a qualidade das águas desses locais. Além disso, pode ocorrer uma contaminação de aquíferos e lençóis freáticos, já que dada as escavações e exposições do solo, torna esses ambientes vulneráveis ao carreamento de contaminantes pela chuva. Kemerich et al. (2014) explica que o escoamento superficial é influenciado pelas propriedades hidráulicas do solo, material de origem e condições de compactação, solos com maiores condições de compactação apresentam maiores taxas de escoamento. A partir disso é possível perceber que o solo possui uma capacidade limite, onde nem toda a água que cai na forma de chuva consegue infiltrar.

Como consequência das atividades necessárias a implantação desse tipo de empreendimento, segundo Inatomi & Udaeta (2005) mudanças na hidrologia do terreno podem ocasionar a alteração do fluxo de corrente, alteração de vazão, alargamento do leito, aumento da profundidade, elevação do nível do lençol freático, mudança de lótico para lântico e geração de pântanos. De modo geral, o enchimento do reservatório vai promover mudanças nas comunidades de plâncton e do fundo dos rios e a modificação da comunidade de peixes. Pode haver desaparecimento local de algumas espécies, como costuma acontecer em empreendimentos dessa natureza. Esse impacto é mais relevante quando se consideram as espécies endêmicas e ameaçadas, ou quando não existem habitats disponíveis e adequados (CNEC 2014).

Assim sendo, qualquer modificação natural num rio, como no caso de mudanças climáticas, ou daquelas resultantes de obras de engenharia, poderá causar instabilidade ao sistema fluvial. Por conseguinte, profundas modificações nas características do canal e da planície terão lugar, afetando adversamente sua biodiversidade e a exploração econômica dos recursos (Manyari 2007).

Quanto à geração de ruído e vibração de solos, estes impactos, temporários, deverão ser sentidos e ocorrerão mais no início das obras devido ao movimento de terra, ao tráfego de veículos e equipamentos pesados. Estas atividades poderão ainda prejudicar a qualidade do ar, já que causará o levantamento de poeira. Estes impactos deverão ser sentidos perto do canteiro de obras e poderão incomodar as pessoas que estejam nas proximidades, e ainda ocasionar o afugentamento dos animais (EPE 2011).

**Quadro 2.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio físico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
FÍSICO	Interferência com Patrimônio Paleontológico	8	88,8		X			X
	Início e/ou aceleração de processos erosivos	9	100		X		X	
	Alteração da dinâmica fluvial	5	55,5		X	X		
	Interferências na dinâmica do aquífero e lençóis freáticos	6	66,6		X	X		
	Alterações Microclimáticas	7	77,7		X	X		
	Interferência em atividades e processos minerários	9	100		X	X		
	Alterações florísticas e fisionômicas	5	55,5		X		X	
	Geração de ruído	4	44,4		X		X	
	Alteração da paisagem	7	77,7		X		X	
	Alteração na qualidade das águas	9	100		X		X	
	Deposição de sedimentos (assoreamento) de rios e reservatórios	9	100		X			X
	Pressão sobre a capacidade de armazenamento de resíduos	2	22,2		X		X	
	Alteração na qualidade da água	8	88,8					
	Alteração na qualidade do ar	4	44,4		X	X		

No Meio Biótico (Quadro 3): perda de vegetação nativa, visando dar abertura a instalação de diversas estruturas, sejam elas permanentes ou temporárias, o que implicará também na redução da riqueza e abundância de espécies da fauna (EPE 2010); e alteração na qualidade das águas, que também é colocado como impacto no meio biótico, já que esse é um recurso natural em que pode haver modificações nas suas características físicas (luz e temperatura), químicas (alteração dos nutrientes, redução de oxigênio, outros) e biológicas (PCE 2010). Este mesmo estudo ainda expõe que:

"Essas modificações físicas, químicas e biológicas poderão criar problemas, tais como piorar a qualidade da água, surgimento de algas que causem doenças, mortandade de peixes, crescimento de populações de caramujo que transmitem doenças, entre outros."

Dentre os impactos mais significativos está a perda da vegetação nativa, que se dará devido a execução de atividades tais como: construção de estradas, residências para os trabalhadores, pátios, canteiros de obras, linhas de transmissão e outros. Assim, haverá desmatamento dessas áreas, além de cortes e aterros que serão realizados para exploração de áreas de empréstimo e jazidas de areia. Ou seja, já que para instalar as estruturas necessárias, mesmo que permanentes ou temporárias, é necessário dar abertura em um campo aonde haverá alteração das características e redução da diversidade florística, o que ocasiona numa

maior pressão antrópica sobre a fauna e flora, conseqüentemente, causando interferências, alterações das comunidades e diversidade, bem como reduzindo o número de espécies. Segundo Goulart & Callisto (2003) "o crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Em todo o planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade".

Nota-se também que diante desses impactos, ocorrem outros em consequência, como a eliminação de habitats e a perda de conectividade entre estes. A exemplo disto, o PCE (2010) expõe que "a criação do reservatório acarretará a perda de muitos locais que os animais usam para repousar, se alimentar ou para se acasalar, como os pedrais na beira de rios, praias de areia e tocas na margem. Além disso, grandes porções de floresta, que antes eram unidas, passarão a ser separadas pelo lago, não permitindo a passagem dos animais de um lado para o outro. Dessa forma, sua reprodução ficará dificultada. Esses fatores poderão levar a uma redução na população desses animais, sendo que alguns sofrerão mais essas mudanças que outros".

Ainda com relação a isto, importante destacar o desmatamento que ocorrerá nas áreas de APP, bem como em áreas de matas ciliares e também as áreas que serão alagadas para formação do reservatório. O EPE (2011) destaca que "o enchimento da represa e a melhoria das vias de acesso locais poderão favorecer a atração de pessoas interessadas em explorar a represa para lazer, pesca, navegação e outras atividades. Essas atividades podem provocar o desmatamento nas áreas protegidas próximas à represa, tanto pela instalação de infraestruturas de lazer, por exemplo, como pela exploração irregular para agricultura e pecuária". O CNEC (2014) dita que "o rápido desaparecimento de áreas de floresta na área do reservatório deve provocar o deslocamento da fauna silvestre para outras áreas. Animais que vêm das áreas alteradas ou suprimidas passam a disputar alimento e outros recursos com aqueles residentes na área ainda preservada. Embora as áreas que receberão estes animais sejam bem maiores que as áreas afetadas, essa disputa por alimentos e espaço tende a gerar instabilidades na comunidade da fauna, com possíveis perdas de animais e diminuição das populações". Com a criação da represa, ou seja, da formação do reservatório, é raro, mas pode haver um aumento no criadouro de mosquitos, isto é, dependente da qualidade das águas.

Segundo Agostinho et al. (1992) os represamentos, pelo fato de alterarem de maneira profunda e definitiva a dinâmica da água, determinam consideráveis modificações nas

comunidades bióticas nas suas áreas de influencia. Assim, dentre os impactos que também são expressivos na maioria das construções de usinas hidrelétricas estão os que ocorrem sobre a ictiofauna, ou seja, sobre a diversidade, composição de espécies e quantidade de peixes existentes nos rios. Com a construção das barragens ocorrerá a interferência nas rotas migratórias dos peixes, já que levará ao isolamento destes tanto a montante quanto a jusante da barragem, conseqüentemente, atrapalhando sua forma de reprodução. Os impactos sobre esses podem ser tanto negativos como positivos, dependendo das espécies, já que algumas espécies podem se beneficiar do novo ambiente para abrigo, reprodução e alimentação, enquanto outras espécies serão prejudicadas nestes mesmos aspectos, pois conforme foi dito, pode haver disputa entre espécies para apropriação do local. Ainda, a partir da formação da represa pode ocorrer diminuição dos níveis de oxigênio da água o que pode afetar na vida das espécies aquáticas. Importante ressaltar que pode haver um aumento da atividade de pesca nesses reservatórios, o que acarreta mudanças na quantidade de espécies de peixes, porém é de benefício para a população que depende economicamente desta atividade. Conforme o CNEC (2014):

"Com a formação do reservatório serão observados efeitos sobre a ictiofauna que refletirão nas atividades de pesca, importantes fontes de renda e de subsistência para a população local e regional. As alterações na comunidade de peixes irão afetar os moradores que praticam a pesca para sua alimentação ou para venda, assim como os moradores que não residem na área do empreendimento, mas pescam nos trechos dos rios que serão inundados. Com a redução dos ambientes propícios aos peixes ornamentais, e conseqüente diminuição do estoque, a captura também será prejudicada. Com essas alterações, haverá comprometimento da oferta regional de pescado, da renda dos pescadores, do potencial pesqueiro das espécies de maior interesse comercial e diminuição da pesca ornamental."

**Quadro 3.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio biótico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
BIÓTICO	Alteração nas características e diversidade da vegetação	6	66,6		X			X
	Aumento da pressão antrópica sobre a vegetação	3	33,3		X		X	
	Perda de vegetação nativa	9	100		X			X
	Alteração do número de animais	7	77,7		X			X
	Alteração no ambiente aquático	4	44,4		X			X
	Alteração na qualidade da água	9	100		X			X
	Alteração da comunidade de peixes	6	66,6		X			X
	Interferência em rotas migratórias de peixes	7	77,7		X			X
	Alteração da quantidade de peixes	6	66,6		X			X
	Aumento da pesca	4	44,4		X		X	
	Perda de habitat para os animais	6	66,6		X			X
	Aumento de criadouro de mosquitos	8	88,8		X			X
	Desmatamento e ocupação de APP	2	22,2		X			X
	Atração de animais	4	44,4		X		X	
	Redução de oxigênio na água	4	44,4		X		X	
	Aumento da quantidade de plantas aquáticas - macrófitas	4	44,4		X		X	
	Alteração da vegetação na margem do reservatório	4	44,4		X		X	
	Aumento da vulnerabilidade de contaminação dos aquíferos	3	33,3		X	X		
	Alteração das comunidades planctônicas e bentônicas	2	22,2		X	X		

No Meio Socioeconômico (Quadro 4): aumento da arrecadação municipal, já que os municípios atingidos pelo empreendimento receberão a compensação financeira pela utilização dos recursos hídricos para a geração de energia (EPE 2011); aumento do fluxo migratório, tendo em vista a construção de um novo empreendimento em que as pessoas são atraídas pela geração de emprego tanto de forma direta quanto indireta.

De acordo com Da Silva (2007):

"A compensação financeira é um pagamento pelo uso do bem ambiental para o desenvolvimento de uma atividade econômica. Além disso, a compensação financeira cumpre o papel de compensar os estados e municípios pelas externalidades provocadas pela instalação de uma usina hidrelétrica. Por essas características é que a compensação financeira é reconhecida como um instrumento econômico gestão do meio ambiente."

Assim, com a instituição do pagamento pelo uso do recurso e com a destinação de parte da receita arrecadada para os municípios atingidos, espera-se que os mesmos utilizem isto como forma de minimizar os impactos ambientais negativos gerados pelo empreendimento.

Quanto ao aumento do fluxo migratório que ocorre devido, principalmente, a atração por emprego o município deve estar preparado para tal impacto. Conforme o CNEC (2014), com a vinda de novas pessoas, aumentará a demanda por equipamentos de saúde, escolas, habitação, podendo ocorrer uma ocupação desordenada da região e sobrecarregar os sistemas de infraestrutura urbana e ambiental. Assim, gerará maior demanda por moradias, o que acarretará no aumento dos valores dos imóveis, alimentos e serviços em geral. Segundo Goulart & Callisto (2003) observa-se que em áreas onde se concentram as moradias de menor nível social e econômico (p.ex. favelas), os ecossistemas aquáticos transformam-se em grandes corredores de esgoto a céu aberto, muitas vezes sendo também local de despejo de lixo, com enorme potencial de veiculação de inúmeras doenças.

Por outro lado, com a chegada de um novo contingente populacional, haverá uma dinamização da economia devido a relação oferta-demanda por mercadorias e serviços o que eleva a renda da população (CNEC 2014). Importante destacar três problemas que poderão advir dessa chegada de um novo contingente populacional, que é o aumento da prostituição, o aumento da disseminação de doenças, bem como o aumento de violência.

Cabe ressaltar que a pressão adicional aos serviços sociais pode ter consequências graves principalmente em regiões onde tais serviços já são precários. Ainda relacionado a isto, a maioria dos estudos ambientais classifica o aumento do fluxo migratório como impacto negativo de alta magnitude, porém o CNEC (2014) analisa que este impacto também pode ser classificado como positivo já que com vistas desde a fase de planejamento e dado o início das obras há um aumento da demanda por serviços de hotelaria, abastecimento e comércio em geral, significará um aumento na demanda por bens e serviços que devem e poderão ser fornecidos pela população local, ou seja, gerando oportunidades de aumento da dinamização da economia local.

Ainda nesta fase do empreendimento, é importante destacar a questão da remoção, realocação de populações das áreas aonde ocorrerão intervenções por parte do empreendimento. Assim, para que possa ser construída toda a infraestrutura de apoio e as estruturas principais de usinas hidrelétricas (estradas, canteiros de obras, alojamentos, postos de combustíveis, linhas de transmissão, barragens, vertedouros, casas de força, entre outros), bem como para que se possa liberar as áreas onde serão formados os reservatórios, muitos moradores terão que deixar suas casas e locais de trabalho (Leme 2009).

Conforme o CNEC (2014) "a mudança da população, em função da perda das suas terras e benfeitorias, poderá afetar as relações e vínculos sociais, e causar a perda de referências. Entre os ribeirinhos, em particular, a rede de relações sociais se estabelece

também a partir de sua dependência ao rio, em torno de afinidades e reciprocidades construídas ao longo dos anos, como a amizade, o parentesco e a vizinhança. Também contribui para essa rede de relações, as atividades produtivas como os plantios e a criação de animais. Assim, a mudança implica em alterações de referências sociais, culturais, espaciais e, em certos casos, econômicas, resultando em alterações nos modos de vida de cada indivíduo afetado".

Assim, as transformações no território causadas pelos grandes projetos são muitas:

Neste processo de mudança, além de alterações patrimoniais (novos proprietários) e morfológicas (nova geomorfologia, novo regime hídrico, etc.), instauram-se novas dinâmicas socioeconômicas, novos grupos sociais emergem na região de implantação, novos interesses e problemas se manifestam. (Vainer 2008 *apud* Buiatti Cruz & De Paulo Da Silva 2010).

Segundo Vainer (2008) *apud* Buiatti Cruz & De Paulo Da Silva (2010) há perdas que são resultantes da própria desestruturação de relações preexistentes, da eliminação de práticas, da perda de valores e recursos imateriais (religiosos e culturais), por exemplo, a dispersão de um grupo familiar extenso, ou a inundação de lugares com importância simbólica, religiosa, para um determinado grupo social.

**Quadro 4.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de instalação de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
SOCIOECONOMICO	Dinamização e aumento da economia local	6	66,6	X				X
	Alteração na infraestrutura viária	7	77,7		X			X
	Perda de terras e benfeitorias	5	55,5		X		X	
	Alteração de uso e ocupação de solo	5	55,5		X		X	
	Interferências com Patrimônio Histórico, Cultural e Paisagístico	8	88,8		X			X
	Interferências com Patrimônio Arqueológico	8	88,8		X		X	
	Aumento da arrecadação municipal	9	100	X				X
	Pressão e Aumento da procura por serviços públicos	8	88,8		X			X
	Aumento da massa salarial	8	88,8	X				X
	Aumento do fluxo migratório	9	100		X			X
	Aumento de ocupação irregular	2	22,2		X			X
	Geração de emprego e renda	8	88,8	X				X
	Aumento do risco de acidentes de trabalho e trânsito	5	55,5		X		X	
	Pressão sobre os recursos naturais	2	22,2		X		X	

Quanto ao impacto ambiental Interferência no Patrimônio Arqueológico um dos estudos o colocou como impacto afetando o meio físico, o PCE (2010) que explica que "a

intervenção direta nos solos e rochas pode levar a descoberta de vestígios fósseis ou provocar alguma interferência com eles", enquanto todos os outros o classificam como impacto ao meio socioeconômico. Durante a realização de atividades tais como escavações e terraplenagens, implantação de infraestruturas, inundação de algumas áreas para formação de represa é comum se deparar com sítios arqueológicos. Assim, faz-se necessário que haja um estudo da área que contemple a prospecção (buscas) para identificar os vestígios arqueológicos, que serão objeto de resgate e permite ampliar o conhecimento sobre a história da região (EPE 2011). Diante das intervenções a serem realizadas para a construção do empreendimento pode haver danificação ou perda dessas estruturas, o que significa um impacto negativo e perda irreparável desse patrimônio.

No estudo do PCE (2010), no THEMAG (2010) e JGP (2009) classificaram o impacto Alteração da Paisagem como sendo no meio socioeconômico, a justificativa é devido a construção de obras durante a fase de instalação do empreendimento bem como na sua fase de operação, enquanto os outros o colocam como impacto do meio físico.

#### **4.4. FASE DE OPERAÇÃO**

Nesta fase final do empreendimento foram identificados um total de 45 impactos ambientais (vide Tabela 1) distribuídos entre os meios físico (Quadro 5), biótico (Quadro 6) e socioeconômico (Quadro 7). Desse total apenas três são de natureza positiva, enquanto os outros 42 restantes são de natureza negativa. Conforme observado anteriormente, vide fase de instalação, os impactos positivos estão sempre associados ao meio socioeconômico, com vistas a dinamização da economia local.

Ainda, conforme observado na fase anterior, a maioria dos impactos que ocorrerão aqui nesta fase serão semelhantes e alguns sentidos de forma mais branda e temporários, dado o final das grandes obras, enquanto outros serão sentidos mais expressivamente e permanentemente.

Nota-se que os impactos: ocorrência de processos erosivos, alterações da qualidade das águas, deposição de sedimentos, alteração da paisagem, alterações de fauna e flora estão intra-relacionados entre si, no qual um impacto acarreta ou interfere sobre o outro.

Diante disso, impactos como a interferência em processos erosivos e a instabilização de encostas marginais do reservatório são mais expressivos nesta fase do empreendimento, dado que é nesta etapa que ocorre a formação da represa, após o empreendimento receber por parte do órgão ambiental competente a licença pra operar. Conforme o Leme (2009) " quando a construção acabar, se estiver tudo em ordem com os compromissos assumidos pelo

empreendedor, o órgão ambiental fornece a Licença de Operação, chamada de LO. Com a LO já é possível encher o reservatório. Com o reservatório cheio, a usina começa a funcionar, produzindo energia. A LO é renovada de tempos em tempos pelo órgão ambiental".

As usinas hidrelétricas causam muitos efeitos ao meio ambiente, além de interferir direta e indiretamente na vida das pessoas, principalmente nas que residem na área que será alagada pelo reservatório da usina. Os efeitos, assim, são muitos e causam a mudança na organização do território, provocando, dessa forma, alterações que devem ser estudadas para que se possa compreender o processo de criação e/ou (re) criação de um novo território, a partir da destruição dos já existentes e que eram habitados pela população que foi removida (Buiatti Cruz & De Paulo Da Silva 2010).

Ou seja, nesta fase do empreendimento um impacto que também é sentido expressivamente é a alteração da paisagem dada a construção do empreendimento. Segundo o EPE (2011) "a movimentação de terra que ocorrerá durante a obra, seja pelo uso de áreas onde existem pedreiras e jazidas de areia, seja pela criação de locais onde será colocada a terra das escavações (bota-fora), provocará mudanças na paisagem do local da usina. Além disso, a barragem e a represa também serão elementos de alteração da paisagem hoje existente. Trata-se de um impacto negativo e permanente, ou seja, ocorrerá desde o início da construção e continuará ao longo da vida da usina".

Importante destacar as alterações que ocorrem na dinâmica fluvial dado que em alguns desses tipos de empreendimentos é necessário que se faça a transposição do rio, ou mesmo nos casos em que apenas o barramento do rio já altera a dinâmica de escoamento hidráulico. Conforme Manyari (2007) "os sistemas fluviais, naturalmente, ajustam sua forma e dimensões em resposta as vazões impostas e a carga sedimentar transportada. Os habitats criados são colonizados por organismos característicos de cada tipo de rio e do bioma onde se insere. Embora a qualidade da água afete a resposta biológica, as características físicas do ambiente fluvial são determinantes básicos já que constituem os habitats de diversos organismos".

Ainda nesta fase é exposto pelos estudos ambientais as alterações climáticas que ocorrem, mesmo que de impacto negativo é de baixa importância, já que não é sentido nem é possível notar estas alterações de modo expressivo. Segundo o PCE (2010) "haverá alterações no ciclo da água e no microclima local, sendo que a alteração mais marcante e permanente no ambiente atmosférico se dará a partir do enchimento do reservatório".

" As principais alterações microclimáticas possíveis na fase de operação estão associadas aos regimes dos ventos, da temperatura, da umidade relativa do ar e da evaporação. Poderá haver aumento das menores temperaturas e queda das temperaturas maiores, além da tendência de maiores valores de umidade relativa do ar. Com a supressão de vegetação, passará a haver um percurso mais livre, o que

provocará maiores velocidades dos ventos. Poderão ocorrer, também, névoas úmidas ou nevoeiros, por conta da intensa evaporação do reservatório durante o dia. No inverno, a maior intensidade deles, de manhã, poderá resultar em chuviscos fracos e esparsos durante o dia" (PCE 2010).

**Quadro 5.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio físico na fase de operação de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
FÍSICO	Aceleração de processos erosivos	9	100		X	X		
	Instabilização de encostas marginais do reservatório	6	66,6		X	X		
	Alteração na dinâmica fluvial	5	55,5		X			X
	Interferências na dinâmica de aquíferos	6	66,6		X			X
	Ocorrência de sismos	9	100		X	X		
	Alterações Microclimáticas	7	77,7		X	X		
	Alterações Florísticas e Fisionômicas	5	55,5		X		X	
	Alteração da paisagem	7	77,7		X		X	
	Alteração na qualidade dos solos	6	66,6		X	X		
	Alteração na qualidade do ar	4	44,4		X	X		
	Alteração nos níveis de pressão sonora	4	44,4		X		X	
	Assoreamento de rios e reservatórios	9	100		X		X	
	Vulnerabilidade de contaminação de aquíferos e lençóis freáticos	6	66,6		X	X		

Sobre os impactos de alteração do ambiente aquático e na qualidade da água, de acordo com Santos (2006) *apud* Guena (2007) a importância da retirada do material, no caso a vegetação que será coberta pelo lago, é devido a decomposição anaeróbica do material orgânico que ocorrerá gerando, principalmente, a emissão de gases tais como metano (CH<sub>4</sub>) e nitrogênio (N<sub>2</sub>), secundariamente do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), já que sabe-se que estes gases são os principais responsáveis pelo efeito estufa. Ainda conforme o autor:

"O alagamento de material pode ainda alterar o pH da água e/ou a quantidade de oxigênio presente nela, alterando a quantidade de espécies de peixes e sua reprodução, uma vez que há a deposição de sedimentos no fundo do reservatório. Este material orgânico pode facilitar o aparecimento de algas, provocando a eutrofização do corpo d'água, e vetores causadores de doenças (esquistossomose, febre amarela, malária, oncocercose, filariose, dentre outras), pois há uma estratificação térmica e/ou perda de oxigênio (Palancar, Aragón, Sanchéz & Gil 2006 *apud* Guena 2007).

Com relação ao aumento na quantidade de macrófitas aquáticas, isto se dá, também, devido as alterações de qualidade da água, já que conforme o EPE (2011) "nos primeiros meses após a formação da represa, a decomposição da matéria orgânica alagada liberará na água nitrogênio e fósforo, os principais elementos que estimulam o crescimento de plantas aquáticas. Os efeitos desse impacto serão sentidos por até 2 anos, nas margens dos pequenos

afluentes, onde será necessário um tempo maior para a renovação da água, comparado ao corpo principal da represa".

Durante a fase de operação, a água do reservatório deverá ser de boa qualidade, porém a água mais lenta do reservatório faz com que os ovos dos peixes afundem e a maior transparência aumenta a predação sobre seus alevinos. Apesar disso, espera-se a sobrevivência de parte dos ovos e alevinos (CNEC 2014).

**Quadro 6.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio biótico na fase de operação de usinas hidrelétricas.

Impactos		Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
<b>BIÓTICO</b>	Aumento da pressão antrópica sobre a flora	3	33,3		X		X	
	Alteração da diversidade da flora	6	66,6		X			X
	Perda de vegetação nativa	9	100		X			X
	Mudança na estrutura das comunidades faunísticas	6	66,6		X			X
	Eliminação de habitats	6	66,6		X			X
	Perda de conectividade entre habitats	2	22,2		X			X
	Alteração no ambiente aquático	4	44,4		X			X
	Alteração na qualidade da água	9	100		X			X
	Aumento de vetores transmissores de doenças	7	77,7		X		X	
	Alteração na rota migratória dos peixes	7	77,7		X			X
	Alteração na comunidade de peixes	6	66,6		X			X
	Aumento da pressão antrópica sobre a fauna	4	44,4		X		X	
	Aumento na quantidade de macrófitas aquáticas	4	44,4		X		X	
	Alteração das comunidades planctônicas e bentônicas	2	22,2		X	X		
	Aumento do risco de atropelamento	2	22,2		X		X	
	Afugentamento de fauna	2	22,2		X		X	

Assim como na fase de implantação nesta fase ainda haverá oferta de empregos, aumento da renda populacional e da massa salarial, bem como ainda ocorrerá o fluxo migratório nas proximidades do local devido a instalação efetiva do empreendimento. Também continuará tendo a arrecadação dos impostos pelo município, com consequente aumento deste. Conforme o EPE (2010) "o fato gerador desse impacto positivo é o processo construtivo do empreendimento, que necessita de grande número de trabalhadores diretos, assim como a execução de diferentes serviços de apoio ou para a obtenção de insumos necessários para as obras. Além disso, o grande aumento da massa monetária circulante – resultado do pagamento de salários e serviços diversos, intensificam fortemente a animação econômica no âmbito regional".

Este tipo de empreendimento realiza também alterações tais como na estrutura viária da região, já que realizam a abertura de acessos para circulação de materiais e tráfego de veículos necessários tanto na construção quanto na manutenção nesta fase de operação da usina hidrelétrica. Diante disso, ocorrem impactos positivos tais como melhoria e até abertura de novas estradas de acesso para circulação de bens e serviços, livre comércio e a população no geral. Conforme o Leme (2009) "a abertura de novas estradas, ou mesmo a abertura de novos acessos até os locais onde estarão sendo construídas as obras, melhorarão as condições de acesso na região. Em consequência disso ocorrerão outros impactos positivos, como facilidade no transporte de mercadorias que atendem à população, aumento na venda de produtos e mais facilidade de acesso aos serviços públicos. Poderá, inclusive, ocorrer aumento da produção agropecuária, porque haverá maior facilidade para transportar e comercializar os produtos. Espera-se que o custo do transporte também caia".

Quando as usinas hidrelétricas iniciam a geração de energia elétrica, a necessidade maior do empreendimento é apenas a manutenção dos recursos que precisa. Assim, as consequências relacionadas a este fato são a redução dos empregos e da demanda por bens e serviços, já que segundo o EPE (2010) este impacto "ocorrerá com desmobilização da mão de obra e desmontagem do canteiro e alojamento, que propiciarão reflexos no mercado de trabalho e na animação econômica devido à diminuição acentuada na demanda de produtos e serviços urbanos", bem como o EPE (2011) expressa que haverá redução das atividades econômicas dado que "ocorrerá aos poucos e seu pico será quando a obra estiver terminando e os empregados forem demitidos ou deslocados para obras em outros locais. Com a desmobilização da mão de obra haverá diminuição acentuada na demanda de produtos e serviços urbanos, causando impacto na economia dos municípios envolvidos".

Nesta fase o mais importante é ressaltar o maior dos impactos positivos e o de maior magnitude que é a geração e aumento da disponibilidade de energia elétrica, tanto local como na quantidade a ser disponibilizada para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

Com o aumento de energia haverá contribuição para que as usinas como as termelétricas que são movidas a óleo diesel sejam menos utilizadas, reduzindo assim a poluição do ar causada por essas. Isso é importante, já que a poluição causada por esse tipo de usina prejudica a saúde humana, bem como os gases gerados na queima do óleo diesel contribuem para o chamado efeito estufa, o que causa alterações no clima do Planeta. Este impacto ocorrerá na fase de operação da UHE, a partir da geração de energia elétrica e de sua interligação ao SIN, após a construção da linha de transmissão que ligará as subestações à Rede Básica (PCE 2010).

**Quadro 7.** Impactos ambientais previstos, frequência, natureza e magnitude no meio socioeconômico na fase de operação de usinas hidrelétricas.

Meio Afetado	Impactos	Frequência absoluta	Frequência Relativa (%)	Natureza		Magnitude		
				P	N	Baixa	Média	Alta
SOCIOECONOMICO	Dinamização da economia	6	66,6	X				X
	Alteração no cotidiano da população	2	22,2		X	X		
	Alteração no uso e ocupação de solo	5	55,5		X	X		
	Aumento da arrecadação municipal	9	100	X				X
	Redução das atividades econômicas	5	55,5		X		X	
	Alteração da dinâmica demográfica	9	100		X		X	
	Aumento da violência	2	22,2		X		X	
	Pressão sobre os recursos naturais (ictiofauna, fauna, flora e bens minerais)	2	22,2		X		X	
	Pressão sobre as Unidades de Conservação	2	22,2		X		X	
	Geração e Aumento na disponibilidade de energia elétrica	4	44,4	X				X
	Aumento de doenças	7	77,7		X		X	
	Aumento da prostituição	3	33,3		X	X		
	Redução de empregos	3	33,3		X		X	
	Alteração do sistema viário	7	77,7		X		X	
	Aumento da ocupação irregular	2	22,2		X		X	
	Aumento do risco de acidentes de trabalho e trânsito	5	55,5		X		X	

Importante destacar que o setor energético é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, e devido a sua ligação com a esfera ambiental, possui papel central no progresso do desenvolvimento sustentável. Chama-se atenção para o fato de que a energia proveniente de hidrelétricas é a forma de energia mais barata e mais abundante no Brasil, e prioritária no abastecimento do mercado. Recomenda-se que, mesmo diante dos impactos ambientais diversos causados por este tipo de empreendimento, existam cada vez mais políticas de incentivos a eficiência energética com maior participação de fontes renováveis na matriz energética do país, principalmente a construção de hidrelétricas, dado o forte potencial hídrico nacional e ao considerá-la uma fonte mais barata e uma forma de geração de energia "mais limpa".

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os resultados obtidos com a análise dos estudos ambientais pode-se observar que a maior parte dos impactos ambientais ocorre na fase de implantação/instalação do empreendimento seguido pela fase de operação. Ainda é possível comprovar que na fase de planejamento o número de impactos é muito baixo e com ocorrência somente no meio socioeconômico.

Ainda conforme observado nos estudos, grande parte dos impactos ambientais tem natureza negativa, sendo inclusive a maioria destes impactos negativos encontrados no meio físico e biótico. Nestes meios não foram encontrados impactos positivos. Já os impactos positivos são encontrados apenas quando se trata do meio socioeconômico, ressaltando que a maior parte destes impactos foram classificados como de alta magnitude. Ou seja, diante disso, há uma forte tendência em possibilitar o licenciamento prévio deste tipo de empreendimento que, conforme já foi mencionado, possui "alta envergadura econômica" tanto local como nacional.

Diante deste cenário pode-se concluir que com a construção deste tipo de empreendimento são gerados diversos tipos de impactos ambientais, sendo alguns destes de cunho mais grave. Nota-se que em relação a classificação dos impactos nos estudos analisados, alguns apresentaram diferenças em relação a magnitude dos impactos, bem como alguns deles divergiram em relação ao meio que afetam. Como, por exemplo, o impacto que interfere sobre os sítios arqueológicos em alguns estudos foi tido como ocorrência no meio socioeconômico, enquanto outros o colocaram como se ocorresse no meio físico.

Logo na primeira fase de coleta foram encontradas algumas dificuldades como, por exemplo, obter material disponível de cunho científico, aprofundado e completo do assunto, como no caso dos Estudos de Impactos Ambientais. Assim, é necessário o desenvolvimento de mais estudos acerca dos impactos ambientais provocados pelas hidrelétricas.

Cabe ressaltar que os programas ambientais propostos devem estar de acordo com as exigências da Resolução CONAMA nº 001 de 1986, em que determina que nos estudos de EIA/RIMA sejam apresentados as medidas mitigadoras ou compensatórias cabíveis aos impactos ambientais negativos. Faz-se necessário que os responsáveis por estes empreendimentos estudem profundamente os impactos ambientais e procurem propor medidas que visem evitar, eliminar ou diminuir cada vez mais a magnitude dos impactos negativos sobre o ambiente. Já os impactos que não puderem ser mitigados deverão ser compensados, através das chamadas medidas compensatórias.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRAPCH (2017) PCHs: O que são PCHs e CGHs. Disponível: <http://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>. Acessado em 14 de dezembro de 2017.

Agostinho AA, Júlio Jr HF, Borghetti JR (1992) Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. Revista Unimar. Maringá 14 (suplemento): 089-107. Disponível: <ftp://ftp.nupelia.uem.br/users/agostinhoaa/publications/020-UNIMAR-Agostinho-et al.pdf>. Acessado em 21 de outubro de 2017.

ANEEL (2008) Atlas de energia elétrica do Brasil. 3 ed. Brasília: Aneel. Disponível: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2017.

BIG - Banco de Informações Geração (2017) Capacidade de geração do Brasil. Disponível: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acessado em 02 de novembro de 2017.

Bortoleto EM (2001) A implantação de grandes hidrelétricas: desenvolvimento, discurso e impactos. Geografares. n. 2: 53-62. Vitória. Disponível: <http://www.publicacoes.ufes.br/geografares/article/viewFile/1140/853>. Acessado em 05 de outubro de 2017.

Brasil. Constituição Federal de 1988. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acessado em 25 de setembro de 2017.

Brasil. II PDMA - Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/1993. Disponível: [http://eletrobras.com/pt/EstudantesePesquisadores/acervo\\_documentos\\_tecnicos/PlanoDiretor deMeioAmbiente/pdma\\_volume1.pdf](http://eletrobras.com/pt/EstudantesePesquisadores/acervo_documentos_tecnicos/PlanoDiretor deMeioAmbiente/pdma_volume1.pdf). Acessado em 16 de novembro de 2017.

Brasil. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica

e dá outras providências. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm). Acessado em 16 de novembro de 2017.

Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm). Acessado em 20 de setembro de 2017.

Brasil. Resolução ANEEL nº 393, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas. Disponível: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura\\_arquivo/arquivos/RES1998393.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/RES1998393.pdf). Acessado em 16 de novembro de 2017.

Brasil. Resolução ANEEL nº 395, de 04 de dezembro de 1998. Estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW e dá outras providências. Disponível: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/res1998395.pdf>. Acessado em 16 de novembro de 2017.

Brasil. Resolução CONAMA nº 006 de 16 de setembro de 1987. Dispõe sobre a necessidade de que sejam editadas regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte, especialmente aquelas nas quais a União tenha interesse relevante como a geração de energia elétrica, no intuito de harmonizar conceitos e linguagem entre os diversos intervenientes no processo. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res87/res0687.html>. Acessado em 16 de novembro de 2017.

Brasil. Resolução CONAMA nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>. Acessado em 20 de setembro de 2017.

Buiatti Cruz C, de Paulo da Silva V (2010) Grandes projetos de investimento: a construção de hidrelétricas e a criação de novos territórios. Sociedade & Natureza. Disponível: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327197013>. Acessado em 20 de setembro de 2017.

Câmara AAF, Miranda N, Soares PBD (2016) Impactos e riscos sociais em programas de usinas hidrelétricas: os deslocamentos compulsórios das populações atingidas e o case Simplício. Disponível em: [http://www.abant.org.br/conteudo/ANAIS/30rba/admin/files/1466376494\\_ARQUIVO\\_IMPACTOSERISCOSSOCIAISEMPROGRAMASDEUSINASHIDRELETRICAS.pdf](http://www.abant.org.br/conteudo/ANAIS/30rba/admin/files/1466376494_ARQUIVO_IMPACTOSERISCOSSOCIAISEMPROGRAMASDEUSINASHIDRELETRICAS.pdf). Acessado em 05 de outubro de 2017.

Castro NJ de, Dantas G de A, Timponi RR (2011) A construção de centrais hidroelétricas e o desenvolvimento sustentável. Economia & Energia. Ano XV n 81. Disponível: [http://ecen.com/eee81/eee81p/hidreletricas\\_des\\_sustentavel.htm](http://ecen.com/eee81/eee81p/hidreletricas_des_sustentavel.htm). Acessado em 23 de setembro de 2017.

CNEC Engenharia S.A (2004) Relatório de Impacto Ambiental UHE Mauá. Disponível: <http://www.iap.pr.gov.br/pagina-1073.html>. Acessado em 25 de agosto de 2017.

CNEC WorleyParsons Engenharia S/A (2014) Relatório de Impacto Ambiental AHE São Luiz do Tapajós. Disponível: [http://www.grupodeestudostapajos.com.br/site/wp-content/uploads/2014/08/RIMA\\_SLT.pdf](http://www.grupodeestudostapajos.com.br/site/wp-content/uploads/2014/08/RIMA_SLT.pdf). Acessado em 22 de agosto de 2017.

Costa BBS, Santos G de OS, Menezes AC, Oliveira IFS de, Santos WL, Melo IC, Medeiros SL (2012) Licenciamento Ambiental no Brasil sobre usinas hidrelétricas: um estudo de caso da usina de Belo Monte, no Rio Xingu (PA). Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. v. 1. n.15. p. 19-33. Sergipe. Disponível: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/185>. Acessado em 16 de novembro de 2017.

Costa GB, Locks R, Matos DR (2010) Análise do relatório do impacto ambiental das usinas hidrelétricas no Rio Madeira no município de Porto Velho/RO. V Encontro Nacional da Anppas. Florianópolis, SC.

CTG Brasil (2017) Usinas: UHE e PCH. Disponível: <http://www.paranapanemaenergia.com.br/usinas/Paginas/UHE-e-PCH.aspx>. Acessado em 14 de dezembro de 2017.

Da Cunha SB, Guerra AJT (2007) Avaliação e perícia ambiental. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 294p.

Da Silva LL (2007) A compensação financeira das usinas hidrelétricas como instrumento econômico de desenvolvimento social, econômico e ambiental. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. Disponível: [http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/2850/1/2007\\_LudimilaLimadaSilva.PDF](http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/2850/1/2007_LudimilaLimadaSilva.PDF). Acessado em 05 de outubro de 2017.

EE do Brasil - Ecology and Environment do Brasil Ltda (2011) Relatório de Impacto Ambiental UHE Itaocara. Disponível: <http://www.uheitaocara.com.br/site/rima.pdf>. Acessado em 22 de agosto de 2017.

Eletrobrás (1997) Manuais e Diretrizes para Estudos e Projetos: Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos. Disponível: <http://eletrobras.com/pt/Paginas/Manuais-e-Diretrizes-para-Estudos-e-Projetos.aspx>. Acessado em 15 de setembro de 2017.

ENGE-RIO Engenharia e Consultoria S/A (1980) Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica de Xingó. Disponível: [http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Xingo/EIA\\_RIMA/UHE-%20XING%D3-%20RIMA.pdf](http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Xingo/EIA_RIMA/UHE-%20XING%D3-%20RIMA.pdf). Acessado em 25 de agosto de 2017.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2010) Relatório de Impacto Ambiental UHE Teles Pires. Disponível: <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Rimas/Rima%20-%20UHE%20Teles%20Pires.pdf>. Acessado em 19 de agosto de 2017.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (2011) Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica São Manoel. Disponível:

<http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Rimas/Rima%20-%20UHE%20S%C3%A3o%20Manoel.pdf>. Acessado em 19 de agosto de 2017.

EPE (2017) Balanço energético nacional 2017: ano base 2016. Empresa de Pesquisa Energética: Rio de Janeiro. Disponível: [https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf). Acessado em 02 de novembro de 2017.

Facuri MF (2004) A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: A importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá. Disponível: <https://saturno.unifei.edu.br/bim/0030603.pdf>. Acessado em 16 de novembro de 2017.

Goulart MD, Callisto M (2003) Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da FAPAM. Disponível: <http://www.urisan.tche.br/~briseidy/P%F3s%20Licenciamento%20Ambiental/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>. Acessado em 05 de outubro de 2017.

Guená AM de O (2007) Avaliação ambiental de diferentes formas de geração de energia elétrica. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-14052007-224500/en.php>. Acessado em 20 de setembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio/dadosgeograficos.html?tmpl=component&print=1&page=>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/divisao-territorial.html>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/relevo-e-clima.html>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) Disponível: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio/densidade-demografica.html>. Acessado em 01 de outubro de 2017.

Inatomi TAH, Udaeta MEM (2005) Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. Coordenadoria de Relações Institucionais e Internacionais. UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas.

JGP - Consultoria e Participações Ltda (2009) Relatório de Impacto Ambiental Aproveitamento Hidrelétrico Colíder - 300 MW. Disponível: [http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/rima/\\$FILE/RIMA.pdf](http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/rima/$FILE/RIMA.pdf). Acessado em 22 de agosto de 2017.

Jorge ALFA (2002) Avaliação de impactos ambientais na implantação de usinas hidrelétricas no Brasil: estudo de casos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível: [http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Antonio\\_Luiz\\_Jorge.pdf](http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/Antonio_Luiz_Jorge.pdf). Acessado em 03 de novembro de 2017.

Kemerich PD da C, Martins SR, Kobiyama M, Santi AL, Flores CEB, Borba WF de, Fernandes GD, Cherubin, MR (2014) Qualidade da água oriunda do escoamento superficial simulado em bacia hidrográfica. Ciência e Natura, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 136-151, jan. 2014. ISSN 2179-460X. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/12568/7979>. Acessado em 06 novembro de 2017.

Landes AIG (2016) Levantamento de impactos ambientais de usinas siderúrgicas no Brasil. Monografia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios. Rio de Janeiro.

Leme (2009) Relatório de Impacto Ambiental Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte. Disponível: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/BM/DocsOf/RIMA-09/Rima\\_AHE%20Belo%20Monte.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/BM/DocsOf/RIMA-09/Rima_AHE%20Belo%20Monte.pdf). Acessado em 20 de agosto de 2017.

Manyari WV (2007) Impactos ambientais a jusante de hidrelétricas, o caso da usina de Tucuruí, PA. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Disponível: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/wlmanyari2.pdf>. Acessado em 03 de outubro de 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2017) Disponível: <http://www.mma.gov.br/biomas>. Acessado em 02 de outubro de 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente (2017) Disponível: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade>. Acessado em 02 de outubro de 2017.

PCE - Biodinamica (2010) Relatório de Impacto Ambiental UHE Foz do Apiacás. Disponível: <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Rimas/Rima%20-%20UHE%20Foz%20do%20Apiac%C3%A1s.pdf>. Acessado em 20 de agosto de 2017.

Portal Brasil (2011) Potencial hidrelétrico brasileiro está entre os cinco maiores do mundo. Disponível: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/potencial-hidreletrico-brasileiro-esta-entre-os-cinco-maiores-do-mundo>. Acessado em 25 de setembro de 2017.

Sathler de Queiroz AR, Motta-Veiga M (2012) Análise dos impactos sociais e a saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. Ciência & Saúde Coletiva. vol.17, n 6: 1387-1398. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a02.pdf>. Acessado em 20 de setembro de 2017.

Seiffert MEB (2014) *Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental*. 3 ed. São Paulo: Atlas. 328p.

Silva EA (2006) Transformações Sócio-espaciais e a problemática ambiental no Brasil: o caso das hidrelétricas. *Caminhos de Geografia*: v.8. n. 23: 34-40. Uberlândia. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15657/8856>. Acessado em 20 de setembro de 2017.

Stamm HR (2003) Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Disponível: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85357>. Acessado em 05 de outubro de 2017.

THEMAG - Engenharia e Gerenciamento Ltda (2010) Relatório de Impacto Ambiental Usina Hidrelétrica Sinop. Disponível: <http://www.epe.gov.br/MeioAmbiente/Documents/Rimas/Rima%20-%20UHE%20Sinop.pdf>. Acessado em 19 de agosto de 2017.