



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RUANE REIDSE DA SILVA NOGUEIRA

**A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS PARA O
DESENVOLVIMENTO NACIONAL E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS
OCASIONADOS**

ANGICOS-RN
2021

RUANE REIDSE DA SILVA NOGUEIRA

**A IMPORTANCIA DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS PARA O
DESENVOLVIMENTO NACIONAL E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS
OCASIONADOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus Angicos, para obtenção do título de Bacharela em Interdisciplinar Ciência e Tecnologia.

Orientador (a): Prof. Me. Leonardo Magalhaes Xavier Silva – UFERSA.

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

N778i Nogueira, Ruane Reidse da Silva.

A importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas para o desenvolvimento nacional e os impactos socioambientais ocasionados / Ruane Reidse da Silva Nogueira. - 2021.

57 f. : il.

Orientador: Leonardo Magalhaes Xavier Silva.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2021.

1. Energia. 2. Matriz Energética. 3. Impactos Gerados. I. Silva, Leonardo Magalhaes Xavier, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RUANE REIDSE DA SILVA NOGUEIRA

**A IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS PARA O
DESENVOLVIMENTO NACIONAL E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS
OCASIONADOS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido – UFERSA,
Campus Angicos, para obtenção do título de
Bacharela em Interdisciplinar Ciência e
Tecnologia.

Defendida em: 28 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

LEONARDO MAGALHAES
XAVIER SILVA:05160423435

Assinado de forma digital por LEONARDO
MAGALHAES XAVIER SILVA:05160423435
Dados: 2021.06.02 12:34:15 -03'00'

Prof. Me. Leonardo Magalhaes Xavier Silva (UFERSA)
Presidente

ADELSON MENEZES
LIMA:99340798520

Assinado de forma digital por
ADELSON MENEZES LIMA:99340798520
Dados: 2021.06.02 13:38:10 -03'00'

Prof. Dr. Adelson Menezes Lima (UFERSA)
Membro Examinador

MARCUS VINICIUS SOUSA
RODRIGUES:70051852349

Assinado de forma digital por MARCUS
VINICIUS SOUSA RODRIGUES:70051852349
Dados: 2021.06.02 10:03:49 -03'00'

Prof. Dr. Marcus Vinicius Sousa Rodrigues (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por tudo na minha vida e pelo privilégio de poder chegar até aqui, apesar de todos os obstáculos aos quais passei ao longo dessa jornada, não foi fácil, mas conseguir.

Ao meu orientador e professor Leonardo Magalhaes Xavier Silva, por toda ajuda, paciência e incentivo ao longo do desenvolvimento desse trabalho, sem você não seria possível a realização do mesmo. A agracio ainda, pelos inúmeros conselhos e amizade durante a fase acadêmica, obrigado também por todo o carinho e tempo disponibilizado.

A minha família por estar sempre ao meu lado, sobretudo durante essa fase acadêmica e por me encoraja todo dia a obter um futuro melhor. Especialmente a minha mãe, Raimunda, pelo amor, carinho, atenção, incentivo, apoio e por nunca deixar de acreditar em mim, ademais pelo esforço diário para que nunca faltasse nada para que eu pode-se atingir o objetivo da formação acadêmica, você é a melhor mãe do mundo e eu não teria chegado até aqui sem você, obrigada.

Quero agradecer também a todos da minha “família” Canãa, em especial a Deverson, Vinicius, Elane, Felipe, Tereza e a minha prima, Alexsandra, através de vocês pode me sentir em casa. Nunca irei esquecer dos inúmeros aniversários que comemoramos juntos, das risadas, dos conhecimentos trocados e da convivência ao decorrer desses 3 anos, que juntos futuramente possamos festejar o sucesso de todos.

Gostaria de fazer um agradecimento a Ana, Carol, Byanca, Bia, Dara, Dandara, Gislaynne e Jariane, que foram minhas fiéis escudeiras e cúmplices tanto na vida acadêmica como na pessoal. Sou tão grata por ter vocês como amigas e compartilhado com vocês os melhores e piores momentos dessa loucura, a qual é a graduação, composta de ansiedade, sofrimento e boas risadas.

Por fim, gostaria de finalizar reconhecendo ao meu amigo, André Luigui, o qual foi parte essencial para o meu bom desempenho no curso, a gradeço por toda a ajuda, amizade e conversas aleatórias. A minha também colega Rayane, pela parceria e companheirismo em diversas disciplinas.

Aos meus demais amigos que formei e pessoas as quais conheci ao longo dessa jornada, o meu eterno agradecimento.

O meu reconhecimento e agradecimento a todos os professores e engenheiros, os quais contribuíram efetivamente na construção dos conhecimentos aos quais adquirir durante a formação, obrigado ainda pela paciência, amizade e conselhos que foram fundamentais.

Por último, agradeço aos professores membros da banca examinadora por aceitar o convite.

“A água é o princípio de todas as coisas.”

(Tales de Mileto)

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”

(Antoine Lavoisier)

RESUMO

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) surgem da necessidade de geração de energia para o sistema de iluminação pública, visando o aumento da produção e o desenvolvimento econômico. Todavia, essa fonte de energia só começou a ganhar espaço quando o país começa a sofrer com a crise energética e as questões ambientais tornam-se destaque mundial, essas preocupações fizeram com que o governo iniciasse uma série de investimentos em programas governamentais para aumentar a participação das fontes de energia limpa na matriz energética. Tendo em vista a expansão das PCHs na matriz, o presente trabalho teve como objetivo principal a constatação da importância desses empreendimentos para o desenvolvimento nacional, e os impactos sociais e ambientais gerados pela instalação dessas centrais. Para isso, o método utilizado foi o indutivo, no qual ocorreu a análise de revisão bibliográfica de artigos, obras, informações e dados cujo a temática era sobre o tema em estudo. Por meio destas pesquisas foi possível adquirir o conhecimento teórico acerca das PCHs, bem como a identificação de parte dos impactos negativos e positivos ocasionados por essa fonte e relevância das PCHs para a prosperidade do país.

Palavras-Chave: Energia. Matriz Energética. Impactos Gerados.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das PCHs no território brasileiro.....	11
Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira: Empreendimento em operação.....	12
Figura 3 – Representação de uma PCH.....	18
Figura 4 – Componentes de uma PCH.....	22
Figura 5 – Fluxograma de Implementação de uma PCH.....	24
Figura 6 – Fluxograma de Atividades para Estudos e Projeto Básico de PCH.....	25
Figura 7 – Estrutura do setor elétrico brasileiro.....	26
Figura 8 – Capacidade Instalada por Estado.....	29
Figura 9 – Geração de empregos diretos e indiretos por MW instalado por ano.....	35
Figura 10 – Aumento do IDHM em cidades que possuem PCH.....	37
Figura 11 – Decrescimento do GINI em municípios que contêm PCH.....	38
Figura 12 – Crescimento da Renda Per Capita em municípios que tem PCH.....	38
Figura 13 – Progresso do Índice Emprego e Renda em municípios que retém PCH.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAGEL	Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Ambiental
ASV	Autorização de Supressão de Vegetação
CCC	Conta do consumo de combustível
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CGH	Central Geradora de Hidrelétrica
CIMGC	Comissão Internacional de Mudança Global
CONAMA	Conselho Nacional de Meio ambiente
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EOL	Central Geradora Eolielétrica
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISS	Imposto Sobre Serviço
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento limpo
MME	Ministério de Minas e Energia
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Proinfa	Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RGR	Reserva Global de Reversão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIGA	Sistema de Informações de Geração
TVT	Trecho de Vazão Reduzida
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 PCHs.....	14
2.1.1 Breve histórico sobre as PCHs.....	14
2.1.2 Proinfa.....	16
2.1.3 Definição de PCH.....	17
2.1.4 Tipos de PCHs.....	18
2.1.4.1 Capacidade de regularização do reservatório.....	18
2.1.4.1.1 <i>PCH a fio d'água</i>	18
2.1.4.1.2 <i>PCH de acumulação, com regularização diária do reservatório</i>	19
2.1.4.1.3 <i>PCH de acumulação, com regularização mensal</i>	19
2.1.4.2 No que tange ao sistema de adução.....	19
2.2 FUNCIONAMENTO, COMPONENTES, IMPLEMENTAÇÃO, LEGISLAÇÃO E FATORES.....	20
2.2.1 Princípio de funcionamento.....	20
2.2.2 Componentes de uma PCH.....	21
2.2.3 Fluxogramas de implementação de uma PCH no Brasil.....	22
2.2.4 Legislação.....	26
2.2.5 Fatores que favorecem a instalação das PCHs no Brasil.....	28
2.3 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE UMA PCH.....	29
2.3.1 Conceito de Impacto Ambiental.....	30
2.3.2 Legislação e medidas ambientais necessárias para a implantação de uma PCH.....	31
2.4 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS POSITIVOS PROVENIENTES DE UMA PCH.....	33
2.4.1 Geração de empregos diretos e indiretos.....	34
2.4.2 Aumento da oferta de energia elétrica e na arrecadação de impostos.....	35
2.4.3 Valorização imobiliária no entorno do reservatório.....	36
2.4.4 Melhoria dos indicadores socioeconômicos.....	36
2.4.5 Colaboração para a sustentabilidade do local.....	39
2.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS DAS PCHs.....	39
2.5.1 O aumento do tráfego de veículos nas vias de acesso.....	40
2.5.2 Riscos de acidente.....	40

2.5.3 Poluição atmosférica e sonora.....	41
2.5.4 Supressão da vegetação.....	41
2.5.5 Desenvolvimento de focos erosivos.....	42
2.5.6 Alteração das características físicas, químicas e microbiológicas da água.....	43
2.5.7 Impactos sobre a ictiofauna e macroinvertebrados.....	44
2.5.8 Modificações nas características do solo.....	44
2.5.9 Diminuição da vazão do rio no trecho entre a barragem e o canal de fuga.....	45
2.5.10 Impactos provocados devido ao enchimento do reservatório.....	46
2.5.11 Restrição ao uso da terra na área de instalação do reservatório.....	46
2.5.12 Mudança do ambiente lótico em lântico na área do reservatório.....	46
2.5.13 Modificações da vida da população nas áreas entorno da PCH.....	47
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é uma ferramenta importante para o desenvolvimento econômico e social. Assim, a universalização do acesso à eletricidade permite melhoria na qualidade de vida da população, inclusão e admissão à educação de comunidades distantes das zonas urbanas. Entretanto, é importante que esse progresso esteja vinculado a boas práticas ambientais, para isso é fundamental a mudança na forma de geração de energia elétrica, a fim de garantir o avanço e suprir as necessidades da atual geração sem comprometer os recursos naturais das gerações futuras (TIAGO FILHO et al., 2008).

Na década de 20 é os impactos ambientais e a emissão de gases do efeito estufa, sobretudo o dióxido de carbono (CO_2) que mais preocupa os ambientalistas, filantrópicos, economistas, instituições nacionais e internacionais, e as potências econômicas. Com a necessidade de reduzir esses efeitos e há crescente demanda por energia os países no mundo começam a buscar soluções para a modificação da matriz energética, com isso as fontes renováveis de energia ganham notoriedade e relevância (TIAGO FILHO et al., 2008).

Logo, as Pequenas Centrais Hidrelétricas manifestam-se com grandes contribuições, dado que para o caso desta geração de energia elétrica as emissões de CO_2/MWh são menores e os impactos ambientais significativamente mais reduzidos comparando-se com as Usinas Hidrelétricas (UHEs) de grande porte, e as demais fontes geradoras de energia, afirma Dester (2016). No Brasil, são conceituadas de PCHs os aproveitamentos hidrelétricos com potência instalada maior que 5.000 KW e igual ou inferior a 30.000 KW e dispõem de área de reservatório de até 13 km^2 (ANEEL, 2020).

De acordo com o Sistema de Informações de Geração (SIGA) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2021), o Brasil possui 541 PCHs em todo o território brasileiro, com um total de 7.139.646,32 KW de capacidade instalada, sendo 424 em operação, o que deverá gerar 5.500.914,57 de potência elétrica instalada no país. Essas 424 PCHs em funcionamento se encontram distribuídas ao longo das regiões brasileira, como apresenta a figura 1, tendo uma maior concentração nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do país, onde estão localizadas os estados de Mato Grosso, Rio Grande do Sul, São Paulo e outros.

Figura 1 – Distribuição das PCHs no território brasileiro

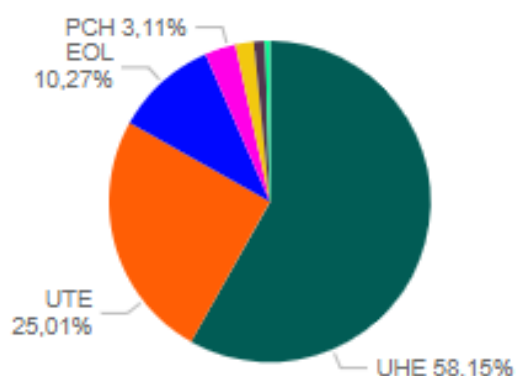


Fonte: ANEEL (2021)

As PCHs são enquadradas como fontes de energia renováveis, uma vez a qual é gerada através da força das águas dos rios, esses empreendimentos colaboram para a diversificação da matriz elétrica brasileira, aumentando a segurança energética e confiabilidade de no suprimento de energia. Além, do desenvolvimento de regiões menos favorecidas por intermédio da implantação de empreendimentos, pois configuram-se plantas de geração distribuída. Ademais, substituem as fontes não-renováveis, como pequenas termelétricas e usinas nucleares, assim contribuir para a redução da emissão de gases do efeito estufa e para o combate do aquecimento global (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

Segundo o SIGA, da ANEEL (2021), a Matriz Elétrica Brasileira com empreendimento em operação é composta por Usina Termelétrica de Energia (UTE), UHE, Central Geradora Eolielétrica (EOL), Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV), Usina Termonuclear (UTN), PCH e Central Geradora de Hidrelétrica (CGH), sendo que as PCHs representam 3,11% de toda a matriz elétrica em operação, como é evidenciado na figura 2.

Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira: Empreendimento em operação



Fonte: ANEEL (2021)

Entretanto, apesar de ser uma fonte de energia limpa as Pequenas Centrais Hidrelétricas também são responsáveis pela geração de impactos socioambientais negativos, especificamente a poluição sonora e atmosférica, a supressão da vegetação, modificações nas características do solo, diminuição da vazão do rio no trecho entre a barragem e o canal de fuga, entre outros. Portanto, é importante analisar de forma cuidadosa os impactos provenientes das PCHs, para evitar danos futuros.

Em decorrência desse cenário, a realização deste trabalho pode contribuir para os estudos a respeito do setor energético. Além disso, o estudo das Pequenas Centrais Hidrelétricas é relevante para a engenharia elétrica, em virtude dos assuntos abordados nesta monografia estarem relacionados com instalação, produção, distribuição e impactos socioambientais produzidos por PCHs.

O objetivo geral do trabalho de cunho monográfico é constatar através de outras pesquisas e análises científicas a importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas para o desenvolvimento nacional, e os impactos socioambientais ocasionados por meio da instalação das PCHs no Brasil. A partir do objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Fazer um levantamento de trabalhos que apresentam informações relevantes sobre as PCHs, desde a definição à instalação.
- O estudo e análise de referências bibliográficas para a compreensão da legislação brasileira acerca das Pequenas Centrais Hidroelétricas.
- A partir de outras pesquisas entender e verificar os principais impactos sociais e ambientais ocasionados devido a implantação das PCHs no Brasil.

Com tais objetivos descritos, desenvolvemos no capítulo 2 o referencial teórico, cujo corresponde a parte essencial do trabalho, nessa seção são apresentados os conceitos e normas vigentes sobre as PCHs. No capítulo 3 ocorre a descrição dos materiais e métodos utilizados para a elaboração do trabalho. No capítulo 4 denotamos os resultados e discussões obtidos. O último capítulo, trata das conclusões da monografia, fazendo a averiguação se os objetivos do trabalho foram atingidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PCHS

Neste capítulo introdutório será apresentado inicialmente um breve histórico quanto as Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil, cujo data primitivamente do tempo que confere do fim do século XIX e as duas primeiras décadas do século XX. Logo em seguida, é abordado o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), o qual foi responsável pelo aumento de novos empreendimentos no setor de PCH. No final, será dissertado a definição e classificação das PCHs.

2.1.1 Breve histórico sobre as PCHs

Historicamente o setor energético brasileiro sempre teve a predominância de fontes hidráulicas, sobretudo composto por UHE. Essa fonte de energia é explorada em grande escala no país, em decorrência do elevado potencial hidráulico do território brasileiro e devido a geração hidrelétrica ser uma fonte de energia renovável (ANDRADE, 2006).

Segundo Andrade (2006) os primeiros textos que tratam sobre a hidroeletricidade no Brasil são do tempo do Império, durante o período de exportações da pátria, cujos produtos que saiam do país para a Europa eram em especial a borracha e o café, tais mercadorias precisam de infraestrutura, em virtude da produção e do transporte, assim começava a modernização.

Ainda de acordo com Andrade (2006) as hidrelétricas iniciais tinham características simples, eram de pequeno porte, a potência era relativamente baixa se comparada com as atuais. Ademais, eram designadas para aplicação exclusiva de moinhos, serrarias e algumas tecelagens. Devido à localização de produção, essas usinas pequenas se localizavam em Minas Gerais, com a expansão comercial essas se expandiram para o sudeste do país, até chegar ao estado de São Paulo.

O advento das Pequenas Centrais Hidrelétricas data na época do fim do século XIX e as duas primeiras décadas do século XX, onde as PCHs correspondiam como elemento precípua dos Sistemas Elétricos no Brasil primários (ANDRADE, 2006).

Ao longo desse período, especificamente entre 1890 e 1940 foram realizadas a criação de inúmeras pequenas centrais hidrelétricas. O principal objetivo dessas centrais eram fornecer energia ao sistema de iluminação pública, visando a solidificação do avanço da produção de

energia no país, como também o desenvolvimento das tarefas econômicas de mineração, favorecimento de bens agrícolas, indústrias de têxtil e cereais (CARVALHO, 2014).

Com tais desenvolvimentos as mudanças na iluminação no Brasil foram acontecendo, ou seja, a partir desse momento que começa a substituição dos lampiões pelas lâmpadas elétricas.

Durante parte do século XX até a década de 1990 houve um processo de desaceleração da construção e desenvolvimento das PCHs, isto ocorreu porque a revolução de 1930 encadeou uma nova configuração no modo de gerenciamento dos recursos hídricos. Os estados passaram a dar ênfase às grandes usinas elétricas, assim diversas entidades estaduais de energia foram criadas, planejando a geração de energia e economia em enorme escala (ANDRADE, 2006).

No entanto, segundo Carvalho (2014), a partir da década de 1970 teve a crise do petróleo em 1973, esse acontecimento fez com que o governo se atenta-se a questão energética à situação da importância essencial da variação na organização do setor público. Ademais, foi primordial para que os governos passassem a incentivar a autossuficiência de energia, e implementasse o aumento das hidrelétricas e a permutação do uso de combustíveis fósseis nas indústrias energointensivas.

Outra circunstância importante para a mudança do setor energética nesse período foi a pauta das questões ambientais, a qual começou a ser debatida e examinada no contexto jurídico constitucional, posteriormente a difusão da Constituição Federal de 1988, cujo estabeleceu como um Direito Humano Fundamental a vivência em ambiente ecologicamente equilibrado (FERREIRA et al., 2009).

Simultaneamente nesse tempo é instituída Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, a qual determina ao Conselho Nacional de Meio Ambiente a responsabilidade de prescrever as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes para implementação da avaliação de impactos ambientais. Dentro dessa resolução, é estabelecido também o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e o Estudo de Impactos Ambientais (EIA). Dessa maneira, para qualquer projeto no âmbito de energia elétrica é exigido o licenciamento ambiental (CONAMA, 1986).

Essas regulamentações e jurisdições passaram a alterar de forma expressiva na instauração do mercado e no desenvolvimento de novas fontes de energias renováveis. Como desfecho dessas mudanças e acontecimentos marcantes do setor energético no Brasil, por exemplo, a crise energética de 2001, “o apagão”, cujo, evidenciou a falta de planejamento e investimento do setor, na diversificação da matriz e na transmissão de energia, o governo passou a concentrar em um modelo de privatização do setor e variação das fontes energéticas, com

leilões e programas de incentivos a fontes renováveis, incluindo as PCHs, o principal projeto estabelecido foi o Proinfa.

2.1.2 Proinfa

O Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) foi instituído em 26 de abril de 2002, pela lei nº 10.438/2002, tendo como propósito fundamental a ampliação da atuação das fontes alternativas renováveis no setor elétrico do Brasil, de preferência empreendimentos do setor das Pequenas Centrais Hidrelétricas, Usinas Eólicas e Biomassa. Portanto, proporcionando um aumento na diversificação da matriz energética nacional e um crescimento elevado de novas fontes, gerando emprego e renda em diferentes estados brasileiros (ELETROBRÁS, 2002).

Em consenso com Anexo III da Resolução nº1 da CIMGC (2016), entre os demais objetivos do Proinfa, o que tem grande notoriedade é a valorização do meio ambiente e o aproveitamento de fontes energéticas regionais, ou seja, vias locais, intencionando a propagação e o estabelecimento de uma produção de energia economicamente sustentável. Para alcançar essa meta, o projeto promove estímulos econômicos a empreendimentos de produção de energia renováveis e de vigor dispersos, assim evitando os prejuízos nos processos de transmissão e distribuição de energia.

Originalmente, o Proinfa seria executado em duas fases, na primeira etapa previa a contratação de 3.300MW de potência instalada, decomposto de maneira igualitária para as fontes eólicas, PCHs e biomassa, diante disso, cada setor contaria com 1.100MW de capacidade. Após o estágio um, o programa visava atingir em 20 anos, com a inclusão da fontes renováveis na matriz energética o serviço de 10% do consumo anual de energia do país. Todavia, apenas a etapa número um do projeto foi concluída, assim sendo ao final do período de implantação mais de 3.300 MW foram contratadas (LEÃO; BRASIL JUNIOR, 2008).

Por fim, o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica colaborou para uma maior diversificação da matriz energética nacional. O Proinfa, também exerceu papel de destaque na geração de empregos no setor de energia em diferentes locais do país, com a inserção do programa, estima-se que em torno de 150 mil novos trabalhos diretos e indiretos foram impulsionados. O projeto estipula ainda uma redução da emissão de gases de efeito estufa correspondente a 2,5 milhões de toneladas de CO₂ eq/ano (ELETROBRÁS, 2020).

2.1.3 Definição de PCH

A primeira definição legal a respeito das Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil surgiu há mais de 35 anos, exatamente em 1982, com a publicação da primeira edição do Manual de Pequenas Centrais Hidrelétricas, cujo foi confeccionado pela ELETROBRÁS, em consórcio com o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), atual ANEEL (ELETROBRÁS, 2000). De acordo com portaria do DNAEE nº 109, de 24 de novembro de 1982, uma Usina Hidrelétrica seria entendida como uma PCH quando:

- A potência total instalada fosse compreendida entre 1,0 MW e 10 MW;
- A capacidade da junção turbina-gerador estivesse entendida entre 1,0 MW e 5 MW;
- A altura limite das estruturas de barramento do rio não excedesse 10 m;
- Possuir vazão de dimensionamento da tomada de água inferior ou igual a 20 m³/s.

Ademais, não existia limitação para a caída do empreendimento, logo as PCH seriam consideradas de baixa, média e alta queda.

Todavia, com o passar dos anos e em decorrência das modificações institucionais e da legislação esses parâmetros foram alterados. Dessa forma, atualmente, segundo o Art.5º da resolução normativa nº 875, de 10 de março de 2020 (ANEEL, 2020), é considerada Pequena Central Hidrelétrica qualquer aproveitamento hídrico, cujo possuir as seguintes características:

- Ter potência instalada maior que 5.000 KW e igual ou menor a 30.000 KW.
- Dispor de área de reservatório de até 13 km², eliminando a calha do leito regular do rio.

Na figura 3 é apresentado um exemplar de PCH, mostrando como esse é um projeto mais simples, de menor porte e com necessidade de áreas e impactos ambientais menores que uma Usina Hidrelétrica.

Figura 3 – Representação de uma PCH



Fonte: ANEEL (2021)

2.1.4 Tipos de PCH

Em conformidade com as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas da ELETROBRÁS (2000) às Pequenas Centrais Hidrelétricas são classificadas de acordo com:

- Capacidade de regularização do reservatório;
- No que tange ao sistema de adução;

2.1.4.1 Capacidade de regularização do reservatório

2.1.4.1.1 PCH a fio d'água

Segundo a Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000), é considerada uma PCH a fio d'água quando às vazões de estiagem do rio encontram-se iguais ou superiores que a descarga obrigatória à potência a ser instalada para atender à demanda máxima prevista.

Além disso, nesse tipo de PCH o volume do reservatório gerado pela barragem é desprezado. Logo, o sistema de adução deve ser projetado para guiar a descarga precisa para fornecer a potência estabelecida pela demanda. Ainda, o aproveitamento energético da PCH a fio d'água será parcial, enquanto o vertedouro deve operar na quase integralidade do tempo, extravasando o excesso da água.

Dessa forma, essa PCH expressa simplicidade, uma vez que está elimina estudos de regularização de vazões, sazonalidade da carga elétrica do consumidor, simplifica as investigações e a concepção da tomada d'água. Também, facilitando o projeto da mesma.

2.1.4.1.2 PCH de acumulação, com regularização diária do reservatório

Diferente da PCH a fio d'água, a PCH de acumulação, com regularização diária do reservatório é utilizada no caso que às vazões de estiagem do rio são baixas e fundamental para fornecer a potência, a qual é necessária para abastecer a demanda máxima do público alvo e acontece com risco superior ao empregado no projeto, é o que expõem as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000).

Assim sendo, o reservatório proporcionará o adicional essencial de vazão regularizada.

2.1.4.1.3 PCH de acumulação, com regularização mensal do reservatório

Como evidenciam as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000) esse tipo de PCH preza por informações de vazões médias mensais no que diz respeito ao dimensionamento energético, logo é estudado as vazões de estiagem médias mensais, por consequência conjectura-se a regularização mensária das vazões médias diárias, ocasionadas pelo reservatório.

2.1.4.2 No que tange ao sistema de adução

Adução representa o deslocamento da água do reservatório ao tratamento ou da água devidamente tratada ao processo de distribuição (FIOCRUZ, 2010).

Em relação ao sistema de adução, são classificadas em dois protótipos (ELETROBRÁS, 2000):

- Adução em baixa pressão com escoamento solto em canal / elevada pressão em conduto pressionado;
- Adução em baixa pressão através de tubulação / alta pressão em conduto oprimido;

De acordo com as Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000) a metodologia de seleção de qual tipo deve ser implantado vai depender dos critérios topográficos e geológicos da localidade onde será instalada a PCH, assim como da análise de fatores econômicos comparativos.

Atentando a esse fator, a agregação de adução longo, isto significa, quando a inclinação da encosta e os estados de fundação estiverem benéficos à edificação de um canal, por consequência, a primeira estância, esse modelo é a resolução mais econômica. Entretanto, para conjunto de adução curto, ou seja, optar por somente uma tubulação, para os trechos de baixa e alta pressão, é vital uma análise.

2.2 FUNCIONAMENTO, COMPONENTES, IMPLEMENTAÇÃO, LEGISLAÇÃO E FATORES

Dando sequenciamento a seção 1 do capítulo 2, a seção 2 apresentará e exemplificará o princípio de funcionamento de uma Pequena Central Hidrelétrica, cujo princípio de funcionamento é semelhante ao de uma Usina Hidrelétrica, após, os componentes básicos de uma PCH no âmbito do processo Civil e Equipamentos, como desvio, canal de adução, casa de força e as demais partes. Fazendo prosseguimento, é expresso o fluxograma de implementação de uma PCH no Brasil, através de fluxogramas é designando-se as etapas do procedimento de instalação de uma PCH. Por último, são discutidos os principais elementos da legislação que trata das PCHs e os fatores que favorecem a instalação das PCHs no Brasil.

2.2.1 Princípio de funcionamento

As Pequenas Centrais Hidrelétricas notabilizar-se entre as demais fontes renováveis de energia presente no país devido ser constituída de tecnologia 100% nacional, ou seja, a cadeia produtiva é toda realizada no Brasil, a começar da engenharia, projeto até a fabricação dos equipamentos. Assim sendo, ocorre um processo de favorecimento econômico, pois as PCHs impulsionam a economia de vários municípios (ABRAGEL, 2019).

Os empreendimentos de PCHs em condições operacionais distingue-se das outras fontes e das UHE em função de serem produtoras de energia que operam usualmente a fio d'água, isso significa a não necessidade de reservatórios extensos e grandes, em decorrência disso, os rios ou reservatórios são de pequeno porte, proporcionando o movimento constante da água, explorando a vazão real dos rios, sem demandar o armazenamento abundante de quantidades de água.

Posto isso, nas épocas de estiagem, pode acontecer de a vazão à disposição ser inferior a capacidade das turbinas, acarretando a ociosidade. Toda via, em casos opostos, ou melhor,

quando as vazões são superiores a capacidade de alimentação das máquinas, feito esse que consente a passagem de água através do vertedor (VERGÍLIO, 2012).

Portanto, é comum que as PCHs sejam instaladas preferencialmente em rios de pequeno e mediano porte, os quais devem conter desníveis relevantes no percurso, gerando potência hidráulica suficiente para movimentar as turbinas das centrais, assim, não precisando da edificação de enormes barragens para que o processo ocorra. Após, a turbina acionará o gerador elétrico, que converterá a energia cinética de rotação em energia elétrica (VERGÍLIO, 2012).

Por último, a energia é conduzida dos terminais dos geradores ao transformador elevador, local em que a tensão será elevada para a energia ser adequada a condução e depois transmitida aos centros de consumo (VERGÍLIO, 2012). Dessa forma, basicamente o princípio básico de funcionamento se assemelha ao de uma usina hidrelétrica de grande porte, pois, os desníveis significativos da água durante o percurso são transformados em energia mecânica, cujo, posteriormente ao passar pela turbina e o gerador será transformada em energia elétrica.

2.2.2 Componentes básicos de uma PCH

Independentemente da classificação, do tipo ou porte, uma PCH é composta por diferentes e inúmeros componentes, os quais vão variar em conformidade com a topografia do local e a região à ser instalada. Entretanto, um central hidroelétrica que possa ser enquadrada como uma PCH apresenta alguns itens básicos que tem como atribuição vital a captação de água para a transformação de energia hidráulica em energia elétrica.

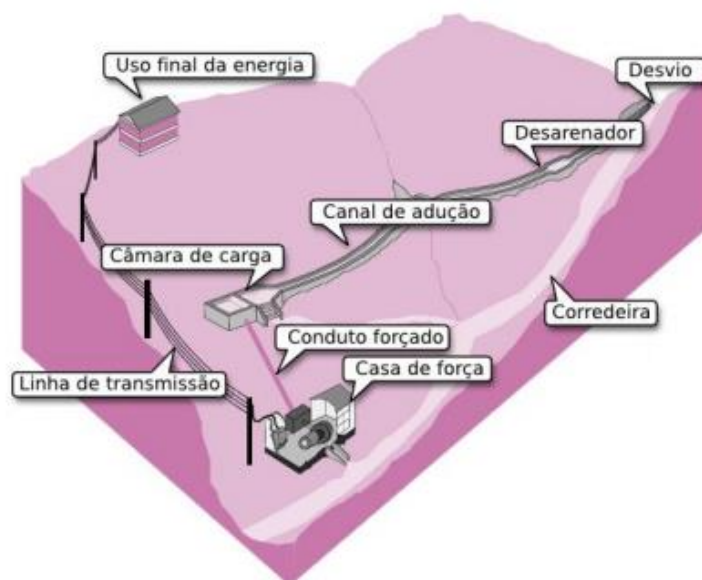
Em resumo, uma PCH possui um pequeno reservatório, cuja função é a captação e o acúmulo de água para regularizar o rio e garantir uma vazão mínima a ser turbinada, se houver. Por conseguinte, a barragem possui o vertedouro, esse tem por responsabilidade controlar o nível de água, a bacia de dissipação e entre outros elementos de domínios de segurança e de manutenção (VERGÍLIO, 2012).

Outro aspecto importante é o desvio, que realiza o processo de transvio do rio e pode variar em razão dos aspectos topográficos hidrológicos e geológico-geotécnicos do local da PCH. Por vez, o drenador é encarregado da função de excluir os depósitos do base do reservatório e esvaziá-lo (VERGÍLIO, 2012). Mais uma parte da PCH é o sistema adutor que é formado por um conjunto de fragmentos sendo denominados de; tomada d'água, sistema de limpeza, comportas, canal ou conduto de adoção, câmara de carga e tendo por último conduto forçado de alta pressão, e demais segmentos complementares (TIAGO FILHO et al., 2008).

Segundo Tiago Filho et al. (2008), o complexo que forma uma PCH finaliza com a casa de máquina ou de força, e o canal de fuga ou de restituição. A casa de máquina é um dos componentes mais relevante, uma vez a qual é onde estão localizados o gerador, turbina e o regulador de velocidade, ademais também é onde são encontrados o sistema movimentação de carga, de controle, de proteção, pátio de manobra e manutenção. Por fim, a subestação, seguido da linha de transmissão até os consumidores de energia.

Assim, como já evidenciado ao longo texto a figura 4 apresenta uma ilustração esquemática dos principais componentes básicos que compõem as PCHs e a sequência lógica, com início no desvio e finalizando no uso final da energia. A implantação dessas centrais pode acontecer em diferentes locais, porém no Brasil estão concentradas no bioma amazônico.

Figura 4 – Componentes de uma PCH



Fonte: Vergílio (2012)

2.2.3 Fluxograma de implementação de uma PCH no Brasil

O processo de implementação de uma Pequena Central Hidrelétrica é um procedimento complexo, formado por diferentes etapas, uma vez a qual é composto por uma série de marcos regulamentários de ordem institucional, ambiental e comercial. A primeira disposição é o inventário hídrico, ou seja, a análise e validação do potencial hídrico de uma deliberada área de acordo com os protocolos estabelecidos pela legislação na forma de estabelecer a maior otimização da utilização de bem público, a água, a concessão da validação é dada pela ANEEL (ELETROBRÁS, 2000).

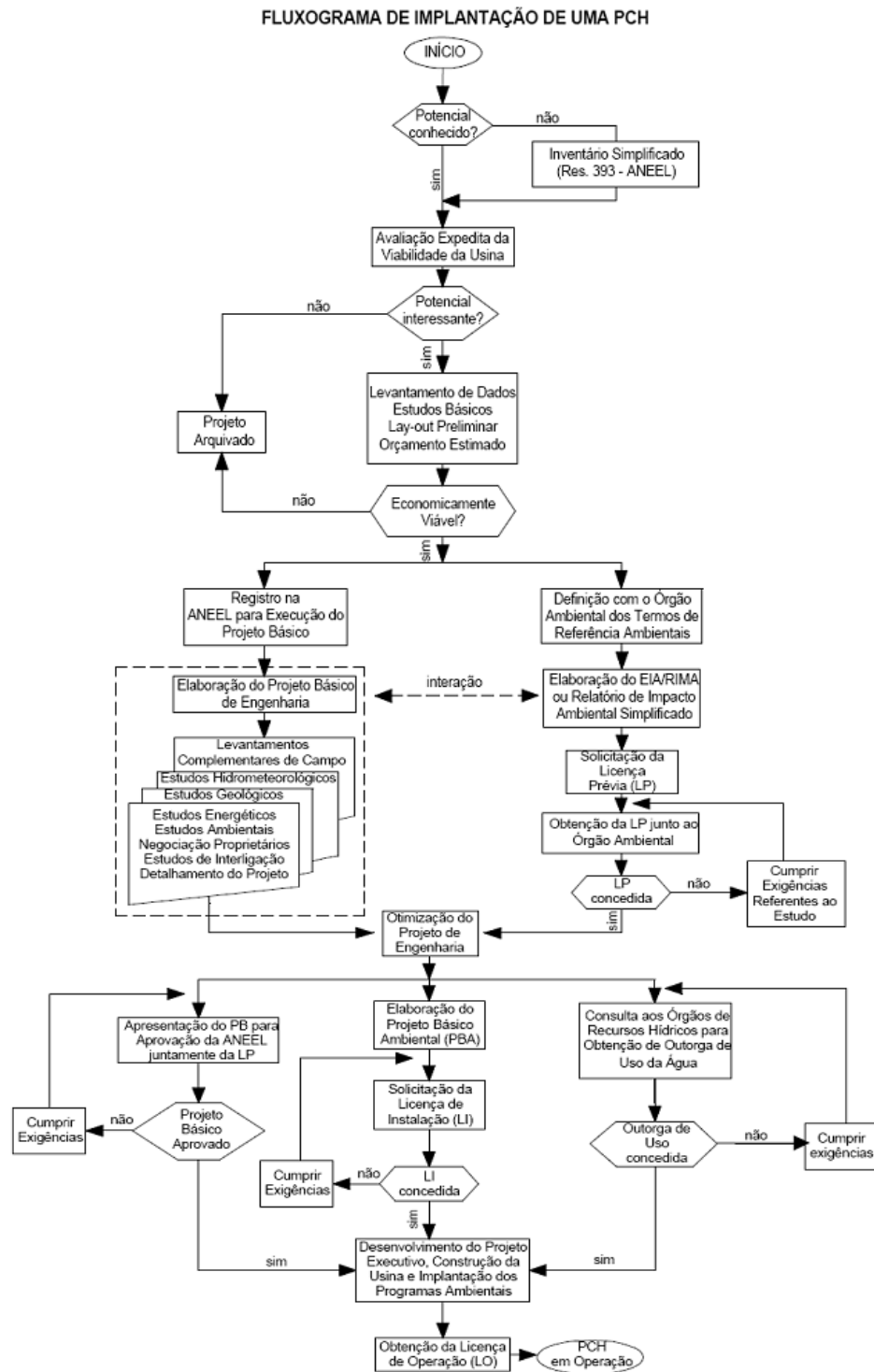
No que diz a respeito ao cenário ambiental é preciso haver a existência de uma harmonização entre o empreendimento e o meio ambiente no qual será realizada a instalação e o gerenciamento do recurso hídrico, com o intuito de conceder benefícios a ambos os envolvidos. Para que isso seja assegurado, a legislação brasileira determina o comprimento de Licenças Ambientais, são estas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), os quais a apresentação varia conforme a evolução e fases de desenvolvimento da PCH, no fim será realizado a outorga do projeto (ELETROBRÁS, 2000).

As próximas fases do projeto de instalação devem ser pautadas na viabilidade econômica da central, caso seja aprovado a atratividade do local se instaura o processo de estudo para a verificação dos arranjos e tipo de estrutura, ou seja, o projeto básico, essas devem ser pré-dimensionadas em concordância com os parâmetros adequados, em sequência é preciso o levantamento topográfico, após isso, iniciar o desenvolvimento do método de obras civis e os equipamentos eletromecânicos (ELETROBRÁS, 2000).

Depois de todas as etapas apresentadas anteriormente, ou melhor, a finalização do arranjo final do empreendimento, é a vez de executar as pesquisas de Planejamento da Construção e Montagem, os Estudos Ambientais definidos, Manutenção e Operação. Ao fim desses passos e de posse da investigação de custo total, é averiguada a Avaliação Final do negócio para a confirmação da eficácia do investimento (ELETROBRÁS, 2000).

As fases de implementação de uma PCH discutidas nos parágrafos anteriores encontram-se resumidas no fluxograma apresentado na figura 5, o qual de maneira geral ilustram os ciclos e exercícios a serem efetuadas para a consecução de um investimento de uma Pequena Central Hidrelétrica. O primeiro, corresponde a demonstração de implantação de uma PCH, a partir da avaliação do potencial hídrico até a PCH em operação, frisando em pontos de grande relevância, cujo refere-se as questões ambientais, econômicas e otimização do processo de engenharia.

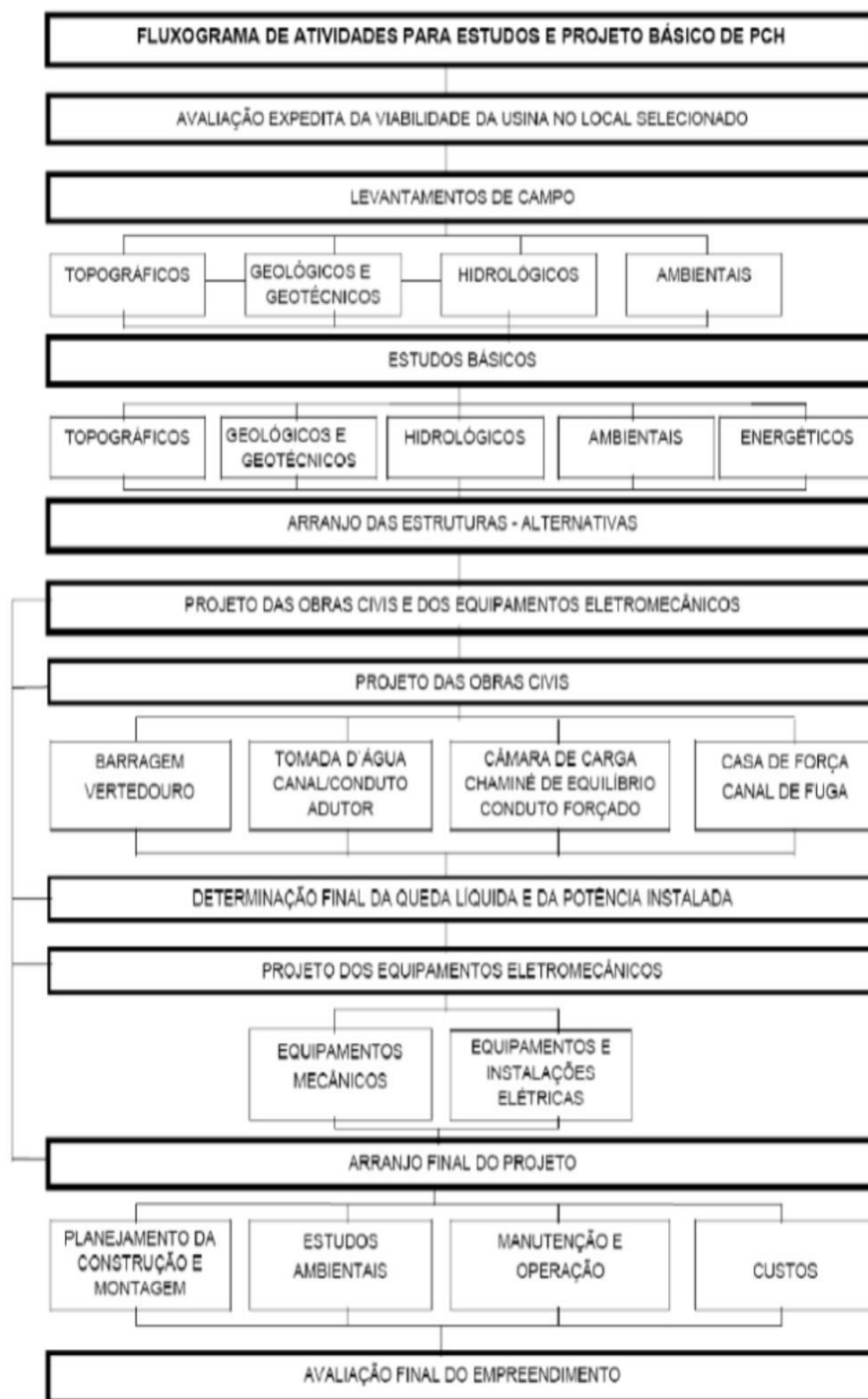
Figura 5 – Fluxograma de Implantação de uma PCH



Fonte: ELETROBRÁS (2000)

Na figura 6 é apresentado o fluxograma de atividades para estudos e projetos de PCH, retratando os levantamentos, pesquisas e análises, os quais deverão ser promovidos para que sejam realizados o arranjo da estrutura, o projeto civil e equipamentos eletromecânicos, terminando com a avaliação final do empreendimento.

Figura 6 – Fluxograma de Atividades para Estudos e Projeto Básico de PCH



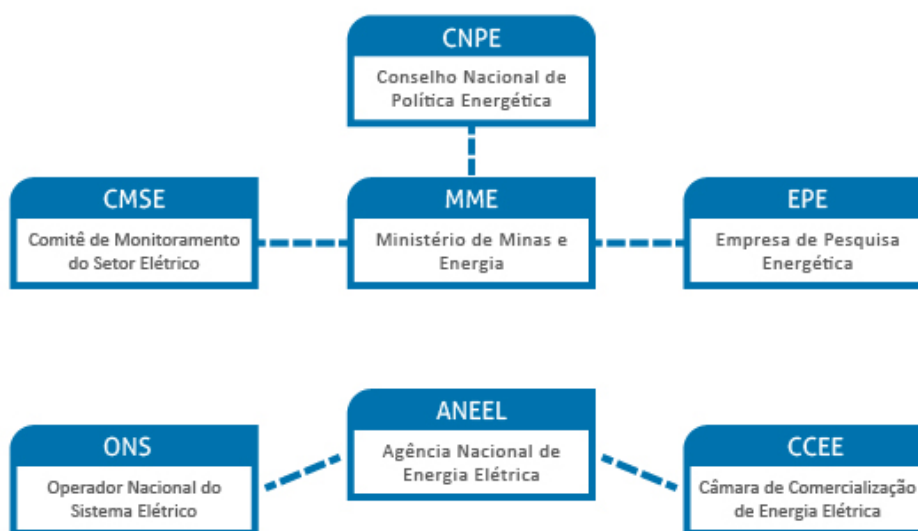
Fonte: ELETROBRÁS (2000)

2.2.4 Legislação

A geração de energia elétrica no Brasil se deu a partir do final do século XIX com a exploração dos recursos hídricos, o processo se iniciou na região sudeste do país, que apresentava a maior concentração comercial e produtiva, apresentando como base a produção de energia por centrais de pequeno porte, sendo essa suficiente para atender a demanda da época. Com o passar dos anos, o sistema de geração começou a ser modificado com o propósito de acompanhar o crescimento demográfico, econômico e a modernização.

A mudança de cenário do setor energético fez com que fossem criadas entidades para serem encarregadas por publicar, regularizar e fiscalizar uma série de leis, decretos, despachos, resoluções e portarias do âmbito de energia, os principais órgãos atuais responsáveis e de estrutura do setor são apresentados na figura 7.

Figura 7 – Estrutura do Setor Elétrico Brasileiro



Fonte: CCEE (2004)

Cada instituição ou órgão tem uma finalidade e função, a qual deve exercer de acordo com cada setor do sistema elétrico. A legislação brasileira divide os recursos hídricos aproveitados em serviços públicos e uso exclusivo, podendo mudar em conformidade com a intenção da energia gerada.

Todavia, segundo Tiago Filhos et al. (2008) nos séculos anteriores não havia essa divisão de entidades competentes e atividades, muitos foram criados após a legislação, como no passado não existia essa estrutura e o processo de lei não era aprovado, cabia ao Ministério de

Minas e Energia a atribuição de outorga da autorização para a serventia privada das Pequenas Centrais Hidrelétricas, para que fosse aprovado o empreendimento deveria cumprir o manual de PCHs, feito de acordo com a portaria do DNAEE nº 125, de 17 de agosto de 1984.

Em 1998, foi instituída uma nova lei, cujo estabelecia um novo limite de potência e vantagens para a produção e comercialização de energia elétrica por meio de PCH, a Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, com isso, ampliou-se o limite de potência de uma PCH para 30.000 kW e os empreendimentos passou a ter direito a inúmeros proveitos.

Dentre as vantagens estão: Para o processo de instalação a autorização deve ser concedida por meio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador, criada em 27/12/1997, pela Lei 9.427. No quesito de tarifa da utilização de transmissão e distribuição, houve uma diminuição mínima de até 50%; além da presença assegurada às regalias técnicas e econômicas de operação interligada, ademais a Desobrigação de pagamento da Compensação Financeira para o aproveitamento hídrico.

Ainda foi instaurado por meio Lei 9.427 a atenuação da margem de comercialização de energia para usuários com carga superior ou igualitária a 500kW, circunstância de permutação da geração termoeletrica, pode usufruir dos insumos oriundos da Conta do Consumo de Combustíveis (CCC), e por fim, o não pagamento da contribuição de transporte integral para PCHs em operação antes de 2003.

Complementando a legislação, no mês de setembro de 1996 foi protocolado o Decreto 2.003, cujo decreta a regularização à produção independente e a autoprodução de energia, além disso, é definindo que a Lei 9.648 de maio de 1998 amplifique não só as vantagens do sistema CCC as PCHs, mais também as outras fontes alternativas de produção de energia elétrica (TIAGO FILHO et al., 2008).

De acordo com Tiago Filho et al. (2008), a Lei 10.438 de abril de 2002 gerou um demasiado importante para as fontes renováveis de energia no Brasil, dado que acrescentou a geração eólica, biomassa e à cogeração qualificada a redução de até 50% dos encargos tarifários da utilização dos sistemas de transmissão e distribuição, privilégio esse, cujo era dado apenas as PCHs. Ademais, foi responsável por criar o Proinfa, a Conta do Desenvolvimento Energético (CDE) e a Reserva Global de Reversão (RGR).

Ainda segundo Tiago Filho et al. (2008), dentre as tantas leis, decretos, resoluções e portarias consideradas importantes para o setor elétrico destaca-se a Portaria nº 109 do dia 24 de novembro de 1982, onde um aproveitamento hídrico era definido como PCH se operasse a fio d'água, ou reduzida regularização, provida de barragens e vertedouro de altura limite de 10 metros, e o sistema de adução dispor somente de canais e/ou tubulações, turbinas de 20 m³/s,

formada de geradores com potência específica de até 5 MW e potência instalada total máxima de 10MW.

No ano de 1987, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica por meio da Portaria nº 136 de 6 de outubro de 1987 apresentou novos condicionamentos para a PCH, possuir potência total igual ou menor a 10 MW e potência unitária de 5 MW, visando soluções mais elaboradas de engenharia, em decorrência, era considerado legal utilizar qualquer técnica para implementação. Essa portaria também foi responsável por classificar pela primeira vez as PCHs, como é mostrado no quadro 1 (TIAGO FILHO et al., 2008).

Quadro 1 – Classificação das PCH, segundo portaria 136 do DNAEE, de 06/10/87

Classificação	Sigla	Faixa de Potência
Microcentral Hidrelétrica	μCH	Até 100 KW
Minicentral Hidrelétrica	MCH	De 100 até 1000 KW
Pequena Central Hidrelétrica	PCH	De 1000 até 10 000 KW

Fonte: TIAGO FILHO et al. (2008)

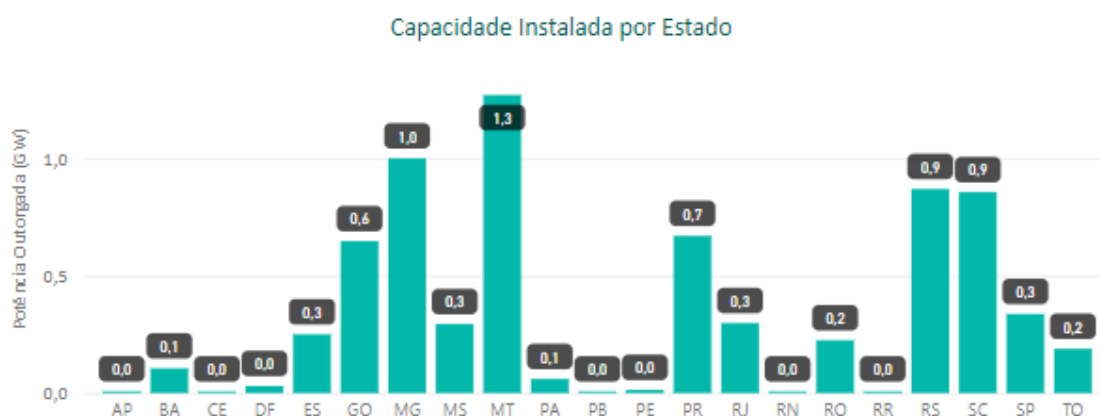
Como já descrito anteriormente, após longos anos de discursões e estudos o despacho legítimo referente às PCHs é a Resolução Normativa nº 875 de 10 de março 2020, a qual no Art. 5º define que os aproveitamentos hidrelétricos com as seguintes características serão enquadrados como Pequena Central Hidrelétrica: ter potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW e área de reservatório de até 13 km². Além, de instituir todos os critérios e mecanismos precisos à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos (ANEEL, 2020).

2.2.5 Fatores que favorecem a instalação das PCHs no Brasil

Diante do cenário de benefícios fiscais, financeiros e econômicos dados as Pequenas Centrais Hidrelétricas, os quais alguns já foram descritos ao longo do texto, como o Proinfa, a Lei nº 9.648 de 27 de maio de 1998 que deu as PCHs inúmeros direitos e concessões, e os critérios de enquadramento, existem a principal, a disponibilidade de potencial hidrelétrico em várias regiões do Brasil, uma vez que as PCHs podem serem instaladas em rios de menores dimensões e em áreas isoladas. Logo, as centrais espalharam-se em diferentes partes do território, entretanto, como podemos ver na figura 8 a capacidade instalada varia conforme o

estado, tendo um maior nível no Mato Grosso, e uma menor capacidade em estados do Nordeste brasileiro.

Figura 8– Capacidade Instalada por Estado



Fonte: ANEEL (2021)

Além do Proinfa, o governo criou outros programas governamentais que também incentivou as PCHs, como o Luz para todos, lançando pelo do governo federal em 2003, por meio do Ministério de Minas e Energia com a finalidade de universalizar o fornecimento de energia elétrica. Ademais, outro ponto importante cujo contribuir para as PCHs é a probabilidade do registro desses empreendimentos como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), os quais foram estabelecidos a partir da assinatura do Protocolo de Kyoto, logo aumentou-se a atratividade econômica das Centrais (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

De acordo com Albuquerque e Moraes (2013) é interessante salientar sobre as mudanças no processo de licenciamento ambiental para empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto, onde as PCHs se caracterizam, essas modificações aconteceram em decorrência de acontecimentos que ocorreram no setor elétrico em 2001. A necessidade por energia elétrica para suprir a demanda do período foi crucial para o estabelecimento e fragilização das regulamentações ambientais. A junção de todos os fatores expostos foram primordiais para o favorecimento e expansão das PCHs.

2.3 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE UMA PCH

As Pequenas Centrais Hidrelétricas, assim como as demais fontes produtoras de energia elétrica geram impactos socioambientais positivos e negativos, para entender melhor é necessário salientar sobre o conceito de impacto ambiental, o qual dependendo da natureza pode ser classificado em físico, biológico e antrópico, cujo são as três dimensões que podem ser

afetadas. Além, de compreender a legislação ambiental e medidas ambientais impostas para a implementação de uma PCH. Portanto, de forma geral as seções 2.3.1 e 2.3.2 visam descrever tais pontos.

2.3.1 Conceito de Impacto Ambiental

De acordo com a Resolução CONAMA, nº 001 de 23 de janeiro de 1986, entende-se por impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

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

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Conforme Andrade (2006) tais impactos ambientais só começaram à serem avaliados no Brasil de forma legal a partir da Lei Federal 6.938, de 31.08.1981. Essa Lei, foi responsável por instaurar a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) como órgão executor. Em razão disso, passou-se a impor a todos os empreendimentos que têm potencial de causar impacto ambiental estabelecessem no meio dos deveres a identificação dos impactos ambientais, a caracterização dos efeitos negativos, a definição de ações e meios para mitigação dos impactos negativos.

Para às PCHs os impactos ambientais dependendo da natureza podem ser negativos ou positivos e impactar três aspectos: O ambiente físico, quando os efeitos são sobre o curso da água, o solo e a atmosfera, o meio biótico, ou seja, impactos biológicos causados na fauna e flora, como o espaço antrópico, o fator atingido é o ser humano, às comunidades locais próximos a área de instalação de um empreendimento de energia elétrica (TIAGO FILHO et al., 2008).

A forma de avaliar os impactos ambientais é através da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), o qual se caracteriza-se por ser um dispositivo de política ambiental composto de ações qualificadas para analisar desde o começo do procedimento à realização de um exame sistemático dos impactos ambientais de uma oferta e suas possibilidades, os resultados devem ser expostos de forma coesa ao público e aos encarregados de tomar a decisão. É por meio dessa avaliação que os empreendimentos podem ser direcionados a sustentabilidade (ANDRADE, 2006).

Segundo Machado (2000):

O estudo prévio de impacto ambiental e seu relatório de impacto ambiental só podem ser elaborados por equipe multidisciplinar. Isto quer dizer que uma pessoa física não pode ser autora do EIA e do RIMA, inobstante seja habilitada em diversos setores do conhecimento humano.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) regulamentado pela Resolução CONAMA 001/1986 é um dos componentes do sistema de avaliação de impacto ambiental, refere-se ao estudo e análise técnica e científica das seguintes atividades: Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento, por meio de uma equipe técnica multidisciplinar (CONAMA, 1986).

Dentre os demais documentos ambientais existentes destaca-se o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), esse é um registro que evidencia entre outros: os objetivos e justificativas do projeto, a descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, a síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto, a descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade e o programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos (CONAMA, 1986).

2.3.2 Legislação e medidas ambientais necessárias para a implantação de uma PCH

As Pequenas Centrais Hidrelétricas, assim como as fontes eólicas, solar, térmica, biomassa e as outras fontes geradoras de energia elétrica tendem a provocar impactos socioambientais positivos e negativos, de pequena, média ou grande escala, isso vai variar de acordo com o tamanho do empreendimento, dos meios físicos, biológicos e antrópicos impactados.

Para todo empreendimento no setor de geração de energia elétrica é obrigatório, fundamental e indispensável a elaboração de um eficiente Estudo Ambiental, afim de garantir o Art.225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, cujo determina “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” (BRASIL, 1988).

Ainda, segundo o inciso IV do § 1º do Art. 225 da Constituição Federal é proferido “Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de

significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental” (BRASIL, 1988).

Devido a constituição é imprescindível a realização de um bom Estudo Ambiental ‘para a obra de uma PCH, onde deve ser descrito os impactos oferecidos pelo empreendimento ao meio ambiente, e ao reservatório associado. Além da estimativa, a inclusão das medidas e dos programas de mitigação, compensação e controle, a fim de evitar a alguma atitude de organismos governamentais ou não, os quais pode implicar no embargar da instalação de uma PCH (ELETROBRÁS, 2000).

A implantação integral dessas diligências têm cunho benéfico não somente para os meios ambiental, físico e antrópico próximos a região de instalação, mais também para os investidores e empresas responsáveis por executar a obra da PCH, visto que tais medidas têm papel importante para impedir ou mitigar ações que cause danos financeiros e ambientais de paralização temporária ou permanente do empreendimento, ocasionando danos e perdas, cujos poderiam ter sido evitados por intermédio do cumprimento e operação de um Estudo Ambiental preciso, adequado e confiável.

Por vista disso, e de acordo com a legislação vigente, a publicação Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000) decompôs às PCHs em dois protótipos: as que necessitam estudos simplificados, habituais e as que demandarão os convencionais e detalhados EIA/RIMA. Posteriormente, em uma fase seguinte, o Projeto Básico Ambiental (PBA) pode ser exigido em um ou outra classificação, ficando a critério do órgão ambiental.

Em concordância com o exposto no tópico de Estudos Preliminares da Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2000), deve ser iniciado com a avaliação prévia, com a apuração e investigação que propicie indicar a viabilidade ambiental ou não da PCH. Caso, seja viável, dar continuação ao processo com os Estudos Preliminares que resulta no Relatório Ambiental Preliminar (RAP). Depois, essa assertiva é enviada ao órgão ambiental, cujo têm por função definir a primordialidade ou não da execução de um EIA/RIMA, seguindo os critérios da Resolução 237/97, do CONAMA.

Independentemente de qual documento solicitado pelo órgão ambiental esse necessitará visar para a liberação da Licença Prévia (LP), esse tem por finalidade descrever a ratificação quanto à viabilidade ambiental da Pequena Central Hidrelétrica. Sucessivamente é preciso que seja feito a construção do Projeto Básico Ambiental (PBA), ou a criação de outro documento equivalente, ao ser aprovado, se obtém como resultado a Licença de Instalação (LI) cujo autoriza o começo das obras da PCH (ELETROBRÁS, 2000).

O aprofundamento e descrição detalhada dos estudos ambientais fica a critério do órgão ambiental responsável, no entanto, é usual a exigência de no mínimo as seguintes tarefas: a de recuperação das áreas degradadas pelas obras e a de comunicação social, visando um procedimento de integração apropriada entre a sociedade e o empreendedor. É de extrema importância que a entidade representativa do projeto da PCH tenha ciência da relevância de medidas e das atividades citadas em programas, em prol do bem para os ambientes envolvidos, inclusive, o empreendimento (ELETROBRÁS, 2000).

Após, todo esse processo ambiental a PCH deverá receber a Licença de Operação – LO, como consequência da implantação, elaboração das atividades e ações exigidas por meio do órgão ambiental do Brasil e a sociedade. Ademais, é indispensável a atuação conjunta entre os agentes envolvidos, a fim de garantir benefícios técnicos, econômicos, ambientais para todas as partes envolvidas e evitar imprevistos futuros (ELETROBRÁS, 2000).

No ano de 2001, o Brasil enfrentou uma das maiores crises energéticas do mundo e um momento que ficou conhecido como o “apagão”, com a intenção de solucionar o problema de energia elétrica e incrementar a oferta de elétrica no país foi estabelecida a Resolução CONAMA 279/2001, a qual provocou mudanças no licenciamento ambiental para empreendimentos elétricos considerados como iniciativas de baixo impacto, englobando as PCHs. Assim, houve um enfraquecimento das medidas de licenciamento ambiental, normas mais simplificadas e menos exigentes foram estabelecidas (LATINI; PEDLOWSKIL, 2016).

Para a Resolução CONAMA 279/2001, as PCHs deverão ser incluída em um licenciamento ambiental simplificado juntamente com as fontes termelétricas, hidrelétricas e eólicas. Por consequência, as PCHs não precisavam mais apresentar o EIA e o respectivo RIMA, como era preconizado pela Resolução CONAMA 001/1986 anteriormente, agora carecia apenas da evidência do Relatório Ambiental Simplificado RAS. Com essa nova resolução, os prazos para emissão das licenças ambientais diminuíram, antes era até 6 meses para a análise e aprovação, passou a ser de no máximo sessenta dias (LATINI; PEDLOWSKIL, 2016).

2.4 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS POSITIVOS PROVENIENTES DE UMA PCH

As Pequenas Centrais Hidrelétricas são consideradas por muitos escritores como sendo Usinas Hidrelétricas de porte reduzindo, formalizando assim a concepção de serem fontes mais renovável que cause menos impactos socioambientais, uma vez que a dimensão do

empreendimento de uma PCH é de pequena escala. Dessa forma, segundo Carneiro (2010), as PCHs oferecem vantagens em comparação com as demais fontes produtoras de energia: O projeto detém característica simples, com menor custo de elaboração, manutenção e operação de baixa complexidade, a tecnologia utilizada é básica, logo pode ser produzida no Brasil.

Ainda em conformidade com Carneiro (2010) por ser um empreendimento que opera em barragem pequena, a área de alagação e o deslocamento da população ao redor é baixo, tal característica também favorece a ocorrência de impactos ambientais inferior a de uma UHE. Além disso, pode ser instalada próxima aos centros consumidores, logo haverá uma diminuição nos custos de conexão e transmissão.

Em seguida serão apresentados com detalhes, os principais impactos socioambientais positivos decorrentes da implantação de uma PCH.

2.4.1 Geração de empregos diretos e indiretos

Segundo Tiago Filho et al. (2008) no decorrer da publicação Pequenos Aproveitamentos Hidroelétricos as Pequenas Centrais Hidrelétricas exercem papel importante na oferta de empregos, propiciando a contratação de trabalhadores locais, isso ocorre, devido as PCHs necessitar de profissionais desde do processo de instalação até a operação, esses novos postos de trabalho aumenta a distribuição de renda nas pequenas cidades, onde há o predomínio de instalação de PCH, a maioria dos empregos citados são gerados de forma direta.

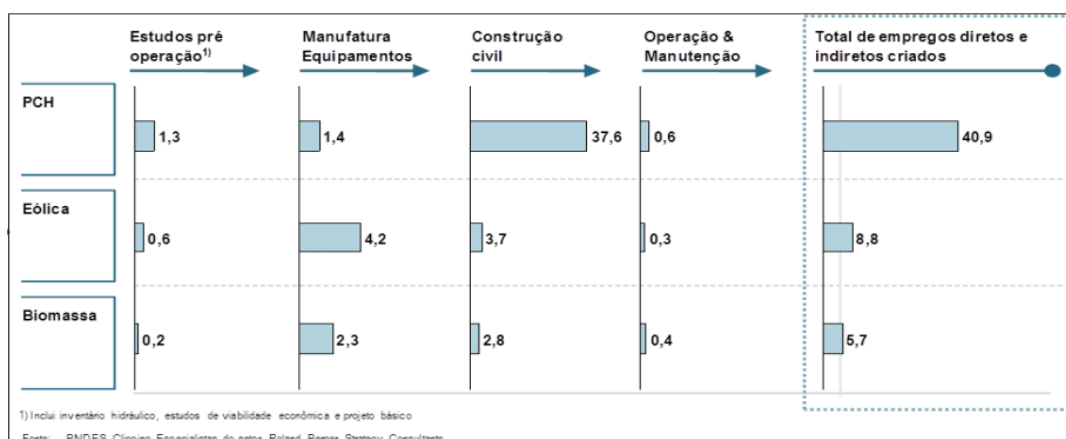
Entretanto, as centrais produzem também empregos indiretos, esses estão condicionados a prestação de serviços. É relevante pautar, que a geração de empregos locais é temporário e se concentra na execução das obras civis, assim, muitos trabalhadores não precisa de especialização. Todavia, para o funcionamento da PCH, cujo demanda de mão de obra especializada e qualificada para atuar no controle e produção de energia. Uma maneira de mitigar o impacto ocasionado é o investimento na especialização dos trabalhadores locais, por meio da implantação de um programa de educação ambiental, afinal educação e emprego proporcionar desenvolvimento regional (TIAGO FILHO et al., 2008).

A comprovação que os empregos gerados pelas PCHs de maneira direta e indireta são temporários veio por meio de uma análise realizada por Tiago e colaboradores (2008), o qual constatou que os empregos gerados por PCHs são a maioria temporário e ocorre durante as fases de construção. Isso ficou certificado a partir da análise dos empregos diretos e indiretos criados por 59 PCHs integrantes do PROINFA, que seriam encarregadas pela criação de 45 mil postos de trabalho no período das etapas de construção e operação, tendo uma média de 763

empregos por PCH. Todavia, esse número diminuir de forma drástica durante a fase de funcionamento, caindo para 32 funcionários para cada PCH.

A seguir serão demonstrados na figura 9 a geração de empregos diretos e indiretos por MW instalado por ano, dividido nos segmentos de Estudos pré-operação, Manufatura Equipamentos, Construção Civil, Operação e Manutenção. Como é apresentado no gráfico 3, a maior geração de empregos ocorre no período de construção civil da PCH, nos demais períodos os números de ofertas de trabalho decair, logo, conclui-se que o alto volume de empregos produzidos ocorrer em um tempo temporário. O qual, de forma geral, este problema dos empregos afetam as fontes de energia.

Figura 9 – Geração de empregos diretos e indiretos por MW instalado por ano



Fonte: ABRAGEL (2019)

2.4.2 Aumento da oferta de energia elétrica e na arrecadação de impostos

A instalação de fontes de energia apresenta como objetivo primordial o aumento da oferta de energia, em comunidades e regiões isoladas que possuem o índice de eletrificação rural baixo, assim, as Pequenas Centrais Hidrelétricas ganham notoriedade, uma vez a qual apresenta geração descentralizada, e se adequa à áreas de potencial hídrico inferior. Dessa forma, pode contribuir de forma efetiva para o aumento da geração de energia e o desenvolvimento da região, quando as características do local propiciam a implantação da PCH (TIAGO FILHO et al., 2008).

Outro fator econômico notável é o aumento na arrecadação de impostos, isso dá-se pela obtenção de materiais e a serventia de serviços. Logo, equivale a um impacto socioeconômico positivo do desenvolvimento de uma PCH, favorecendo a melhoria e expansão de benefícios e o desenvolvimento para a economia regional (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.4.3 Valorização imobiliária no entorno do reservatório

A construção de uma Pequena Central Hidrelétrica é entendida como um impacto positivo para o setor turístico da região, em virtude da área de instalação se tornar um ponto turístico para visitantes, população, estudantes e pesquisadores da área, não só conhecer, mais também para analisar e estudar aos aspectos da PCH. Contudo, é importante que o local do reservatório seja atraente e a estrutura da região apresente segurança e qualidade para receber os turistas. Assim, o local se tornará um ponto turístico, trazendo melhorias na renda da população local, geração de emprego e valorização imobiliária (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.4.4 Melhoria dos indicadores socioeconômicos

De acordo com Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Brasil (2013), o crescimento econômico de uma nação não representa obrigatoriamente a qualidade de vida da população, em muitos casos, o que é visto é uma sociedade cujo as desigualdades sociais estão cada vez mais presente. É necessário que está prosperidade econômica se modifique em benefícios para as pessoas; crianças mais saudáveis, educação universal e de qualidade, ampliação da participação política dos cidadãos, preservação ambiental, equilíbrio da renda e das oportunidades entre toda a população, maior liberdade de expressão, entre outras.

Para analisar o desenvolvimento dos municípios do Brasil foram criados alguns indicadores, sendo um dos principais o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), incluindo três componentes, IDHM Longevidade, IDHM Educação e IDHM Renda. O IDHM ainda é complementando por mais de 200 indicadores socioeconômicos, cujos têm o objetivo de auxiliar na investigação e amplificação do entendimento dos fatos e dinâmicas voltadas ao desenvolvimento municipal. Portanto, o IDHM expande a concepção de que o desenvolvimento não está centrado nos fatores e progresso econômico, e sim nas pessoas, no bem-estar e desenvolvimento social (BRASIL, 2013).

Assim, municípios que possuem IDHM elevado tende a ter um índice de longevidade maior, as pessoas passam a viver por mais anos e de forma saudável. Além disso, a educação melhora e os níveis de analfabetismo diminuir de maneira significativa, como consequência, os indivíduos obtêm empregos com melhor remuneração, logo aumenta a Renda Per Capita. Todos estes fenômenos resultam no decréscimo do índice GINI, que é a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos.

Levando em consideração todos os aspectos e indicadores descritos, as Pequenas Centrais Hidrelétricas desempenha função determinante para o IDHM, GINI, Renda Per Capita, Emprego-Renda, em virtude de contribuir para a construção de empregos diretos e indiretos, melhoria de renda, e aumento na arrecadação de impostos, os quais voltam-se para o aperfeiçoamento e qualidade das escolas, hospitais e centros de desenvolvimento municipal, a junção desses aspectos elevam a longevidade da população.

As figuras 10, 11, 12 e 13 exemplificam os benefícios socioeconômicos das PCHs para 176 municípios que dispõem de Pequena Central Hidrelétrica, a pesquisa foi realizada através da ANEEL durante o período de 2000 a 2010. A melhoria dos índices de desenvolvimento está comprovada, como pode ser analisado na figura 10 houve aumento no IDHM, cujo avançou de 0.594 em 2000 para 0.712 em 2010, uma expansão de 19,9%. Na figura 11 percebe-se uma queda de 10,3% do coeficiente de GINI, que passou de 0,56 para 0,5. Nesse mesmo período de 10 anos, ocorreu um crescimento de 38,6% na Renda Per Capita e de 13,6% no Índice Emprego-Renda dos municípios estudados, as figuras 12 e 13 expressam bem tais aumentos (ABRAGEL, 2019).

Figura 10 – Aumento IDHM em cidades que possui PCH



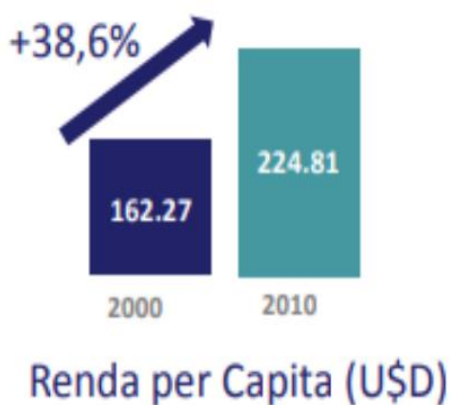
Fonte: ABRAGEL (2019)

Figura 11 – Decrescimento do GINI em municípios que contêm PCH



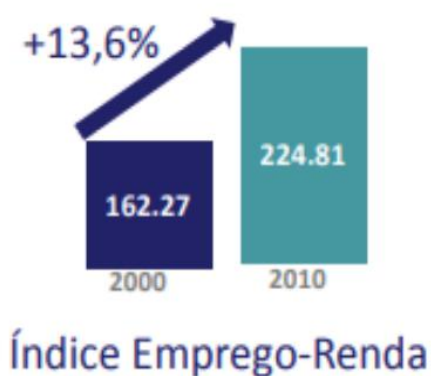
Fonte: ABRAGEL (2019)

Figura 12 – Crescimento da Renda Per Capita em municípios que têm PCH



Fonte: ABRAGEL (2019)

Figura 13 – Progresso do Índice Emprego e Renda em municípios que retêm PCH



Fonte: ABRAGEL (2019)

Para a ANEEL o estudo constatou que esses impactos são ainda mais acentuados em municípios com baixos indicadores econômicos e com economia estagnada. Ademais, ficou

evidente que o desenvolvimento social e econômico dos municípios com PCH superou o de outros municípios da mesma microrregião (ANEEL, 2017).

Segundo o superintendente de Concessões e Autorizações de Geração, Hélvio Guerra (ANEEL, 2017):

É necessário acelerar o processo de emissão de licenças ambientais e isso se dá por meio da conscientização de que os benefícios trazidos pelas usinas superam os impactos. Há geração de recursos para os estados e municípios, pois há incidência de ICMS e ISS e, além disso, aquecimento da economia, geração de empregos e benefícios sociais.

O Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), incide sobre diferentes itens e setores, assim, os empreendimentos de PCHs deverão pagar o imposto ao estado onde está localizado a Central. Semelhante ao ICMS, o ISS representa o Imposto Sobre Serviço, é cobrado pelo município, logo a empresa responsável por a PCH, necessitará quitar o imposto com o município, a qual a PCH está instalada.

2.4.5 Colaboração para a sustentabilidade do local

Conforme já foi descrito, as PCHs não demandam a construção de grandes reservatórios, quando o projeto de elaboração da PCH é sob regime de fio de água, evita os resultados impactantes de grande escala tanto no solo, como nos cursos de água e no regime fluvial. Dessa forma, um empreendimento de PCH pode ser muito importante para a sustentabilidade, uma vez a qual, a produção de energia por meio dessa fonte impede a geração através de fontes não-renováveis e com alto poder de poluição (CARVALHO, 2014).

Se comparada as demais fontes hidráulicas, cujo para a geração é preciso a construção de um grande reservatório, alterando não só a estrutura e composição do solo como também a perda do habitat natural de várias espécies, além da morte de diversas espécies de peixes, as PCHs pode sim ser consideradas mais sustentáveis, pois os impactos ambientais são muito reduzidos (CARVALHO, 2014).

2.5 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS DAS PCHs

As Pequenas Centrais Hidrelétricas são compreendidas por muitos como uma fonte limpa e renovável de energia elétrica, apesar disso, essa forma de geração de energia vêm levantando grandes questionamentos aos pesquisadores ao redor do mundo, tais suspeitas ganham ainda

mais destaque em virtudes dos estudos ambientais recentes, que comprovam os altos índices de impactos sócias e ambientais gerados pelas Usinas Hidrelétricas de Energia no Brasil.

É importante salientar que os empreendimentos de PCHs, embora seja de menor capacidade instalada em megawatts (MW), ainda exigem a elaboração e construção de uma barragem de porte pequeno, para direcionar o fluxo d'água ou para a criação de um reservatório para fornecer a vazão necessária ao funcionamento da PCH (ELETROBRÁS, 2000). Em decorrência da construção civil e operação do projeto impactos negativos são produzidos, nos diferentes meios biológicos, sócias e ambientais.

Sendo assim, é preciso e fundamental que mais estudos ambientais sejam realizados, a fim de entender melhor e identificar os impactos gerados por parte das PCHs ao curto e longo prazo. A seguir, serão tratados os principais impactos socioambientais negativos conhecidos e analisados, cujos são acarretados pela instalação e funcionamento das Pequenas Centrais Hidrelétricas.

2.5.1 O aumento do tráfego de veículos nas vias de acesso

O aumento na passagem de transportes nas vias de acesso na área de instalação é um dos impactos que costuma estar presente, visto que é inevitável o transporte de material, equipamentos e funcionários ao canteiro de obra do empreendimento. Posteriormente, ao fim das obras de implementação a PCH entrará em operação, logo engenheiros, operadores da casa de máquina e demais empregados precisarão se deslocar a área de instalação. Uma outra consequência da implantação se dá através do aumento da visitação da região de instalação por parte da população local, por visitantes e por pesquisadores (TIAGO FILHO et al., 2008).

O impacto gerado é negativo, em decorrência de trata-se de algo que têm potencial de afetar e trazer danos a população da região, não somente por meio de ruídos, poeiras, como também preocupação com a movimentação de pessoas desconhecidas no local, o aumento no tráfego de veículos pode tornar a estrada mais propícia a acidentes de trânsito. Uma maneira de diminuir o impacto é o transporte de pessoas e matérias pelo rio, caso esse seja adequado para o deslocamento (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.2 Riscos de acidente

Qualquer obra de cunho civil está passível a ocorrência de acidentes, o que não é diferente na construção e na operação das PCHs, os funcionários, população e os ecossistemas presentes

no local estão sujeitos a riscos de acidentes, o qual pode variar os danos e perdas ocasionadas. Dentre os acidentes mais perigoso está o enchimento do reservatório ou o rompimento. Para que esses acidentes e riscos sejam evitados é preciso um plano com medidas e cuidados que devem ser exercidos durante toda a edificação e vida útil da PCH (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.3 Poluição atmosférica e sonora

Segundo os autores Tiago Filho et al. (2008) as Pequenas Centrais Hidrelétricas, assim como as demais fontes geradoras de energia emitem poluição sonora durante o período de operação, devido aos geradores instalados nas unidades. A poluição sonora também é perceptível durante a etapa de construção, em virtude ao tráfego contínuo de equipamentos, matérias, funcionários e veículos pesados, a intensidade é maior durante os processos de escavações, construção da fundação da barragem, canal de adução e casa de força.

Esses autores também afirmam que o ruído gerado através dessas intervenções e operações acabam afetando de forma negativa os ecossistemas locais e as residências que estão localizadas ao redor do empreendimento. É extremamente significativo dizer que haverá emissões atmosféricas dos equipamentos, matérias, transporte e da supressão da vegetação local. Estes níveis são relativamente baixos se comparados as outras fontes, como as termelétricas.

3.5.4 Supressão da vegetação

É comum para os empreendimentos de Pequenas Centrais Hidrelétricas à existência ou construção de uma barragem de porte inferior as das grandes usinas hidrelétricas, seja para direcionar o fluxo d'água ou para a criação de um reservatório para fornecer a vazão exigida ao funcionamento da PCH.

Quando se faz necessário a edificação de um reservatório antes da construção é obrigatória a supressão de vegetação, deste modo, a vegetação presente na área a ser alagada pelo reservatório precisa ser suprimida, extinta, para impedir danos futuros, por exemplo a produção de gases pelo método de apodrecimento de material vegetal afogado que pode levar a perda de qualidade de água do reservatório e redução da vida útil do mesmo (TIAGO FILHO et al., 2008).

Para a Lei Federal número 3.824 de 23 de novembro de 1960:

É obrigatória a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas, dos açudes, represas ou lagos artificiais, construídos pela União pelos Estados, pelos Municípios ou por empresas particulares que gozem de concessões ou de quaisquer favores concedidos pelo Poder Público.

Consequentemente, de acordo com a Lei descrita é obrigatório a retirada da vegetação do reservatório onde será construída a PCH. Em casos de área do empreendimento estiver localizada em áreas de preservação ambiental a instalação pode ser inviabilizada. Para a supressão de vegetação é emitido a Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) que refere-se a Autorização de Supressão de Vegetação, a permissão é de competência do IBAMA.

2.5.5 Desenvolvimento de focos erosivos

A implantação de uma PCH é muito impactante para o desenvolvimento de focos erosivos, o que é causado em função do desmatamento e a compactação do solo, esse processo tende a provocar o assoreamento do rio e da barragem, uma vez que a erosão é geradora de sedimentos. É considerado como um impacto de grande escalar, pois pode levar a demais efeitos negativos, dentre estão: a perda de solo, a degradação da paisagem, a perda da qualidade da água, e a eutrofização do reservatório devido a geração de resíduos por meio dos sedimentos (TIAGO FILHO et al., 2008).

O processo de assoreamento de cursos d'água é um impacto de significância negativo, cujo pode se tornar muito crítico e ocasionar outros danos, tais como: diminuição do leito do rio e alteração nas características da água, resultando na má qualidade da água e prejudicando a vida aquática e as demais atividade de usos efetivos. Ademais, o assoreamento pode ocorrer tanto na etapa de instalação, com a retirada da vegetação, quanto no funcionamento, e é agravado devido ao desmatamento e a ocupação das áreas que fazem parte da bacia hidrográfica (TIAGO FILHO et al., 2008).

Em contrapartida, o assoreamento do reservatório resulta na redução do volume de água útil e diminui a quantidade de energia gerada. Assemelha-se ao assoreamento do rio, e é produto do desmatamento da vegetação, ocorrendo a partir da erosão das margens do reservatório. É um impacto preocupante e crítico, pois afeta diretamente no funcionamento adequado do reservatório e na geração de energia da PCH (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.6 Alteração das características físicas, químicas e microbiológicas da água

Os estudos recentes no âmbito nacional, principalmente internacional demonstram que as Pequenas Centrais Hidrelétricas, apesar do porte reduzido exercem diferentes impactos sobre o meio ambiente, alterando as características físicas, químicas e microbiológicas da água. Esses efeitos negativos sobre a água, vão ser específicos para cada local de implantação da PCH. As modificações ocasionadas na água do reservatório ou rio são provenientes dos lançamentos de efluentes, a transformação de ambiente lótico em lântico, intrínseca da formação do reservatório e o assoreamento e carreamento de material para o corpo hídrico (TIAGO FILHO et al., 2008).

Dessa maneira, investigações revelam que a edificação e elaboração de barragens e operação das PCHs transformam as características físicas do rio, alterando-se a frequência de ambientes lânticos e lóticos, bem como estrutura de habitat existente ao longo do rio (LATINI; PEDLOWSKI, 2016). Além disso, os esquemas hidráulicos têm capacidade de modificar o nível de sólidos suspensos na água do rio, atingindo a sedimentação, a erosão, o conforto visual e ecossistemas aquáticos. O processo de construção emitir partículas de poeira e materiais na água, elevando a matéria suspensa e a turbidez do rio à jusante. Diante disso, modifica a carga do sedimento do rio e logo varia as características de deposição e de erosão (TIAGO FILHO et al., 2008).

Outro fato preocupante causado pela instalação de uma PCH é o aumento da erosão, que podem impactar as espécies e a agricultura à jusante. Dentre as espécies mais atingidas estão os peixes, cujo têm o processo de reprodução prejudicado, mudanças na estrutura etária e o desaparecimento de diferentes espécies. De modo equivalente, as transformações na estrutura de comunidades foram registradas mediante as mudanças de parâmetros demográficos, abundância relativa, dominância de espécies e pela alteração da composição de espécies (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

Essas alterações na água provocadas por intermédio da implantação da PCH, afetam a população local e as comunidades da ictiofauna, modificando a estrutura. Além disso, o processo de erosão e matéria suspensa podem impactar as fontes de água potáveis nas situações nas quais há um local de captação à jusante da hidrelétrica, e degradação na qualidade de água captada para outros usos. Como também, atingir a forma de vida dos pescadores e sua relação com o ambiente (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

O processo de funcionamento da central não estar isento a prejudicar a qualidade da água, visto que os materiais químicos usados para a ara a limpeza da tubulação podem poluir águas de descarga. Dessa forma, de acordo com os argumentos descritos todos esses impactos devem

ser classificados como graves e passáveis de medidas mitigadoras, descreve Tiago Filho et al. (2008).

2.5.7 Impactos sobre a ictiofauna e macroinvertebrados

Como foi visto, as PCHs tendem a ter impactos negativos maiores sobre a população de peixes, uma vez a qual as hidrelétricas dificultam à migração para outros locais. De forma similar, as comunidades de invertebrados no rio serão afetadas por meio do desvio da água, que pode reduzir suas fontes de alimento.

A barragem construída para a produção de energia elétrica por meio da PCH representa um grande obstáculo para a espécie ícticas migratórias, cujo são as principais espécie consumida dos humanos, pois o reservatório vai impedir a migrações de desova e as transmigrações tróficas, visto que as águas presentes na represa não são turvas e agitadas, evitando o transporte dos ovos e das larvas rio abaixo. Além disso, ainda há os impactos gerados da diminuição da vazão do rio no caminho entre a barragem e o canal de fuga (TIAGO FILHO et al., 2008).

Assim, as barragens onde as PCHs são implantadas inclina-se a ter peixes de pequeno porte, bem como quantidade deve variar de acordo com o volume da água e o período do ano. Mais um impacto perceptível é a interrupção ou diminuição acentuada do volume vertido que é decorrente do reservatório, o qual é capaz de acarretar o aprisionamento ou mesmo a morte de peixes atraídos para a área durante o período chuvoso (TIAGO FILHO et al., 2008).

Os impactos estendem-se aos macroinvertebrados, segundo pesquisas realizadas nas PCHs, as mesmas influências e atingem a estrutura de comunidades, modificando a diversidade das espécies e a disposição espacial desses organismos ao longo do rio (CORTES et al, 1998). Essas espécies exercem uma função essencial nos ecossistemas lóticos, pois atuam eficientemente no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (ALLAN; CASTILLO, 2007). Logo, os impactos causados nessa comunidade tendem a ter consequências secundárias a todo o funcionamento do ecossistema e influenciar toda a dinâmica do mesmo (LATINI; PEDLOWSKI, 2016).

2.5.8 Modificações nas características do solo

O processo de instalação de uma PCH é a fase em que o solo sofre mais impactos negativos, pois há a retirada da vegetação, as escavações para a construção da barragem, o canteiro de obra e da casa de força. Estas ações vão resultar na exposição das camadas inferiores

do solo e o carreamento do mesmo para o curso d'água, assim como no empobrecimento do solo, dificultando a recomposição natural da vegetação (TIAGO FILHO et al., 2008).

Outro fato preocupante e que deve ser analisado de forma cuidadosa é a eventualidade de contaminação do solo, bem como a da água, através da geração de resíduos. Os resíduos são produzidos na etapa de construção, com os restos do material civil utilizado até o processo de manutenção da casa de força e do processo de limpeza do reservatório. Os resíduos humanos jogados na barragem ou rio também contribuem para a contaminação do solo (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.9 Diminuição da vazão do rio no trecho entre a barragem e o canal de fuga

A diminuição da vazão do rio no caminho entre à barragem e o canal de fuga, também denominado de Trecho de Vazão Reduzida (TVR) é causado pela implantação da pequena central, e corresponde a razão vital da interrupção do fluxo migratório dos peixes, ou até o motivo da morte de uma parte das espécies. Além de afeta o próprio leito natural do rio e também a população lindeira que faz uso dessa água (CARVALHO, 2014).

Essa redução da vazão da água no trecho entre a represa e o canal de fuga pode modificar ainda a disponibilidade de habitat, o regime de vazão e a extensão da área molhada, que é capaz de impactar diversas espécies, englobando comunidades aquáticas de plantas, de invertebrados e de peixes. Para evitar o episódio descrito, o fluxo residual nesta seção deve sempre ser adequado visando a segurança da ecologia do rio, por parte das múltiplas variações sazonais. Por isso, deve ser estabelecido uma vazão mínima correta (TIAGO FILHO et al., 2008).

De acordo com a ELETROBRÁS (2000) para as PCHs na Norma de Projetos de Geração de PCH é preciso levar em conta que a vazão remanescente no curso d'água, à jusante do barramento não poderá ser inferior à vazão mínima média mensal calculada com base nas observações anuais no local previsto para o barramento. Assim, a vazão entre a barragem e o canal de força tem que ser igual a 80% da vazão mínima vista e analisada.

Todas as medidas com relação a vazão devem ser seguidas de maneira adequada, porque as alternâncias no fluxo de água têm caráter efetivo no desaparecimento dos habitats. As modificações do fluxo da água, da mesma forma que o alargamento do leito do rio e a redução da corrente consegue levar à redução ou substituição de espécies nativas de peixes. Além da atingir a concentração dos poluentes transportados pela água e dos organismos patogênicos (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.10 Impactos provocados devido ao enchimento do reservatório

A construção de uma barragem para instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica vai interferir diretamente na redução das áreas designadas à agricultura e à pecuária, e no rompimento ecológico da flora e fauna, apesar que as espécies menos sensíveis se recuperem após um período, descreve Tiago Filho et al. (2008).

Os impactos tornam-se ainda maior com o enchimento do reservatório, pois além de afetar a agricultura e os demais, pode trazer danos a infraestrutura local e os locais arqueológicos ou de conservação. Ademais, o preenchimento completo de água da barragem tem potencial de causar impacto visual na paisagem e gerar modificações na classificação local da água e mudanças no ecossistema local por meio de mudanças dos habitats aquáticos e terrestres (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.11 Restrição ao uso da terra na área de instalação do reservatório

A Resolução CONAMA Nº 302, de 02 de março 2002 estabelece os parâmetros definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP) de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Configura-se como Áreas de Preservação Permanente todas as áreas cujo estão situadas na faixa marginal de reservatórios e têm como função a preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

De acordo com Artigo 3º, inciso II da referida resolução, a área delimitada corresponde ao valor de 15 m a partir do nível máximo do reservatório artificial com até dez hectares. Essa restrição a área ao entorno do reservatório para a população, pescadores e agricultores é um impacto negativo, pois há a diminuição da área de uso para as demais atividades, entretanto do ponto de vista ambiental é de extrema relevância, para evitar ou minimizar o assoreamento do reservatório (CONAMA, 2002).

2.5.12 Mudança do ambiente lótico em lântico na área do reservatório

As Pequenas Centrais Hidrelétricas são empreendimentos que geralmente necessitam da construção de uma barragem de pequeno porte, para isso ocorrer é realizado o represamento de um rio, o qual se caracteriza pela interrupção de um sistema aberto e de transporte por um sistema mais fechado e de acumulação, é o caso das PCHs de acumulação. Dessa forma, haverá

a modificação do ambiente existente no corpo aquático, cujo muda de um ambiente comum de rio (lótico, com baixa retenção de água, alta movimentação e ausência de estratificação térmica) para um ambiente com especificações de lago (lêntico, com elevada retenção de água, baixa movimentação e uma estratificação térmica estável) (TIAGO FILHO et al., 2008).

Essas alterações são prejudiciais, uma vez que têm como consequência o desaparecimento de espécies estritamente fluviais e em um rearranjo geral das demais espécies, muitas não são capazes de se adaptar e há uma perda da biodiversidade da barragem em relação ao rio de origem. Portanto, o desenvolvimento de um reservatório para geração de energia é muito impactante para o rio, pois resulta em adulterações hidrológicas, hidroquímicas e hidrobiológicas, afetando também o próprio reservatório, a área à jusante e, para o no caso da biota, até a área à montante (TIAGO FILHO et al., 2008).

2.5.13 Modificações da vida da população nas áreas entorno da PCH

Com a implantação de uma Pequena Central Hidrelétrica todas as comunidades serão afetadas, não só a fauna e a flora, mais os humanos também, as modificações na vida da população nas áreas entorno da PCH se inicia durante a fase de construção até o processo de operação.

Os impactos causados na vida dessas pessoas são diversos, sendo os principais: o aumento na disponibilização de energia, a geração de empregos, melhorias socioeconômicas, a restrição das áreas ao redor do local de instalação, a redução das superfícies de agricultura, as alterações na pesca, os incômodos decorrentes do processo de instalação, a transformação da paisagem natural, a diminuição da biodiversidade, e caso seja necessário uma eventual deslocamento da população por necessidade de alagamento de áreas ocupadas pela população (TIAGO FILHO et al., 2008).

Dado em vista esses impactos socioambientais descritos provenientes da instalação de uma PCH, se faz necessário a implantação de medidas mitigadoras ou compensação desses impactos, por meio da implementação de programas e projetos ambientais.

3 MATERIAL E METÓDOS

O presente trabalho visa a verificação da importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas para o desenvolvimento nacional e os impactos socioambientais ocasionados, para isto foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica que consistiu nas áreas relacionadas ao tema, PCHs, energia, meio ambiente e com ênfase nos impactos sociais e ambientais, focalizando os impactos físicos, biológicos e antrópicos. Portanto, o método adotado foi o indutivo, o qual ocorreu a análise da revisão bibliográfica.

As referências utilizadas para a elaboração desta monografia possuem como base a legislação vigente no Brasil, dissertações, artigos de periódicos, informações e dados dos órgãos competentes pelo setor energético brasileiro, tais como: Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia Elétrica, ELETROBRÁS, Conselho Nacional de Meio Ambiente, o Conselho Nacional de Meio Ambiente e outras entidades responsáveis. A revisão bibliográfica foi estruturada em quatro dimensões:

Inicialmente foi feito a leitura atenciosa e criteriosa do livro Soluções Energéticas para a Amazônia, 1ª edição de Tiago Filho com outros autores e entidades como o MME. Em seguida, focou-se na leitura e observações executadas por meio do Manual de Pequenas Centrais Hidrelétricas, cujo foi confeccionado pela ELETROBRÁS, em consórcio com o DNAEE. Posteriormente, foi efetuada a leitura e consulta de artigos técnicos e científicos, teses, dissertações e legislação pertinente, com a finalidade de expandir e aprofundar-se os conhecimentos vinculadas ao tema PCH. Por último, houve uma pesquisa e coleta de dados e informações em sites, os quais trabalham o tema, como sites governamentais e instituição como a ABRAGEL, ANEEL e ELETROBRÁS.

Toda essa leitura e análise foram fundamentais para a formação e construção do trabalho, bem como para a averiguação da importância das PCHs para o Brasil e os impactos socioambientais. Os resultados e discussões descritos no próximo capítulo tiveram como embasamento os materiais e documentos enunciados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados coletados e descritos ao longo dos capítulos, foi detectado a participação das Pequenas Centrais Hidrelétricas na matriz elétrica brasileira, bem como as principais características e definições das PCHs, os tipos de centrais, o princípio de funcionamento e seus respectivos componentes, a legislação, os fatores que favorecem a instalação no Brasil e os diferentes impactos sócias, ambientais e econômicos decorrentes da implantação das PCHs para a expansão da geração de energia elétrica no país.

Diante do exposto nos tópicos e as condições de realização do trabalho foi possível identificar que as PCHs vêm ganhando notoriedade no cenário nacional, principalmente após às crises energéticas e os impactos ambientais ocasionados por fontes não-renováveis e por grandes usinas hidrelétricas serem colocadas em evidências. Em decorrência desses fatos, o Brasil está desenvolvendo um contexto favorável a implantação das PCHs, a fim de aumentar a participação dessa fonte na matriz de geração do país, assim como aproveitar o potencial hídrico existentes em rios e barragens de pequeno porte, além de levar energia elétrica para comunidades longe dos grandes centros.

A construção desse cenário começou a ser materializado a partir de 1998, em que foi instituído a Lei de nº 125, lei essa que permitiu a ampliação da potência de uma PCH e concedeu vários benefícios fiscais, financeiros e comerciais aos empreendimentos. Além disso, o governo brasileiro criou vários programas governamentais de incentivos as fontes de energia renováveis, incluindo as centrais hidrelétricas, dentre os quais estão os programas Proinfa e o Luz para Todos. Esses foram responsáveis por implantar PCHs em áreas isoladas, onde o acesso à energia elétrica era escasso.

Na sequência, as políticas ambientais do país passaram a ser modificadas, o governo federal, junto com os órgãos dirigentes pelo setor elétrico implantaram flexibilizações das normas ambientais, entre as diversas concessões, estar a que a PCH se enquadra como empreendimento de baixo potencial de causar impactos. Assim, essa fonte de energia não precisa mais apresentar o EIA e RIMA, somente o Relatório de Ambiental Simplificado, o que diminuiu o tempo de análise e aprovação do projeto.

Todas essas medidas que vêm sendo tomadas e concretizadas ao longo dos anos, com o propósito de expandir a atuação das PCHs na matriz são decorrentes da hipótese de que a PCH tem impactos ambientais de magnitude menor, em função de serem fontes de menor porte, por não necessitar de um grande reservatório, tão pouco precisa da inundação de uma grande área.

Além, dos benefícios positivos gerados na economia e na sociedade onde a central se encontra instalada.

Esses pressupostos não deixam de serem verdades, pois como já foi descrito nas seções as PCHs exercem papel importante no desenvolvimento nacional, visto que ocasionam o aumento da geração de energia elétrica, além de promover a prosperidade do município que se encontra, de maneira a gerar empregos, melhoria dos indicadores socioeconômicos, valorização imobiliária, e assim por diante.

Todavia, os impactos não se reduzem apenas em causas positivas, como lido no referencial teórico, muitos desses impactos são temporários e tende a diminuir ao passar dos anos. Há ainda, a sobrecarga dos diferentes efeitos sociais e ambientais negativos que atingem as áreas de estabelecimento das PCHs. Esses ambientes, tal e qual como a população são impactados de diferentes formas, em razão das centrais terem potencial de gerar modificações nas características da água, solo e vegetação. Ademais, afetam os ecossistemas locais, as espécies aquáticas, macroinvertebrados e a fauna.

Com base nos resultados descritos, que foram colhidos através da análise da revisão bibliográfica, fica evidente que o governo e as entidades responsáveis pelo setor de energia no Brasil estão se fundamentando em simples conjecturas para criar um cenário de flexibilizações econômicas e ambientais para o aumento das PCHs na matriz. Entretanto, é preciso mais do que suposições, são necessários estudos científicos que comprovem a sustentabilidade das PCHs, os quais ainda são poucos escassos.

Desse modo, o governo não pode aplicar essas facilitações ambientais, é preciso que as PCHs passem por todas as avaliações ambientais e sócias, cujo essas devem ser criteriosas, detalhistas, rigorosa e elaboradas por pessoas técnicas, para evitar a geração de impactos socioambientais na implantação e operação, pois esses não são impactos insignificantes, qualquer impacto negativo deve ser considerado e estudado.

Tendo a evidência da produção impactos negativos, o governo deve impor aos empreendimentos a criação de medidas de mitigação ou compensação desses impactos, por meio de instauração de projetos e programas ambientais. Entre as infinidades de diligências que podem serem tomadas através da empresa encarregada pela central, as principais são o gerenciamento ambiental, um programa de comunicação social, e o monitoramento de toda área ao redor da PCHs. É preciso ainda, uma fiscalização rígida por parte dos órgãos ambientais brasileiro, a qual deve ocorrer desde o processo de construção até toda vida útil das PCHs.

Tais providências vão auxiliar para construção de um desenvolvimento sustentável, e impedir que danos sociais e ambientais ocasionados por essa fonte se acumulem por todo o Brasil.

Mediante ao que foi exposto, o presente trabalho apresentou por meio dos impactos gerados por PCHs a importância desses empreendimentos para o desenvolvimento nacional e os danos causados ao meio ambiente e a sociedade ao redor da área de implantação, destacando principalmente os impactos negativos que podem ocorrer. Além disso, cuidou-se em expor ações do governo que devem ser analisadas e embasadas por comprovações científicas antes de serem adotadas.

Portanto, a monografia contribuiu para o entendimento geral das pequenas hidrelétricas, a análise em torno dos impactos, e sugerir medidas mitigadoras e compensatórias dos danos provocados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Pequenas Centrais Hidrelétricas correspondem aos empreendimentos hídricos de porte inferior as grandes usinas hidroelétricas, assim, a geração é realizada no leito do rio ou em reservatórios com menor quantidade de água armazenada, devido a essas características e o pressuposto de gerar apenas impactos ambientais insignificantes o número de PCHs no Brasil vêm crescendo. No entanto, há situações as quais essas fontes podem causar grandes estragos ambientais e sociais, devido a esses fatos o trabalho se dedicou a explicar a relevância e alguns impactos que podem ser produzidos ao longo da construção e vida útil das centrais.

Para alcançar esse objetivo geral, foi necessário inicialmente o levantamento de trabalhos de outros autores para a compreensão breve da história, a definição do que seria uma PCH, quais os componentes que formam uma PCH e como é a geração de energia por meio desses empreendimentos. Essa revisão simples, foi realizada para contextualizar a temática, pois é fundamental o conhecimento prévio do assunto para o alcance do resultado.

O conhecimento básico acerca da legislação brasileira a respeito das PCHs foi primordial, visto que as entidades responsáveis pelo setor devem seguir a constituição e as leis vigente no país, assim foi preciso a consulta de alguns trabalhos e sites governamentais. Tais informações, são precisas para entender a influência dessa legislação no setor, e os impactos gerados através dessas medidas no meio ambiente.

As leis são partes essenciais para a construção e desenvolvimento de programas criados para a expansão da energia limpa no Brasil, foi através desses projetos que vários cidadãos de comunidades isoladas tiveram acesso à energia. Esses programas favoreceram as PCHs, pois aumentaram a importância dessa fonte para o progresso nacional, e análise dessas ações e planejamento confirma a relevância das PCHs.

O último objetivo específico também foi atingindo por meio da revisão bibliográfica, a pesquisa e estudo dos impactos socioambientais produzidos pelas PCHs é parte primordial, não só por ser uma das principais temática do trabalho, mais ´por ser a tônica mundial. A preocupação com o meio ambiente é de extremo interesse e significância, visto que impactos a terra pode gerar danos irreversíveis e prejudicar as gerações futuras.

Entretanto, apesar da revisão de diferentes artigos, trabalhos, leis, sites, a monografia aqui descrita não foi capaz de ter um aprofundamento maior de análises científicas, pois a existências e disseminação desses estudos com referências as PCHs ainda são poucos. A coleta de dados também foi limitada, em razão do tamanho do trabalho e da escassez de recursos. Portanto, não

foi possível a coleta de fotos, gráficos e utensílios tecnológicos dos impactos socioambientais. Logo, para as pesquisas futuras fica à possibilidade da consolidação desses dados.

Por fim, todos os temas expostos no trabalho são importantes para a compressão breve, clara e fundamentada a respeito dos principais aspectos de uma Pequena Central Hidrelétrica. Assim, à existência deste se faz preciso e necessário para o setor de energia e a engenharia elétrica, em virtude dos conhecimentos e dados apresentados.

REFERÊNCIAS

ABRAGEL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA. **Desafios da Geração de Energia Elétrica no Brasil**: comissão especial código brasileiro de energia elétrica. Brasília, 2019. Color. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/56a-legislatura/codigo-brasileiro-de-energia-eletrica/apresentacoes-em-eventos/pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2021.

ALBUQUERQUE, R. M.; MORAES, G. G. **Eletroestratégias**: as pequenas centrais hidrelétricas e os meandros do setor elétrico brasileiro. Campo-Território: Revista de Geografia Agrária, 8(16), 379-398, 2013. doi: 10.1002/(SICI)1099-1646(199909/10)15:53.0.CO;2-B.

ANDRADE, J.S. de O. 2006. **Pequenas centrais hidrelétricas: análise das causas que impedem a rápida implantação de PCHs no Brasil**. Dissertação (M.Sc.) – Universidade Salvador – UNIFACS – Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia. Salvador 2006. Disponível em: <<https://tede.unifacs.br/bitstream/tede/389/1/Dissertacao%20Jose%20Sergio%20Andrade%20texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2020.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology**: Structure and function on running waters. 2. ed. Springer, 2007.

ANNEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Expansão da Oferta de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/655816/16025874/Ralie+PCH+Dezembro+2017/f93ed91c-2136-1ab9-5772-01c35910d1f5>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

ANNEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Pequenas Centrais Hidrelétricas permitirão acréscimo de 7.000 MW ao sistema**. 2017. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/pequenas-centrais-hidreletricas-permitirao-acrescimo-de-7-000>. Acesso em: 03 abr. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa nº 875 de 10 de março 2020**. Estabelecer os requisitos e procedimentos necessários à realização dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos. Brasília, DF, mar. 2020. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020875.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA**: capacidade de geração do brasil. Capacidade de Geração do Brasil. 2021. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view>>. Acesso em: 5 maio.2021.

BRASIL. Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960. **Lei Nº 3.824, de 23 de Novembro de 1960**. Brasília, Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-3824-23-novembro-1960-377712-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 13 dez. 2020.

BRASIL, P. N. U. D. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**, 2013. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/130729_AtlasPNUD_2013.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2020

BRASIL, Senado Federal. **Constituição da república federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_225_.asp#:~:text=225.,as%20presentes%20e%20futuras%20gera%C3%A7%C3%B5es.>. Acesso em: 12 dez. 2020.

BRASIL. Torna obrigatória a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas ou lagos artificiais. **Lei no 3.824, de 23 de Novembro de 1960**. Brasília, 23 nov. 1960. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/1950-1969/13824.htm#:~:text=LEI%20No%203.824%2C%20DE,a%C3%A7udes%2C%20represas%20ou%20lagos%20artificiais. Acesso em: 06 mar. 2021.

CARNEIRO, Daniel Araujo. **PCHs: pequenas centrais hidrelétricas: aspectos jurídicos, técnicos e comerciais**. Rio de Janeiro: Synergia: Canal Energia, 2010.

CARVALHO, N. B. **Avaliação dos impactos sinérgicos e cumulativos de pequenas centrais hidrelétricas construídas em sequência**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014.

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Instituições do setor elétrico brasileiro**. 2004. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona?>. Acesso em: 12 fev. 2021.

CIMGC. **Anexo III da Resolução nº1 da CIMGC**: contribuição do agrupamento das pequenas centrais hidrelétricas são pedro, carangola, calheiros, são simão, funil, são joaquim, fumaça iv, jataí, irara, bonfante, santa fé e monte serrat para o desenvolvimento sustentável. 2016. Disponível em: <<https://silo.tips/download/anexo-iii-da-resolucao-n-1-da-cimgc>>. Acesso em: 13 dez. 2020.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 001, de 23 de Janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Ministério de Minas e Energia, 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: DOU de 22/12/1997.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 302, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

CORTES, Rui Manuel Vitor; FERREIRA, Maria Teresa; OLIVEIRA, Simone Varandas; GODINHO, Francisco. Contrasting impact of small dams on the macroinvertebrates of two Iberian mountain rivers. **Hydrobiologia**, [S.L.], v. 389, n. 1/3, p. 51-61, 1998. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1003599010415>.

DESTER, Mauricio. **HIDROELETRICIDADE: uma fonte de energia essencial para o Brasil**. Pch Notícias Shp News, [S.L.], v. 70, n. 18, p. 22-26, 20 set. 2016. ACTA Editora. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14268/pchn.2016.00043>>.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Brasília: Eletrobras, 2000.

ELETROBRÁS. **Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA**: Lei nº 10.438/2002. 2020. Disponível em: <<https://eletrobras.com/en/Paginas/Proinfa.aspx>>. Acesso em: 11 jan. 2021

FERREIRA, Ana Mônica Medeiros; DE ALENCAR XAVIER, Yanko Marcus; GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. **Biodiesel no Brasil: Uma análise constitucional à luz do princípio da eficiência, o direito das energias renováveis**, p. 208, 2009. Disponível em: <<https://www.lerenovaveis.org/contents/lerpublication/o-direito-das-energias-renovaveis-200908-yanko-marcus-de-alencar-xavier-patricia-borba-vilar-guimaraes.pdf#page=112>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. **ÁguaBrasil: Glossário Saneamento e Meio Ambiente**. 2010. Disponível em: <<https://www.aguabrasil.iciet.fiocruz.br/index.php?pag=sane>>. Acesso em: 08 dez. 2020.

LATINI, Juliana Ribeiro; PEDLOWSKI, Marcos Antonio. **Examinando as contradições em torno das Pequenas Centrais Hidrelétricas como fontes sustentáveis de energia no Brasil**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 37, 2016.

LEÃO, L. L.; BRASIL JUNIOR, A. C. P. **Mecanismos de incentivo à construção de pequenas centrais hidrelétricas**. In: Anais do IV Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade. Brasília, Distrito Federal, 4-6 de jun. 2008.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. Malheiros Editores, 1982.

TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio et al. Pequenos Aproveitamentos Hidroelétricos. Soluções Energéticas para a Amazônia. **Brasília: Ministério de Minas e Energia**, 2008.

TIAGO, G. L. et al. Impactos socioeconômicos das pequenas centrais hidrelétricas inseridas no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA). **Revista Brasileira de Energia**, v. 14, n. 1, p. 145-166, 2008.

VERGILIO, Karen Evelline Perusso. **Geração Distribuída e Pequenas Centrais Hidrelétricas: Alternativas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil**. 2012. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

XIAOCHENG, Fu; TAO, Tang; WANXIANG, Jiang; FENGQING, Li; NAICHENG, Wu; SHUCHAN, Zhou; QINGHUA, Cai. Impacts of small hydropower plants on macroinvertebrate communities. **Acta Ecologica Sinica**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 45-52, jan. 2008. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1872-2032\(08\)60019-0](http://dx.doi.org/10.1016/s1872-2032(08)60019-0).