

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM
FREDERICO WESTPHALEN
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

João Pedro Berton Wissmann

**PCH'S E CGH'S COMO ALTERNATIVA DE GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Frederico Westphalen, RS
2022

João Pedro Berton Wissmann

PCH's e CGH's como alternativa de geração elétrica e seus impactos ambientais

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, do *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) em Frederico Westphalen - RS como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Ambiental e Sanitarista**.

Orientador: Prof. Dr. Willian Fernando de Borba

Frederico Westphalen, RS
2022

João Pedro Berton Wissmann

PCH's e CGH's como alternativa de geração elétrica e seus impactos ambientais

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, do *Campus* da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) em Frederico Westphalen - RS como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro Ambiental e Sanitarista**.

Aprovado em 01 fevereiro de 2022:

Willian Fernando de Borba, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Alexandre Couto Rodrigues, Dr. (UFSM)

Yuri Lucian Pilissão, Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Frederico Westphalen, RS
2022

AGRADECIMENTOS

-A Deus em primeiro lugar, por me capacitar e me dar força durante os anos de graduação;

-Aos meus pais Paulo e Maristela, que me incentivaram, me deram todo o suporte necessário e estiveram ao meu lado sempre, tudo sempre será para vocês;

-Às minhas irmãs Paula e Isabela, por todo amor, carinho e motivação durante a realização do trabalho;

-Ao meu cunhado, Guilherme de Pauli, pela oportunidade de encontrar o tema do meu trabalho de conclusão;

-Ao meu orientador e amigo, Professor Dr Willian Fernando de Borba, o qual tive o privilégio de trabalhar durante todos os semestres da universidade, mostrando ser um profissional exemplo na área. Sem seus ensinamentos, tornariam a realização desta pesquisa muito mais árdua.

-Aos meus amigos Gabriel, Gabriela, Leonardo e Marcus, pela parceria e por serem meus companheiros nos momentos de alegria e tristeza em Frederico Westphalen;

-À minha banca de avaliação, composta pelo professor Dr Alexandre Couto Rodrigues e o Engenheiro Ambiental e Sanitarista Yuri Lucian Pilissão, pelos ensinamentos durante minha formação e disponibilidade para contribuir com a presente pesquisa;

-À professora Dra Samara Decezaro, que me oportunizou em projetos de pesquisa na universidade e sempre me auxiliou durante a graduação;

-À todos meus amigos e amigas que proporcionaram momentos de descontração, me motivando a continuar, nada seria possível sem vocês;

-À todos os professores de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFSM - FW, por contribuem na minha formação pessoal e profissional durante esses anos;

À todos que estiveram comigo e me apoiaram, **MUITO OBRIGADO**, essa conquista é nossa!

*"Neste Mundo vocês terão aflições;
contudo tenham ânimo! Eu venci o
mundo."*

João 16; 33.

RESUMO

PCHs e CGHs COMO ALTERNATIVA DE GERAÇÃO ELÉTRICA E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

AUTOR: João Pedro Berton Wissmann
ORIENTADOR: Willian Fernando de Borba

Na Agenda de 2030 da Organização das Nações Unidas, foram definidos os 17 Objetivos para o Desenvolvimento sustentável. O objetivo de número sete, busca universalizar o acesso à energia elétrica por meio de um modelo sustentável e moderno. Para isso, faz-se necessário abolir a utilização de combustíveis fósseis e aumentar o potencial de geração de energia limpa no planeta. Convenientemente, o Brasil, é um país com vasto potencial hidrelétrico, tornando necessário a exploração desta fonte de energia para atingir as metas do objetivo anteriormente citado. A energia hidráulica já corresponde a parcela considerável na matriz energética brasileira, esta que é gerada a partir de três empreendimentos: Usinas hidrelétricas, caracterizadas por altos investimentos e danos ambientais; e as pequenas centrais geradoras hidrelétricas e as centrais geradoras hidrelétricas. As últimas que, comparadas as grandes hidrelétricas, geram menores impactos ambientais, necessitam de menos capital e caracterizam-se como obras mais ágeis, tornando-se uma alternativa atrativa ao meio ambiente e aos empreendedores. A presente pesquisa demonstra, por meio de uma revisão bibliográfica, o cenário atual de fontes de geração de energia do Brasil, apresentando a composição básica das Centrais Geradoras Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas, lista de possíveis impactos ambientais gerados por este tipo de empreendimento e aborda a respeito de seu processo de licenciamento ambiental no estado do Rio Grande do Sul. Por fim, analisa-se os danos gerados pelas grandes hidrelétricas, demonstrando que os empreendimentos propostos são fundamentais para atingir uma matriz energética limpa.

Palavras-chave: Central geradora hidrelétrica; Energia hidrelétrica; Energia limpa; Impacto ambiental; Pequena central hidrelétrica.

ABSTRACT

PCH'S AND CGH'S AN ALTERNATIVE FOR ELECTRIC GENERATION AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS

AUTHOR: João Pedro Berton Wissmann
ADVISOR: Willian Fernando de Borba.

In the United Nations 2030 Agenda, 17 Sustainable Development Goals were defined. Goal number 7 seeks to universalize access to electricity through a sustainable and modern model. For this, it is necessary to abolish the use of fossil fuels and increase the potential for clean energy generation on the planet. Conveniently enough, Brazil is a country with vast hydroelectric potential, making it necessary to exploit this energy source to achieve the goals of Goal number 7. Hydroelectric power already corresponds to a considerable portion of the Brazilian energy matrix, which is generated from three projects: Hydroelectric Power Plants, characterized by high investments and environmental damage; and Small Hydroelectric Generating Plants and Hydroelectric Power Plants. The latter, which, compared to large hydroelectric plants, generate lower environmental impacts, require less capital and are characterized as more agile works, becoming an attractive alternative to the environment and entrepreneurs. The present research demonstrates, by means of a bibliographical review, the current scenario of energy generation sources in Brazil, presents the basic composition of the Hydroelectric Generating Plants and Small Hydroelectric Plants, lists possible environmental impacts generated by this type of undertaking and addresses its environmental licensing process in the state of Rio Grande do Sul. Finally, the damage generated by large hydroelectric plants is analyzed, demonstrating that small enterprises are fundamental to achieve a clean energy matrix.

Keywords: Hydroelectric Generating Station; Hydroelectric Power; Clean Energy; Environmental Impact Small Hydroelectric Plant.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Principais energias utilizadas no Brasil.	17
FIGURA 2 - Repartição de oferta interna de energia.	17
FIGURA 3 - Matriz elétrica brasileira.	18
FIGURA 4 - Potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica.	20
FIGURA 5 - Empreendimento UHE - Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu - PR. .	22
FIGURA 6 - Empreendimento PCH - PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.	22
FIGURA 7 - Empreendimento CGH - CGH Aparecida, Jardinópolis – Santa Catarina.	23
FIGURA 8 - Reservatório fio d'água da PCH José Barasuol - Ijuí - RS.	25
FIGURA 9 - Reservatório Fio d'água na fase de instalação da CGH Formigueiro- Boa Vista do Cadeado- RS.	26
FIGURA 10 - Barragem de concreto na PCH Ijuí Centenária - 7,9 MW.	27
FIGURA 11 - PCH José Barasuol 14 MW, excesso de água verte pelo corpo da barragem.	28
FIGURA 12 - Tomada d'água na fase de instalação da PCH.	29
FIGURA 13- Canal adutor - Visão do emboque do túnel - PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.	30
FIGURA 14 - Câmara de carga antes da casa de força da PCH RS-155.	31
FIGURA 15 - Chaminé de Equilíbrio da PCH Nova Fátima - 4,1 MW, Santa Rosa de Lima- Santa Catarina.	32
FIGURA 16- Conduto forçado da PCH Barra da Paciência - 23 MW.	33
FIGURA 17 - Emboque do túnel na fase de Instalação, Ijuí - RS.	33
FIGURA 18 - Casa de força do Tipo exterior e abrigada da CGH Agudo 3,9 MW.	34
FIGURA 19 - Turbina Francis instalada na PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.	35
FIGURA 20 - Resumo dos impactos ambientais gerados por uma CGH.	37
FIGURA 21 - Processos erosivos atuando na margem do barramento da CGH Granja Velha localizada em Taquaruçu do Sul- RS.	38
FIGURA 22 - Área do reservatório da UHE Balbina, Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas.	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Maiores empreendimentos hidrelétricos Brasileiros.....	21
TABELA 2 - Documentos necessários para solicitação da LP.....	44
TABELA 3 - Medidas de preservação das margens.	44
TABELA 4 - Documentos necessários para a LI.....	45

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Permanente
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
DUP	Declaração de Utilidade Pública
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FEPAM	Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
GW	Gigawatt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LPI	Licença Prévia e Instalação
MW	Megawatt
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações das Nações Unidas
PACUERA	Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial
PBA	Plano Básico Ambiental
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RS	Rio Grande do Sul
SEMA	Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SOL	Sistema Online de Licenciamento Ambiental
TR	Termo de Referência
UHE	Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. METODOLOGIA	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	15
4.2. MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	16
4.3. MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA	18
4.4. ENERGIA HIDRÁULICA	19
4.4.1. Conceito, potencial e geração brasileira	19
4.5. EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	21
4.6. RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS	24
4.7. CARACTERIZAÇÃO BÁSICA E FUNCIONAMENTO DE UM EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO.....	25
4.7.1. Reservatório	26
4.7.2. Barragem	26
4.7.3. Vertedouro	27
4.7.4. Tomada d'água	28
4.7.5. Canal adutor	30
4.7.6. Câmara de carga	30
4.7.7. Chaminé de equilíbrio	31
4.7.8. Conduto forçado	32
4.7.9. Túnel de adução	33
4.7.10. Casa de força	34
4.7.11. Canal de fuga	35
4.8. IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	36
4.8.1. Impactos ao meio físico	37
4.8.2. Impactos ao meio biótico	39
4.8.3. Impactos socioambientais	40
4.9. LICENCIAMENTO AMBIENTAL	41
4.10. VANTAGENS DE PCHs E CGHS	46
4.10.1. Vantagens da PCH	47
4.10.2. Vantagens da CGH	48
4.10.3. Quanto as UHE's	50
5. CONCLUSÃO	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento global tem provocado mudanças de comportamento nos indivíduos e nas práticas do sistema econômico mundial. Bens que anteriormente eram considerados itens de luxo, hoje são sinônimos de conforto e bem-estar. Com essas mudanças, o consumo elétrico aumenta, sendo que em 2021 ultrapassou o ano anterior comparando mês a mês (EPE, 2021), conseqüentemente, expandir a geração elétrica torna-se necessário para satisfazer as necessidades de toda a população.

Além do consumo aumentar, ainda é necessário ampliar as redes de distribuição de energia para a parcela da população que não é contemplada com o abastecimento de energia. Diante disso, é preciso investir em obras para atingir a universalização do acesso à energia, conforme o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 7 da Agenda da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2030.

O Brasil possui o maior potencial hidráulico do mundo devido à existência de diversas bacias hidrográficas ao longo de seu território, tornando então, conveniente a implementação de obras hidrelétricas (SOUZA et al., 2018). A energia hidráulica apresenta-se como fator crucial na matriz elétrica e energética do país, por isso a Resolução Normativa nº 875/2020 (ANEEL, 2020) define as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), como obras de até 5 MW, e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), que possuem potência inferior a 30 MW e superior a 5 MW. Estas são o objetivo da presente pesquisa.

Alguns dos impactos gerados pela instalação de usinas hidrelétricas foram apontados por Sousa (2000), como por exemplo: a alteração dinâmica do rio proporcionada pela barreira física construída (barragem), a qual serve como impedimento para peixes migradores; alteração da qualidade da água e reorganização de comunidades afetadas pela região do projeto. Demonstrando que, apesar da energia hidrelétrica ser caracterizada como energia limpa, a instalação sem o devido processo de licenciamento ambiental pode resultar em desastres ambientais.

Tendo em vista esse contexto, o presente trabalho busca descrever os componentes e o funcionamento das CGH's e PCH's, assim como listar os respectivos impactos gerados pela instalação de pequenos empreendimentos

hidrelétricos, sugerindo-os como uma alternativa de boa rentabilidade financeira e ambiental, devido à necessidade de proporcionar a expansão de métodos de geração de energia limpa.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a estrutura básica de usinas de geração do tipo CGH e PCH, explicando seu funcionamento e propondo como empreendimentos mais rentáveis para o setor hidrelétrico.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar como a energia hidráulica é essencial para o país;
- Avaliar a vantagem de obras de menor porte comparadas a grandes hidrelétricas; e
- Apresentar qual o processo de licenciamento ambiental para empreendimentos de PCH e CGH.

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa irá tratar de forma clara e sucinta a importância das CGH's e PCH's na geração de energia no cenário Nacional. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de materiais como livros, bases de dados do *scielo*, *scientific direct*, google acadêmico, dentre outros.

Inicialmente, abordando a matriz energética brasileira e, aprofundamento ao setor hidrelétrico. Com o avanço do tema, buscou-se definir a composição, o funcionamento e a operação de CGH's e PCH's contextualizando os impactos ambientais gerados pela instalação das referidas usinas.

Também se realizou uma breve análise dos impactos, no processo de licenciamento ambiental de pequenos empreendimentos hidrelétricos. Por fim, comparou-se aos impactos gerados pela instalação de uma Usina Hidrelétrica (UHE) que se caracteriza como hidrelétricas de grande porte.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde a revolução industrial, o consumo de energia elétrica vem aumentando a fim de acompanhar o desenvolvimento tecnológico da globalização (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007). Em conjunto com a industrialização, desencadeiam-se as mudanças climáticas que hoje começam a apresentar seus impactos para a população. Dessa forma, itens que anteriormente eram sinônimos de aconchego da burguesia, para manutenção de seu conforto térmico, hoje encarecem a conta de todos devido ao aumento de consumo de energia elétrica, visando a melhoria do bem-estar de todos os usuários (SOUZA et al., 2013).

A ONU, elaborou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais visam promover mudanças positivas no mundo, tendo em vista erradicar a pobreza e proteger o planeta. O objetivo nº 7, intitulado “Energia Limpa e Acessível”, busca universalizar o acesso à energia com fontes de produção limpa, aumentar a participação de fontes não-renováveis na matriz energética, melhorar a infraestrutura de serviços de fornecimento de energia sustentável, evoluir na pesquisa de novas tecnologias de energia limpa e garantir um preço acessível a este serviço essencial à população (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2021).

Gerar e distribuir energia para abastecer a população tornou-se um desafio aos gestores públicos. Em 2019, foi constatado que, no Brasil, 99,80 % da população possui acesso à energia, restando, então, cerca de 2 milhões de brasileiros para atingir a universalização (IBGE, 2021). Portanto, deve-se usufruir das características físicas e geográficas do território, procurando atender a demanda necessária de geração desse serviço a todos.

O Brasil apresenta o maior potencial hidrelétrico do mundo (SOUZA et al., 2018), isso se deve à abundância de recursos cursos hídricos ao longo de sua extensão, tornando, então, a energia hidráulica uma alternativa forte afim de suprir a demanda energética da população.

4.2 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

No decorrer do século XX, o Brasil sofreu um intenso desenvolvimento econômico, que resultou na alta demanda de energia primária (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI; 2007). Os autores ainda explicam que, entre os acontecimentos que acarretaram o crescimento do país, destaca-se a industrialização, alinhada a um aumento na taxa de urbanização, adjunto de um expressivo crescimento demográfico. O autor prossegue retratando que surge um desafio para o país continuar em pleno crescimento, ou seja, era necessário suprir toda esta necessidade de energia.

A matriz energética é composta por dois tipos de fonte de energia: não renováveis e renováveis (EPE, 2020). O autor define as fontes não-renováveis de energia como carvão mineral e combustíveis fósseis, que existem em quantidade limitada na superfície terrestre, também são conhecidas como grandes vilãs do aquecimento global. Nesse contexto, a gradativa redução de sua utilização se torna necessária, a fim de assegurar o direito de acesso ao meio ambiente equilibrado às futuras gerações, direito esse assegurado pelo Art 224º da constituição (BRASIL, 1988).

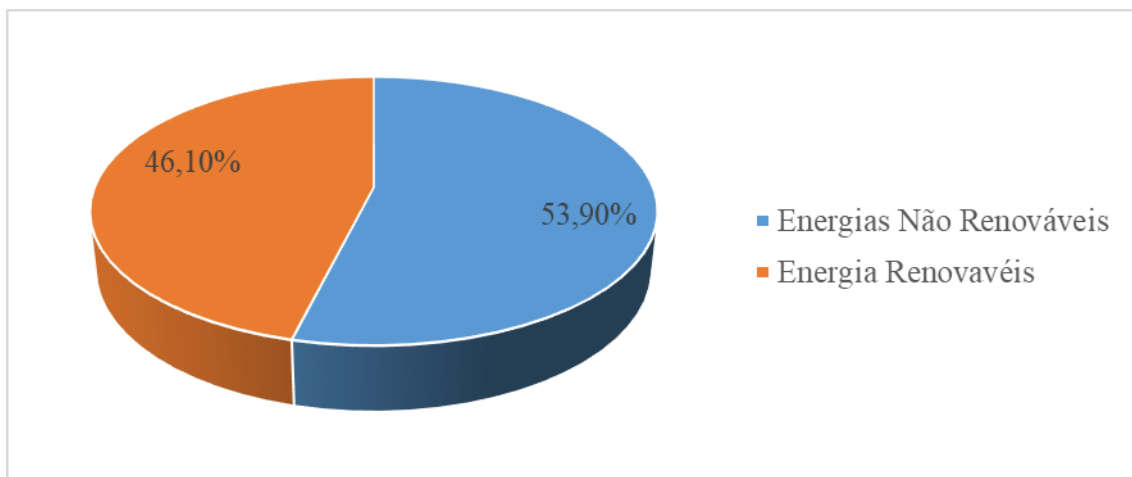
Já as fontes renováveis, se encontram na natureza de maneira cíclica e são utilizadas também para gerar energia, calor ou combustível (COSTA; PRATES, 2005). Presentemente, a nova ordem mundial busca a autossuficiência em geração de energia, aliada a uma diversificação da matriz energética (PACHECO, 2006).

A matriz energética brasileira representa o conjunto de fontes de energia que são necessárias para os setores de transporte, indústria, serviços, setor energético, residencial etc. (EPE, 2020). Conforme exemplificado na Figura 1, o Brasil tem a maior parte de sua matriz proveniente das fontes não-renováveis, estatística que deve ser modificada, para cumprir com o ODS sete citado anteriormente, visando chegar em um equilíbrio ecológico e assegurar o desenvolvimento sustentável.

Na procura por estas fontes alternativas, o Brasil detém grande vantagem em relação aos demais, isto é, sua avantajada geografia e diversidade de recursos, permite a geração de energia por vários meios como a hidrelétrica, foco do presente trabalho (PACHECO, 2006). Na Figura 2 é possível visualizar, os tipos de energia utilizados no país e, observa-se que, a energia hidráulica é responsável por uma

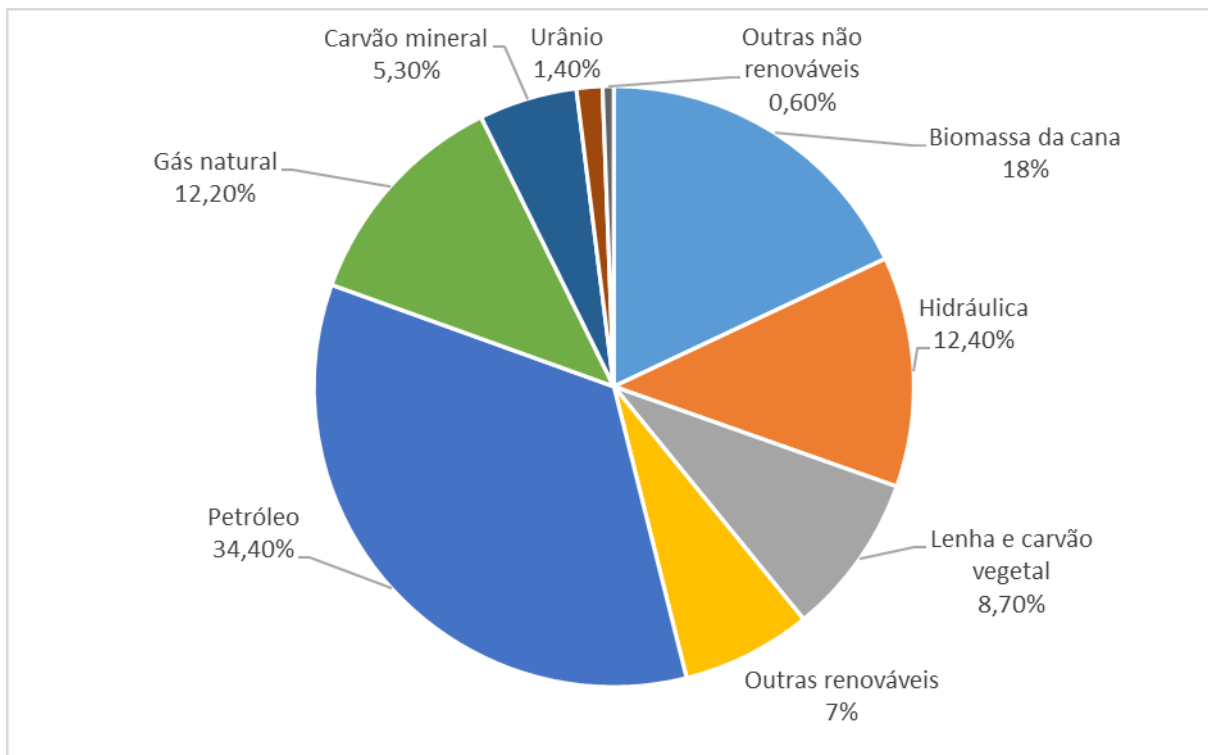
parcela significativa da matriz energética brasileira, sendo fundamental para redução de combustíveis fósseis.

Figura 1 - Principais energias utilizadas no Brasil.



Fonte: Elaborado a partir de EPE (2020)

Figura 2 - Repartição de oferta interna de energia.

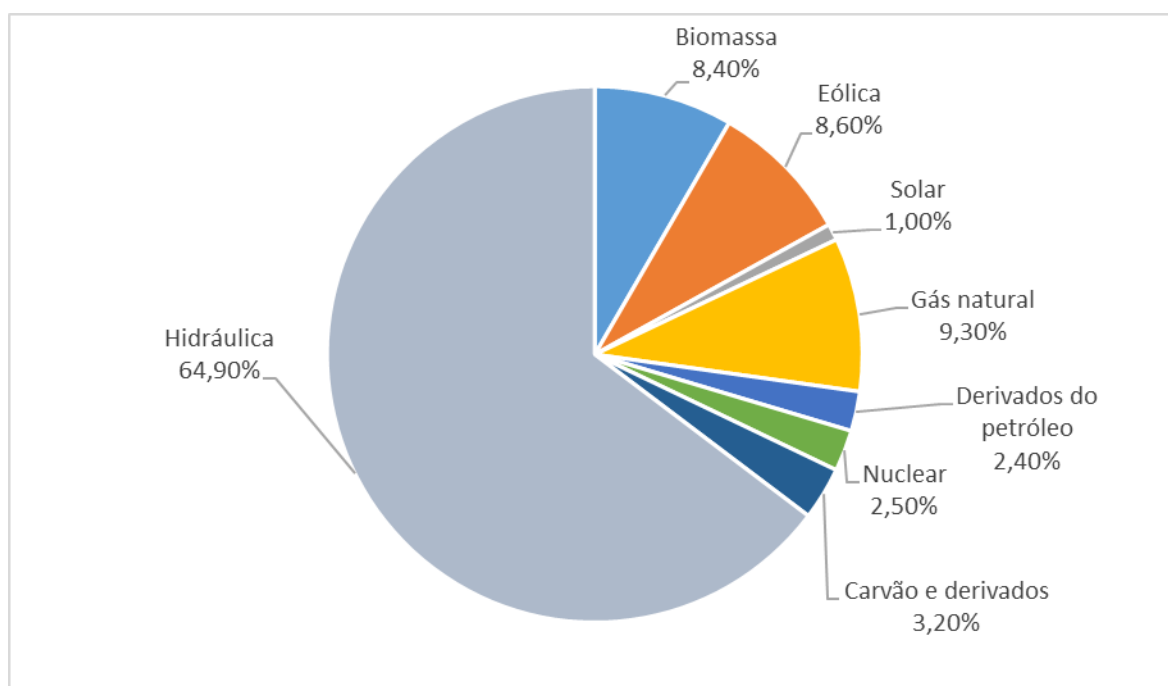


Fonte: Elaborado a partir de EPE (2020).

4.3 MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Por sua vez, a matriz elétrica caracteriza-se pelas fontes de energia utilizadas para produção de energia elétrica no país. Segundo o Balanço Energético Nacional, a participação de energias renováveis nesse setor é de 83,00 %, em 2019, a oferta total da matriz foi de 651,3 terawatt-hora (EPE, 2020). Na Figura 3, é possível identificar as especificidades da matriz elétrica brasileira, ficando explícito como a energia hidráulica tem contexto importantíssimo no cenário nacional e sua expansão pode auxiliar na diminuição da utilização de gás natural e derivados de petróleo.

Figura 3 - Matriz elétrica brasileira.



Fonte: Elaborado a partir de EPE (2020).

Conforme os dados expressos pela Figura 3, a maior parte da matriz elétrica já é oriunda da energia hidráulica, o que já confirma a relevância desta fonte de energia no país. Porém, uma das metas do objetivo de desenvolvimento sustentável número sete, da Agenda de 2030 é aumentar a porcentagem de recursos renováveis na matriz energética. Portanto, ainda é interessante aprofundar estudos da energia hidráulica, buscando inventariar e estudar áreas, anteriormente deixadas de lado, a fim de usufruir ao máximo deste recurso, evidentemente, de maneira ambientalmente correta e segura.

4.4 ENERGIA HIDRÁULICA

4.4.1 Conceito, potencial e geração brasileira

A energia proveniente da queda d'água é utilizada desde a antiguidade, inicialmente, substituindo trabalho animal por mecânico para esmagar grãos, até a atualidade, onde é aproveitada para geração de energia. Isto ocorre, devido à vasta quantidade de recursos hídricos disponíveis, seu fácil acesso e por ser um recurso renovável graças ao ciclo hidrológico (ANEEL, 2008).

O Plano Nacional de Energia 2030, desenvolvido pelo Ministério de Minas Energia (BRASIL, 2007), explicou detalhadamente o que é a energia hidrelétrica: ela é produzida a partir do aproveitamento do potencial hidráulico de um rio, em conjunto com a vazão do corpo hídrico, quantidade de água disponível em um determinado período e com respectivas quedas, sejam naturais ou decorrentes da construção de um barramento. O plano ainda define que a energia hidráulica é originada por meio da irradiação solar adjunta da energia potencial gravitacional, ou seja, o sol e a força da gravidade condicionam a evaporação, a condensação e a precipitação da água sobre a superfície da Terra. Logo, a gravidade faz com que a água decaia ao longo do percurso do rio, gerando energia cinética, que posteriormente pode ser convertida em energia mecânica

No Brasil, apenas 30,00 % do seu potencial hidrelétrico já foi explorado e mesmo assim, tem participação de 64,90 % na matriz elétrica (BRASIL, 2007). Esse aproveitamento varia de acordo com a realidade de cada região do país (FACURI, 2004). O autor descreve brevemente os cenários de cada localidade, sendo:

- Na região Centro-sul, existe uma vantagem correlacionada com um relevo de planaltos e um desenvolvimento econômico expressivo;

- Na região do Amazonas, há baixo índice de aproveitamento hidrelétrico, o qual é explicado pela rica biodiversidade, devido seu relevo ser constituído por planícies (que resultariam em grandes áreas alagadas por um barramento) e da distância de grandes centros consumidores;

- Na região Sul e Sudeste o potencial já é consideravelmente explorado, tornando regiões remotas aos próximos alvos de implementações de usinas com o objetivo de suprir a demanda energética do país.

Sendo assim, somando todos os potenciais das bacias brasileiras, chega-se a um resultado de 246.240,67 MW de potencial hidrelétrico (ELETROBRAS, 2018). Na Figura 4, é possível verificar cada bacia e seu potencial hidrelétrico, perceber o percentual já inventariado, que é aquele onde já ocorreu o estudo de quedas e posterior registro na ANEEL, a porcentagem aproveitada em empreendimentos hidrelétricos e, por fim, uma estimativa do quanto ainda existe disponível a ser estudado.

Figura 4 - Potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica.



Fonte: ANEEL (2008).

No território brasileiro, existem grandes UHE's conforme demonstrando na Tabela 1. Três destas, estão entre as cinco maiores do mundo: Itaipu, Belomonte e Tucuruí (ANEEL, 2021).

Tabela 1 - Maiores empreendimentos hidrelétricos Brasileiros.

Nome do Empreendimento	Bacia	Capacidade (em MW)
Itaipu- Binaconal	Paraná	14.000
Belomonte	Xingú	11.233
Tucuruí	Araguaia- Tocantins	8.370
Jirau	Amazônica	3.750
Santo Antônio	Amazônica	3.568

Fonte: Construído a partir de ANEEL (2021).

Os 64,40 % correspondentes da energia hidráulica da matriz elétrica, não são únicos e exclusivamente de empreendimentos UHE's (EPE, 2020). Dessa forma, esta porcentagem é composta ao todo por: 739 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH's); 425 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e 219 Usinas Hidrelétricas, que ao todo, são responsáveis por 109,3 gigawatts (GW) de capacidade instalada em operação (ANEEL, 2021).

4.5 EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

A Resolução Normativa nº 875/2020 (ANEEL, 2020) definiu os tipos de empreendimentos hidrelétricos possíveis a fim de instruir as diretrizes e procedimentos para estudos de inventários hidrelétricos, sendo eles as UHE, PCH e CGH. ANEEL (2020), define esses empreendimentos, como:

- Usina Hidrelétrica - UHE:

As UHE's são os maiores empreendimentos hidrelétricos, sendo caracterizados por grandes áreas de inundação e, conseqüentemente de enormes reservatórios. Elas são usinas que possuem geração maior que 30 Megawatt (MW) e, necessariamente, reservatório acima de 13 km². A Figura 5 mostra um exemplo de empreendimento desse porte, a Itaipu Binacional, localizada em Foz do Iguaçu - PR.

Figura 5 - Empreendimento UHE - Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu - PR.



Fonte: <https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-mantem-recorde-de-geracao-mesmo-com-producao-excepcional-de-tres-gar>

- Pequena Central Hidrelétrica - PCH

Se encaixam como PCH's, as usinas com capacidade instalada maior que 5 MW até 30 MW, e com reservatório de no máximo 13 km². A Figura 6 demonstra a casa de força da PCH Ijuí Centenária localizada no município de Ijuí-RS.

Figura 6 - Empreendimento PCH - PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.



Fonte: <https://www.ceriluz.com.br/index.php/news/todas-noticias/796-testes-de-operacao-preparam-a-pch-ijui-centenaria-para-gerar-energia-comercialmente#gallerycd99a145ae-2>

- Central Geradora Hidrelétrica - CGH

Já as CGH's, têm como limite, a geração de máximo 5MW. Uma CGH pode ser uma unidade geradora, ou uma unidade consumidora com geração distribuída. A Figura 7 mostra um exemplo de CGH localizada em Jardinópolis – Santa Catarina.

Figura 7 - Empreendimento CGH - CGH Aparecida, Jardinópolis – Santa Catarina.



Fonte: <https://www.construtorafraga.com.br/obras/cgh-aparecida>

Nesta pesquisa, serão levantadas informações dos impactos ambientais gerados exclusivamente das PCH's e CGH's, que possuem um barramento de tamanho inferior e, conseqüentemente resultam em um lago ou reservatório menor, o qual gera uma menor área inundada. Os empreendimentos deste tipo são de baixo impacto ambiental e importantes para um desenvolvimento sustentável, uma vez que, fazem uso múltiplo da água (irrigação, piscicultura, abastecimento etc.), protegem as margens contra processos erosivos devido à obrigatoriedade de reconstituição das Áreas de Preservação Permanentes (APP) e são uma fonte de energia renovável (ABRAPCH, 2020).

As PCHs e CGHs são obras de “pequeno porte”, menor investimento, mas com durabilidade similar a grandes UHE's, condicionadas a operação e manutenção

do empreendimento (GONÇALVES, 2020). Estudos técnicos propõem a instalação, principalmente de CGH em comunidades isoladas na Amazônia, a fim de garantir o acesso à energia em locais de difícil distribuição elétrica (QUINTAS; BLANCO; MESQUITA, 2011), já mostrando, portanto, o quão útil esta fonte de geração representa para, e o quanto de benefícios agrega ao território brasileiro.

4.6 RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS

Os reservatórios hidrelétricos trabalham de duas maneiras, ou seja, por acumulação e por fio d'água (MEES, 2020). O autor explica que, os reservatórios de acumulação, normalmente, estão localizados em regiões de altas quedas e, devido ao seu grande porte, servem de estoque de água a fim de regularizar a vazão em períodos de estiagem; já o reservatório fio d'água utiliza o fluxo normal do rio para gerar energia, sem reservas para períodos de seca.

Os reservatórios de interesse de menores obras hidrelétricas são do tipo fio d'água, acúmulo diário e acúmulo mensal. Esses reservatórios, são definidos pela Eletrobras (2000) como:

- **Fio d'água:** Quando a vazão do rio é suficiente para atender as demandas de geração. Ou seja, a vazão de estiagem é igual ou maior que a descarga necessária para gerar a potência estimada. Neste caso, então, se despreza o volume do reservatório oriundo do barramento. Alguns autores o até descrevem como um desvio do curso original do rio e não um reservatório propriamente dito (Figura 8):
- **Acúmulo diário:** É a vazão de estiagem menor que a necessária para fornecer a potência desejada. A solução deste problema é a utilização da água do reservatório para regularizar a vazão do projeto;
- **Acúmulo mensal:** Esse tipo de reservatório é utilizado quando, no dimensionamento do projeto, considera-se a vazão média mensal para regularização da geração energética. É um reservatório de maior porte, resultando em áreas maiores alagadas.

Figura 8 - Reservatório fio d'água da PCH José Barasuol - Ijuí - RS.



Fonte: Acervo Pessoal

O reservatório mais comum a ser utilizado em obras de PCH's e CGH's é o do tipo fio d'água (ABRAPCH, 2021). Este, que não requer estudo de regularização de vazões, é empregado em rios menores, e seu alague é mais maleável para ser ajustado na fase de elaboração do projeto, através da alteração da cota-lago, a fim de originar menores inundações (ELETROBRAS, 2000).

4.7 CARACTERIZAÇÃO BÁSICA E FUNCIONAMENTO DE UM EMPREENDIMENTO HIDRELÉTRICO

Tanto as grandes UHE's como usinas do tipo CGH's possuem sua composição similar, modificando-se apenas o tamanho de cada elemento. Por serem menores, as PCH's e as CGH's, consomem menor quantidade de materiais, resultando, portanto, em um custo total de obra reduzido. O preço, em média, de uma PCH por MW construído é de R\$ 4 milhões a R\$ 6 milhões (ALVES, 2010).

ELETROBRAS (2000) descreveu, no livro "Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas", cada componente de uma usina de geração hidrelétrica. Sendo eles: reservatório, barragem, vertedouro, tomada da água, canal adutor, câmara de carga, chaminé de equilíbrio, túnel de adução, conduto forçado, casa de força e canal de fuga. Definidos em ELETROBRAS (2000) estão:

4.7.1 Reservatório

Os reservatórios se formam devido ao barramento do curso hídrico, o que eleva o nível do rio, formando grandes lagos artificiais (ELETROBRAS, 2000), conforme Figura 9. Os diferentes tipos de reservatórios e suas respectivas funções foram abordados no item 4.6.

Figura 9 - Reservatório Fio d'água na fase de instalação da CGH Formigueiro- Boa Vista do Cadeado- RS.



Fonte: Acervo Pessoal.

4.7.2 Barragem

É a estrutura que tem como principal objetivo represar água, buscando atingir o nível (cota) para alimentar a tomada d'água. Em empreendimentos de baixa queda, a barragem também tem o objetivo de criar o desnível estimado no projeto para atingir a potência desejada.

Os projetos, usualmente têm utilizado os seguintes tipos de barragem:

Barragem de terra: É recomendada para locais onde a topografia é suavemente ondulada, em vales não encaixados, por tanto, é obtido empréstimo de materiais arenosos/argilosos necessários para o término da construção da barragem. Para facilitar a instalação deste tipo de barramento, recomenda-se então, a instalação do eixo da barragem na parte mais estreita do rio, para a estabilização das margens do corpo hídrico, a área de empréstimos de materiais por ser em cota elevada ao nível do barramento, a fim de facilitar o transporte e por fim, as fundações devem apresentar a estanqueidade e resistência necessárias.

Barragem de enrocamento: É uma barragem de núcleo impermeável apoiada em rochas. É indicada para vales encaixados em regiões rochosas, onde não existem áreas de empréstimos de solos argilosos e somente pedreiras possíveis de explorar a um custo viável. A adequabilidade do local está condicionada à disponibilidade da quantidade necessária de material rochoso, com pedreiras localizadas em cota superior, para auxiliar o transporte de materiais, terreno de fácil construção e acessos, fundação e ombreiras resistentes, e o barramento deve ser localizado, novamente, na parte mais estreita do vale, visando à diminuição do volume da barragem.

Barragem de Concreto, convencional ou compactado a rolo (CCR), em seção tipo gravidade: é do tipo muro-gravidade com capacidade de aguentar o próprio peso, a pressão da água do reservatório e as forças de infiltração da água em suas fundações. É indicada para construção em vales estreitos onde existem boas condições de fundação. A recomendação de local está atrelada à facilidade de fornecimento de material para concretar os blocos construtivos, instalação em vale estreito, visando diminuir o volume do barramento, disponibilidade de material como brita e areia. (ELETROBRAS, 2000. p.7-16).

A Figura 10 apresenta uma barragem de concreto de uma PCH localizada em Ijuí - RS.

Figura 10 - Barragem de concreto na PCH Ijuí Centenária - 7,9 MW.



Fonte: <https://www.ceriluz.com.br/index.php/news/todas-noticias/796-testes-de-operacao-preparam-a-pch-ijui-centenaria-para-gerar-energia-comercialmente>

4.7.3 Vertedouro

Os vertedouros têm como função verter o excesso de água do reservatório com o objetivo de manter o nível do rio sempre constante, ou em caso de túnel, ou conduto forçado, fornecer ao curso natural do corpo hídrico a denominada vazão sanitária, para manter as condições mínimas

necessárias para a sobrevivência da flora e da fauna no denominado Trecho de Vazão Reduzida (TVR) ou alça seca.

Existem três tipos de vertedouros empregados para o suprimento da vazão sanitária, ou apenas para permitir o fluxo normal do corpo hídrico em casos de barramento ao pé (casa de força ao lado da barragem). O primeiro é a instalação de um canal lateral, que de uma cota elevada servirá água à jusante do rio em uma cota mais baixa; o segundo é o excesso de água passar por cima do próprio corpo da barragem; e a terceira é a combinação dos dois mecanismos.

A melhor alternativa dependerá da condição espacial do empreendimento e das características geológica-geotécnicas de cada local, pois elas definirão o arranjo geral e as vazões utilizadas no projeto. (ELETROBRAS, 2000. p.20).

O valor mínimo de vazão sanitária é de responsabilidade do órgão ambiental estadual (APROER, 2021). A Figura 11 ilustra o exemplo de um vertedor.

Figura 11 - PCH José Barasuol 14 MW, excesso de água verde pelo corpo da barragem.



Fonte: Acervo Pessoal

4.7.4 Tomada d'água

Como o próprio nome diz, a tomada d'água tem como objetivo levar a água do reservatório até a casa de força. Pode ser protegida por um limpa-grade a fim de evitar que materiais grosseiros passem para outros processos da geração de hidroeletricidade.

Esta estrutura deve estar localizada na medida do possível sempre à margem do reservatório, ao longo de trechos retos minimizando o transporte

de sedimentos. O arranjo pode ser de maneira variada, de acordo com os aspectos geológicos e geotécnicos e da topografia de cada local.

O projeto deve levar em consideração alguns elementos como, por exemplo, se os estudos sedimentológicos apontaram que o curso hídrico transporta sedimentos, deve ser previsto a montante da estrutura, uma câmara destinada à decantação do material suspenso; quando a casa de força for ao pé, a captação de água se dá por conduto(s) forçado(s); se a casa de força for distante da tomada d'água, posiciona-se geralmente o canal de adução até a câmara de carga.

Uma ensecadeira é posicionada, a fim de impedir que a água atrapalhe na construção. Esta estrutura, posteriormente, contará com um limpa-grades, para evitar que materiais pesados se direcionem às turbinas. (ELETROBRAS, 2000. p.25).

Na Figura 12, é possível verificar, durante a fase de instalação de uma PCH, as obras da tomada d'água.

Figura 12 - Tomada d'água na fase de instalação da PCH.



Fonte: Acervo Pessoal.

4.7.5 Canal adutor

O canal de adução tem como objetivo escoar o fluxo de água proveniente da tomada, minimizando a perda de carga, portanto, o canal de adução não possui inclinação acentuada. A escolha que se encaixa melhor para cada canal varia de acordo com a topografia do terreno e as condições geológica-geotécnicas da ombreira onde o canal será implantado. Podem ser adotados canais retangulares em rocha, ou canais trapezoidais em solo, com ou sem revestimento. (ELETROBRAS, 2000.p.33).

A Figura 13 ilustra um exemplo de canal adutor direcionando a água para o túnel do empreendimento, que conduzirá a água até as turbinas.

Figura 13- Canal adutor - Visão do emboque do túnel - PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.



Fonte: Acervo Pessoal

4.7.6 Câmara de carga

Não é um constituinte obrigatório. A câmara de carga depende do projeto da usina. Para quedas menores de dez metros, não apresenta volume significativo. Ela tem como objetivo: promover a transição de escoamento livre para o escoamento sob conduto forçado; aliviar o golpe de aríete, quando é desligada alguma turbina, assim, assegurando nenhum dano ao maquinário; fornecer água ao conduto forçado até regularizar a vazão do canal de adução, proveniente da abertura de uma comporta de maneira brusca.

A câmara de carga, se existir, deve estar situada antes do conduto forçado que levará a água até as máquinas na da casa de força. (ELETROBRAS, 2000. p.37).

Na Figura 14 é possível identificar a câmara de carga da PCH RS155, situada após o túnel do empreendimento e antecedendo a casa de força.

Figura 14 - Câmara de carga antes da casa de força da PCH RS-155.



Fonte: <https://www.ceriluz.com.br/index.php/2017-02-16-12-49-55/usina-rs-155>

4.7.7 Chaminé de equilíbrio

É um reservatório de eixo vertical, situado a montante do conduto forçado, com objetivo de suavizar mudanças de pressão, reduzindo o golpe de aríete e armazenar água para prover a necessidade do conduto forçado no caso de abertura das turbinas até se estabilizar o regime do canal de adução. Em alguns empreendimentos ocorre, em outros não, em especial quando a relação custo-benefício é levada em consideração. É similar à função da câmara de carga, então, às vezes, é optado por um mecanismo ou outro. (ELETROBRAS, 2000. p.39).

Na Figura 15 é possível visualizar a chaminé de equilíbrio da PCH Nova Fátima localizada em Santa Rosa de Lima- Santa Catarina.

Figura 15 - Chaminé de Equilíbrio da PCH Nova Fátima - 4,1 MW, Santa Rosa de Lima- Santa Catarina.



Fonte: <https://www.construtorafraga.com.br/obras/pch-nova-fatima>

4.7.8 Conduto forçado

O conduto forçado, trabalha em forma de escoamento sob pressão, e sua função é levar a água até as turbinas da casa de força (ELETROBRAS, 2000), conforme demonstrado pela Figura 16, da PCH Barra da Paciência, situada em Açuçena - MG. Esta parte da obra está diretamente relacionada com o custo-benefício da obra, visando encontrar o diâmetro-econômico para diminuir perdas e maximizar a geração de energia da usina (ELETROBRAS, 2000).

Figura 16- Conduto forçado da PCH Barra da Paciência - 23 MW.



Fonte: <http://denge.com.br/ui/portfolio.asp>

4.7.9 Túnel de adução

Túneis são incorporados aos projetos, quando a casa de força não está ao pé do barramento. É necessário então, mover a água até o local e a cota indicada pelo projetista. É um componente que sobe o orçamento do empreendimento devido ao alto custo envolvendo detonação, retirada do material do túnel e transporte até onde será depositado o material.

Quando a rocha é de boa qualidade, com baixa ocorrência de material perdível, baixa permeabilidade, e reveste toda a diretriz do túnel adota-se túneis de adução. O perfil mais comum é: túnel de baixa pressão, com pequena declividade (no máximo 12 %) e com chaminé de equilíbrio (se necessário) (ELETROBRAS, 2000. p.54).

A Figura 17 mostra um exemplo de emboque de túnel em período de instalação da PCH Ijuí Centenária.

Figura 17 - Emboque do túnel na fase de Instalação, Ijuí - RS.



Fonte: Acervo Pessoal

4.7.10 Casa de força

Eletrobras (2000) pondera que a casa de força subterrânea não é compatível com pequenos empreendimentos hidrelétricos, sendo considerada a casa de força do tipo “exterior e abrigada” a mais adequada, conforme demonstrado pela Figura 18, da CGH Agudo, localizada em Zórtea – Santa Catarina.

A Eletrobras (2000) ainda afirma que o que condicionará o arranjo da casa de força será o tamanho do empreendimento, e número de turbinas, assim como o gerador, tendo que comportar áreas destinadas a equipamentos auxiliares mecânicos e elétricos, visando à boa manutenção e operação da usina.

Figura 18 - Casa de força do Tipo exterior e abrigada da CGH Agudo 3,9 MW.



Fonte: <https://www.ceriluz.com.br/index.php/2017-02-16-12-49-55/cgh-agudo>

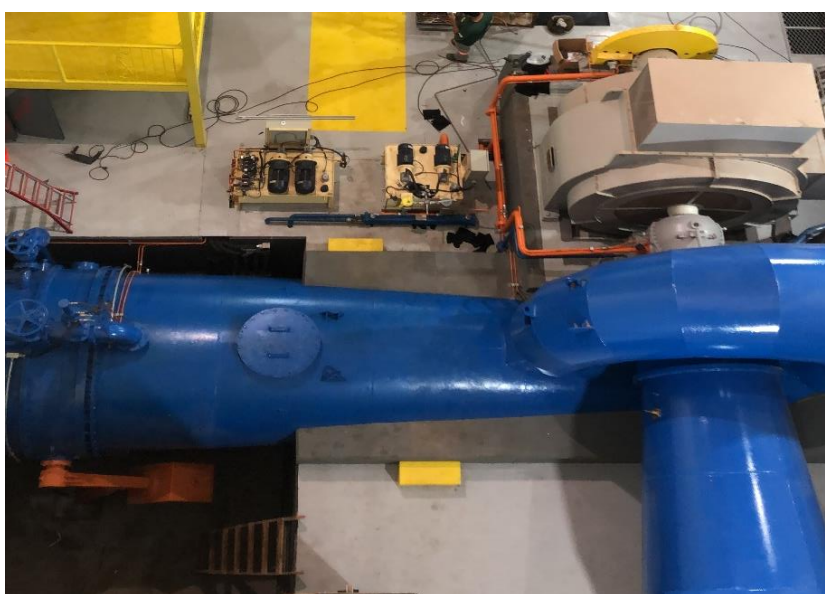
4.7.10.1 Turbinas hidráulicas

As turbinas, que serão instaladas na casa de força, devem ser escolhidas de acordo com a facilidade na manutenção e operação, buscando fabricantes de qualidade, assegurando confiabilidade ao produto, pois são os equipamentos que transformam a energia da queda da água em energia elétrica (ELETROBRAS, 2000). Então, deve-se analisar, além do preço, aspectos técnicos, o suporte oferecido pelo fabricante, caso o material apresente problemas.

Costa (2003) afirma que os principais tipos de turbinas utilizados são dos tipos Pelton, Francis e Kaplan, os quais são utilizadas nas seguintes situações:

- Turbina Pelton:** Utilizada em quedas superiores a 250 metros. São normalmente de eixo horizontal, com gerador ao lado da turbina;
- Turbina Francis:** Representada na Figura 19, são turbinas versáteis, sendo utilizadas em quedas inferiores a 10 metros até 250 metros; e
- Turbina Kaplan:** São utilizadas para alturas de queda entre 15 metros e 60 metros, operam em velocidades mais altas que a Francis. Se destacam, pois, operam com maior eficiência sobre condições adversas comparadas a outras turbinas.

Figura 19 - Turbina Francis instalada na PCH Ijuí Centenária, Ijuí - RS.



Fonte: Acervo Pessoal

4.7.11 Canal de fuga

Está localizado a jusante da casa de força, e tem como função devolver a vazão das turbinas ao curso normal do rio. A geometria do canal está associada às dimensões da casa de máquinas e à distância dela até o corpo hídrico. Quando escavado em rocha, o objetivo é diminuir ao máximo a perfuração, sem aumentar a perda de carga do canal. (ELETROBRAS, 2000. p.60).

4.8 IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

A CONAMA 001/1986 (BRASIL, 1986) conceitua impacto ambiental como:

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: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais. (BRASIL, 1986. p. 1).

Logo, o impacto ambiental não se caracteriza apenas de maneira negativa, mas entende-se como uma mudança de cenário. Todos os tipos de geração de energia geram algum tipo de impacto, sendo de fontes renováveis ou não renováveis (NASCIMENTO, 2016). Os empreendimentos hidrelétricos, por sua vez, apresentam impactos principalmente na fase de instalação da usina, porém, é possível verificar mudanças no ecossistema do empreendimento se não houver acompanhamento de profissionais e técnicos durante a fase de operação (SOUSA, 2000).

O projeto de engenharia é fundamental para entender quais impactos resultariam da instalação do empreendimento (NILTON, 2009). O autor ainda evidencia que muitos aspectos precisam ser estudados antes da implementação, como a vegetação e as pequenas propriedades rurais. Quanto mais elaborado o projeto, mais confiabilidade ocorrerá, bem como menos danos ao meio ambiente.

Deve-se escolher a área onde ocorrerá a implementação da CGH's ou PCH's, levando em consideração a área de influência direta, onde os impactos surgem já na fase de instalação do empreendimento ligados ao meio físico, social e biótico (DEMARCO; CANTONI; PASSINI, 2017). E, também, a área de influência indireta, a qual os autores resumem como a área que potencialmente pode ser atingida com a instalação e operação do empreendimento, abrangendo a economia envolvida e o ecossistema pelas alterações na área de influência direta.

Na Figura 20, é possível visualizar um quadro resumo de impactos ambientais gerados pela CGH Granja Velha, localizada em Taquaruçu do Sul - RS.

Figura 20 - Resumo dos impactos ambientais gerados por uma CGH.

Físico	1	Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e as operações de desmate na área do reservatório.
	2	Supressão de solos com aptidão para pastagens e pequenas lavouras.
	3	Poluição do ar.
	4	Regularização da vazão a montante do reservatório.
Biótico	5	Perda de vegetação.
	6	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres.
	7	Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada e resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.
	8	Supressão de habitats para a fauna.
	9	Pressão sobre a fauna.
	10	Elevação nos teores de materiais orgânicos e de nutrientes, redução de oxigênio dissolvido no reservatório.
	11	Alteração da qualidade das águas do reservatório face ao aporte de sedimentos, de agroquímicos, de detritos de animais e de poluentes
	12	Alteração do comportamento de oxigênio dissolvido
	13	Alteração quali-quantitativa da ictiofauna.
	14	Eliminação de habitats para a ictiofauna e para a anfíbiofauna.
	15	Modificação na estrutura e funcionamento da microbiota aquática.
	16	Redução na capacidade de autodepuração no trecho de vazão reduzida
Antrópico	17	Insegurança e ansiedade da população local.
	18	Atração da população e tendência à desorganização social
	19	Pressão sobre os serviços de saúde
	20	Alteração das características cênicas
	21	Produção de energia limpa e renovável
	22	Criação de novos empregos
	23	Reduz a demanda para o consumo de energias não renováveis como termelétricas de carvão
	24	Aumenta os investimentos na região

Fonte: Extraído de Demarco, Cantoni, Passini (2017)

4.8.1 Impactos ao meio físico

Em relação aos impactos gerados ao meio físico, Sousa (2000) comenta sobre a alteração da dinâmica do corpo hídrico, já que ocorre um impedimento físico em determinado eixo do rio, a velocidade da correnteza muda, favorecendo um ambiente lântico na região do reservatório. O mesmo autor cita, também, a diferença de temperatura da água na parte mais profunda do lago e na parte superior, a qual apresenta menor temperatura na parte inferior.

Em uma pesquisa realizada por Demarco, Cantoni, Passini (2017), os autores evidenciam os impactos gerados ao meio físico pela implementação de uma CGH, como: favorecimento de processos erosivos em solos sem cobertura vegetal (Figura 21), estes que, prejudicam áreas agricultáveis; favorecem assoreamento do corpo hídrico; prejudicam populações ribeirinhas (se houver); e reforçam a necessidade do reflorestamento de áreas marginais ao rio, que são denominadas APP para mitigar os impactos gerados pelo barramento.

Figura 21 - Processos erosivos atuando na margem do barramento da CGH Granja Velha localizada em Taquaruçu do Sul- RS.



Fonte: Extraído de Demarco, Cantoni, Passini (2017)

Como referenciado anteriormente, em alguns empreendimentos, é aproveitado o barramento para aumentar a altura da queda para geração de energia, resultando em maiores áreas alagadas, originando outro impacto, ou seja, o alagamento de áreas de utilização econômica como, por exemplo, áreas agricultáveis (NILTON, 2009). Com o tempo, é possível ocorrer assoreamento de reservatórios (PERIUS; CARREGARO, 2012).

Nos reservatórios, esse processo ocorre pela redução da velocidade natural do rio devido ao barramento e, por resultado, o transporte de materiais diminui, se acumulando ao longo do lago (BARBOSA; PINTO; CASTRO, 2014). Os autores complementam que a remoção da vegetação (mata ciliar) acelera o processo de erosão natural, retirando, então, a proteção natural contra enchentes, aumentando o processo de assoreamento. Esse evento é desencadeado em grandes UHE's, mas acontece também em escalas menores, em pequenos empreendimentos hidrelétricos.

Ainda, o meio físico sofre também devido à realização de escavações, terraplanagem, desvio do curso do rio causado pelo barramento, o que acarreta, muitas vezes, na modificação permanente do relevo (RTK, 2010).

4.8.2 Impactos ao meio biótico

Os impactos que afetam o equilíbrio ecológico são oriundos por modificação da flora dos ecossistemas. Como a legislação prevê, as áreas no entorno de rios teoricamente, devem ser protegidas por matas ciliares com a faixa dependendo da largura do corpo hídrico (BRASIL, 2012). Logo, uma das exigências conforme as diretrizes para estudos de CGH's e PCH's elaborada pela Eletrobras (2000), cobram o estudo de inventário florestal, que quantifica e determina as espécies inseridas na área de alague do empreendimento, para avaliar o dano ambiental que o mesmo causa.

É obrigatória a remoção de vegetação na área de alague, devido a decomposição da vegetação causar a morte das comunidades aquáticas e a liberação do gás metano (REPÓRTER BRASIL, 2015). Deste modo, fica evidenciado que, do ponto de vista ambiental, da perda de vegetação, às vezes intocadas, nas áreas do empreendimento, causa danos irreversíveis (DEMARCO; CANTONI; PASSINI, 2017). Os autores ainda citam que, do ponto de vista biológico, resultado da supressão da vegetação, ocorre a dispersão de alguns vertebrados alados e terrestres, decorrente da alteração de nichos específicos, a qual resulta na migração das espécies. Um exemplo de obra onde não ocorreu a supressão vegetal na área de alague, foi na Usina de Balbina (Figura 22), localizada no Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas.

Devido ao impedimento físico (barragem), somado à alteração do ambiente lótico em lêntico como citado no item 4.8.2, as comunidades de ictiofauna não escapam das consequências. A construção de barragens é considerada uma das maiores responsáveis pela diminuição populacional dos peixes ao longo do globo, interferindo nos padrões migratórios, estratégias reprodutivas, interação entre organismos e etc. (ANDRADE; ARAÚJO, 2011). Os autores ainda pontuam que os mecanismos de transposição de peixes são utilizados para mitigar os impactos causados aos peixes pelo barramento, sendo definida pelo órgão ambiental, a necessidade ou não de sua construção.

Figura 22 - Área do reservatório da UHE Balbina, Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas.



Fonte: https://amazoniareal.com.br/wp-content/uploads/2019/01/Balbina_Dam-6.jpg

4.8.3 Impactos socioambientais

Segundo Magalhães Júnior et al. (2016), usualmente, as avaliações de impacto ambiental ficam restritas a aspectos ambientais, deixando de lado os sociais. Os autores listam impactos como a destruição da identidade de populações ribeirinhas com a natureza, ingresso de novos profissionais como engenheiros, biólogos na região dos empreendimentos, o que interfere na sociedade local, seja no aspecto social ou econômico. Portanto, são muitas situações, além da degradação do ecossistema, que devem ser levadas em consideração.

No planejamento dos empreendimentos hidrelétricos, são previstos alguns impactos sociais e respectivos efeitos à saúde, porém depois de sua instalação é que realmente pode ser mensurado o real dano que o empreendimento proporciona ao local e a população afetada (QUEIROZ, 2012). O autor ainda explica que, neste sentido, no período de planejamento, os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) não incluem os impactos socioambientais, redundando em ações mitigadoras e ou compensatórias tardias e insatisfatórias, impossibilitando a gestão sustentável do projeto.

Os impactos sociais, muitas vezes, não podem ser mensurados, ou seja, a terra pode possuir preço, mas a localidade onde as pessoas construíram suas famílias e vivenciaram sua história não pode ser quantificada (SOARES, 2009). O autor pontua que a realocação de comunidades que vivem exclusivamente da pesca, por exemplo, a áreas destinadas à agricultura e à pecuária podem resultar na

exclusão econômica destes moradores, demonstrando a importância que os impactos sociais devem receber no momento dos estudos ambientais.

Os prejuízos socioambientais nos projetos hidrelétricos oferecem problemas que se agravam com o aumento da demanda de energia elétrica, o que resulta no esgotamento dos recursos naturais necessários para a sua geração (QUEIROZ, 2011). O autor ainda afirma, que esses impactos são atrelados aos problemas e às estratégias políticas, que se contrapõem às legislações ambientais, o que acarreta na redução da importância dos impactos sociais e à saúde de hidrelétricas.

Nas CGH's e PCH's, prioritariamente, deve evitar-se o alagamento de áreas pertencentes a alguma comunidade, buscando manter um equilíbrio entre empreendimento e população local. No Relatório de Impacto Ambiental (RAS), realizado para a instalação da CGH Beltrame- Pinhão, PR, elaborado pela empresa Construnível (2017), fica evidenciado que, diversas vezes, o impacto socioambiental será positivo, aumentando a renda do município, oportunidades de trabalho, avanço na infraestrutura local e, graças aos programas ambientais propostos pelo licenciamento, ocorre uma aproximação da comunidade local com o meio ambiente.

Perius e Carregaro (2012) apontam que os estudos ambientais prévios devem ser conduzidos de maneira imparcial, sendo elaborados de forma estruturada e oferecendo todas as informações aos órgãos responsáveis para a avaliação da viabilidade técnica da usina. Com isso, os autores indicam que, nem sempre, uma PCH será a melhor alternativa energética, mas que depende do tripé ambiental, social e econômico para optar pelo melhor arranjo do empreendimento.

4.9 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O processo de licenciamento de PCH's e CGH's é conduzido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e demais autoridades ambientais competentes, podendo ser de esfera Federal ou Estadual.

Para utilização dos recursos hídricos, é necessário a solicitação da outorga da água. Outorga é o processo administrativo no qual o poder público autoriza a utilização do corpo hídrico por um período determinado (INSTITUTO ÁGUA E TERRA, 2021). A Resolução Normativa Nº 673/2015 (BRASIL, 2015), estabelece diretrizes para intenção de outorga para PCH's.

A Resolução Normativa Nº 875/2020 (ANEEL, 2020), estabelece os requisitos e procedimentos para aprovação de estudos de inventário hidrelétrico, outorga e estudos de viabilidade técnica e econômica de UHE's. Esta resolução, torna os empreendimentos do tipo CGH (potencial instalada inferior 5 MW) extremamente atrativos, tendo em vista que será necessária apenas a comunicação ao órgão regulador e fiscalizador sobre a intenção de instalação, não estando sujeitos a concessão ou autorização da ANEEL. É necessário, no entanto, a obtenção junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a outorga preventiva e o direito de uso dos recursos hídricos (ANA, 2021).

A crise socioambiental levou a população a remodelar seu jeito de pensar, com a intenção de reduzir, ao máximo possível, os impactos ambientais no nosso planeta (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2007). Partindo dessa premissa, surge a CONAMA 001/86 (BRASIL, 1986), que regulamenta o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), instrumento este da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/1981 (BRASIL, 1981), que obriga a realização de um estudo completo referente ao empreendimento a ser instalado, medindo todos os impactos possíveis a serem gerados pelo projeto.

A respeito dos estudos ambientais, a Resolução CONAMA 001/1986 (BRASIL, 1986) estabelece que, dependerá do EIA/RIMA, toda obra hidráulica para exploração de recursos hídricos que tenha capacidade acima de 10MW.

Segundo JusBrasil (2009), o EIA é responsável pela coleta de informações, análise da literatura, e estudo de prováveis resultados que o empreendimento causará com sua implementação. O RIMA é o relatório final que traduz os termos técnicos e simplifica a toda comunidade os resultados do estudo

A Resolução CONAMA 279/2001 (BRASIL, 2001) determina um procedimento simplificado para o licenciamento ambiental de empreendimentos que apresentam impacto ambiental de pequeno porte. O procedimento para o licenciamento ambiental, de acordo com essa resolução, inclui a realização de Relatório Ambiental Simplificado (RAS).

Ainda segundo a CONAMA 279/2001 (BRASIL, 2001), o conteúdo mínimo a estar presente no RAS é a descrição do projeto, um diagnóstico e uma previsão ambiental dos impactos produzidos pelo empreendimento, além, é claro, de medidas de controle.

No território gaúcho, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), definiram os procedimentos e as diretrizes para o licenciamento de PCH's e CGH's através da resolução CONSEMA 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018). Por meio dessa resolução, é possível identificar quais os empreendimentos que necessitam do procedimento EIA/RIMA, realizado quando é projetado alto impacto ambiental, ou RAS, feito quando prevê um menor impacto ao meio ambiente.

Segundo a CONSEMA 388/2018 (RIO GRANDE DO SUL, 2018), os empreendimentos serão licenciados através da Licença Prévia (LP), Licença Prévia e de Instalação (LPI), Licença de Instalação (LI) e Licença de operação (LO). A FEPAM disponibiliza em seu site o "Mapa de Diretrizes para o Licenciamento Ambiental de PCH's e CGH's no Estado do Rio Grande do Sul". Esse mapa identifica os cursos de água e seus trechos, permitindo ao empreendedor localizar seu empreendimento e estudar se está apto, inapto ou se necessita de estudo específico quanto à ictiofauna migratória. A localização das PCH's e CGH's no mapa deverá ser efetuada utilizando o sistema de coordenadas geográficas (latitude/longitude) e o sistema geodésico de referência a ser exigido em todo processo é SIRGAS 2000 (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

São exigidos EIA/RIMA para PCH e CGH situadas em regiões de bioma Mata Atlântica em que será necessário a supressão de vegetação primária ou secundária em estágio de regeneração avançado ou onde a vazão ecológica proposta, em trecho de vazão reduzida, é menor do que a vazão de 95 % de permanência (RIO GRANDE DO SUL, 2018). Ao demais casos, será requerido apenas o RAS.

A Portaria FEPAM nº 039/2017 (RIO GRANDE DO SUL, 2017), define procedimentos e diretrizes a respeito de estudos ambientais, a fim de obter o licenciamento de PCHs e CGHs. Cabe ao empreendedor: solicitar a abertura do processo de licenciamento ambiental; solicitar a Autorização para Manejo da Fauna Silvestre, de acordo com a Portaria FEPAM nº 75/2011, para a realização dos estudos necessários; solicitar o Termo de Referência (TR) para a posterior elaboração do EIA/RIMA, ou RAS, dependendo em qual quadro se encaixa o empreendimento (RIO GRANDE DO SUL, 2017)

A Tabela 2 demonstra os documentos requeridos para abertura do processo de licenciamento.

Tabela 2 - Documentos necessários para solicitação da LP.

Licença	Empreendimento	Documentos necessários
LP	Ambos	-Estudo Prévio de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, ou Relatório Ambiental Simplificado – RAS; - Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica e demais documentos; - Informações exigidas pelo Sistema Online de Licenciamento Ambiental – SOL.
	CGH	- Deverá ser protocolada juntamente a uma declaração do empreendedor, atestando que o trecho do rio, onde o empreendimento será instalado, não possui aproveitamento já outorgado pela ANEEL.
	PCH	- Despacho de Registro de Intenção à Outorga de Autorização - DRI-PCH, emitido pela ANEEL, para estudos de inventário realizado até a data da publicação da Resolução Normativa ANEEL nº 673/2015 (BRASIL, 2015) - Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo - DRS-PCH, emitido pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, no caso de estudos de inventário hidrelétrico aprovados após a publicação da Resolução Normativa ANEEL nº 673/2015

Fonte: Elaborado a partir de Rio Grande do Sul (2017).

De acordo com a Portaria FEPAM 039/2017 (RIO GRANDE DO SUL, 2017), a LP deverá conter a largura da faixa de APP a ser reconstituída no entorno do lago formado pelo barramento, sendo definida como, a medida horizontal partir da cota máxima de inundação da área alagada. As medidas para áreas rurais são expressas na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas de preservação das margens.

Reservatório (ha)	Faixa a ser reconstituída (m)
Com superfície até 10	30
Superfície entre 10 e 50	50
Acima de 50	10

Fonte: Elaborado a partir de Rio Grande do Sul (2017).

Para reservatórios situados na zona urbana, a faixa será de 30 metros, admitindo a redução para 15 metros em caso de necessidade de realocação de população ou conflito com usos já instituídos (RIO GRANDE DO SUL, 2017). A portaria ainda prevê que a faixa da área de preservação poderá ter desenho variado de acordo com as características socioambientais observadas no entorno do reservatório (RIO GRANDE DO SUL, 2017).

Avançando o processo, a Tabela 4 demonstra os documentos necessários para prosseguir o licenciamento e solicitar a Licença de Instalação.

Tabela 4 - Documentos necessários para a LI.

Licença	Empreendimento	Documentos Necessários
LI	Ambos	<ul style="list-style-type: none"> - Comprovação do atendimento das condições estabelecidas LP; Outorga do uso da água; - Plano Básico Ambiental – PBA, Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial - PACUERA, de acordo com o Termo de Referência – TR (não podendo o uso exceder 10% do total da APP.
	CGH	<ul style="list-style-type: none"> - Comprovar o domínio de propriedade ou posse das áreas necessárias à implantação do empreendimento, tais como barramento, casa de força, canteiro de obras, bota-fora, reservatório artificial e das áreas que integram a Área de Preservação Permanente - APP, a ser criada no seu entorno, sendo que em situação de posse simples, ela deve ter garantia, no mínimo, por todo o período de operação do empreendimento - Apresentação da Autorização Prévia para a Construção emitida pelo Departamento de Recursos Hídricos - DRH/SEMA.
	PCH	<ul style="list-style-type: none"> - Comprovação de propriedade das áreas correspondes ao barramento e à casa de máquinas; - Comprovação da propriedade ou posse das áreas de uso temporário destinadas ao bota fora, canteiro de obras e demais áreas requeridas para a instalação do empreendimento - Comprovação da propriedade ou da emissão de posse no âmbito do processo de desapropriação ou da apresentação da Declaração de Utilidade Pública - DUP, das áreas que integram o reservatório artificial e a Área de Preservação Permanente - APP, a ser criada no seu entorno;

apresentação da Autorização Prévia para Construção, emitida pelo Departamento de Recursos Hídricos - DRH/SEMA.

Fonte: Elaborado a partir de Rio Grande do Sul (2017).

Por fim, para iniciar a operação do empreendimento é necessária a solicitação da LO, para isso, a Tabela 5 demonstra os documentos necessários.

Tabela 5 - Documentos necessários para a LO.

Licença	Documentos Necessários
LO	<ul style="list-style-type: none"> - Comprovação do cumprimento das condições estabelecidas na Licença de Instalação - LI - Alvará de Obra, emitido pelo Departamento de Recursos Hídricos - DRH/SEMA - Comprovação da propriedade, emissão de posse no âmbito do processo de desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das áreas que integram a Área de Preservação Permanente - APP, criada no entorno do reservatório artificial -E os demais documentos e exigências do Sistema Online de Licenciamento Ambiental - SOL, da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - FEPAM.

Fonte: Elaborado a partir de Rio Grande do Sul (2017).

4.10 VANTAGENS DE PCHS E CGHS

Visando o desenvolvimento sustentável, bem como os tratados internacionais em que o Brasil está integrado, na busca por fontes alternativas de geração energia que priorizem a qualidade do meio ambiente a esta geração e à futura, as PCH's e as CGH's tornam-se uma alternativa coerente (CLAUBERG, 2019).

Devido principalmente aos fatores ambientais, sociais e econômicos, as PCH's, nos últimos anos, vêm despertando interesse tanto dos órgãos ambientais como de governo (CAUS; MICHELS, 2014). Segundo ABRAPCH (2020) nos próximos anos, prevê-se um aumento na instalação de geração hidrelétrica no país.

As PCH's são atraentes por serem fontes renováveis e de impacto ambiental controlável através de programas locais, além do baixo tempo de implementação, atendendo de maneira veloz e eficaz em locais debilitados de infraestrutura de fornecimento de energia elétrica (GOMES, 2019).

O governo, atuando em conjunto com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), facilitou a instalação dos pequenos empreendimentos hidrelétricos por meio do Programa de Desenvolvimento e Comercialização de Energia de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH-COM, com o objetivo de incentivar a produção de energia através das PCH's que possam se conectar ao Sistema Interligado Brasileiro (CLAUBERG, 2019).

4.10.1 Vantagens da PCH

De acordo com Fernandes (2019), aproveitamentos hidrelétricos que possuem reservatório de acumulação, seja diária ou mensal, conseguem assegurar a manutenção da vazão necessária para fornecer, de maneira constante, a potência do empreendimento, não sendo tão prejudicada em períodos de estiagem. O autor contrapõe que essa acumulação, no entanto, traz consigo a desvantagem de alagamento de áreas e desapropriação de terras.

As PCH's, em comparação com as UHE's, apresentam vantagens como menores impactos ambientais, menor tempo de instalação e projetos mais simples e adaptáveis a cursos d'água menores (ALBARELLO, 2014).

Segundo Oliveira (2019), a instalação de PCH's, no Brasil, oferece diversos benefícios, destacando-se a geração de energia elétrica limpa, renovável e distribuída, oferecendo também a redução de perdas dentro do sistema elétrico, já que a atuação ocorre em sistemas locais – o que, conseqüentemente, diminui custos em extensas linhas de transmissão; outro ponto de extrema relevância, é o resultado do barramento ser de pequenas áreas alagadas, diminuindo muito os possíveis impactos ambientais gerados por grandes reservatórios.

Conforme Esfera Energia (2021), as PCH's são uma fonte alternativa que tem capacidade de complementar a matriz energética do país, principalmente em períodos de crise hídrica, já que não necessitam de grandes reservatórios para a operação da usina.

Souza (2019) afirma que, justamente pelas PCH's operarem na maioria por reservatórios fio d'água (quando não há acumulação para geração de energia), elas possuem um impacto menor comparado às UHE's. O autor ainda argumenta que, como as obras são realizadas em comunidades menores, elas possibilitam trabalhos de recuperação ambiental mais simples, com atuação em conjunto de técnicos e

responsáveis em trabalhos sociais em suas localidades, sendo elas um ponto indicativo de sustentabilidade.

As PCH's possuem projetos que necessitam de menores investimentos, possuem uma operação simplificada, menor prazo de implementação, custo de transmissão reduzido, maior facilidade de aplicação em comunidades isoladas e de regularização de licenças ambientais (CLAUBERG, 2021). O autor pontua que, além das obras serem subsidiadas, possuem tarifas diferenciadas, aumentando suas vantagens, o que justifica sua instalação quando comparada a grandes empreendimentos hidrelétricos e outras fontes de geração de energia

4.10.2 Vantagens da CGH

As CGH's são vistas com bons olhos por poderem oportunizar o abastecimento de energia elétrica em comunidades isoladas (QUINTAS; BLANCO; MESQUITA, 2011). Os autores descrevem que, na região amazônica, onde há abundância de água e diversas comunidades isoladas, as CGH's podem fomentar o desenvolvimento das comunidades, gerando empregos e movimentando a econômica local.

Os impactos provenientes de alagamento são reduzidos, porque, nesse modelo de usina, devido à operação a fio d'água, devolve-se ao curso hídrico toda a água após sua adução (FERNANDES, 2019). Fernandes explica que ainda são necessárias adaptações no processo de licenciamento, orientando que não se deve utilizar os mesmos parâmetros das UHE's.

As áreas no entorno do reservatório devem ser protegidas com vegetação nativa, e, durante o processo de implementação, o órgão ambiental ainda exigira áreas de compensação aos empreendedores para amenizar possíveis impactos gerados pelo empreendimento (COPREL, 2021).

As CGH's têm uma barragem de tamanho bastante reduzido, com o objetivo apenas de direcionar a vazão de projeto às turbinas (PREVE, 2018). Por isso, suas instalações não degradam tanto o meio ambiente quanto as PCH's as UHE's. (SIMÕES, 2019)

Por isso, com todos esses benefícios, fica claro que as CGH's têm papel fundamental na geração de energia no cenário brasileiro. Considerando o potencial hídrico do país, tais centrais são alternativas viáveis, podendo ser instaladas em

grandes cidades ou em comunidades isoladas (QUEIROZ, 2010). O autor cita que, em caso de locais isolados geograficamente, as CGH's se justificam pela situação de geração distribuída, resultando na diminuição do custo da energia, devido à possibilidade de liquidar o excedente de energia gerada para as concessionárias.

Fernandes (2019) resume que as CGH's apresentam uma geração de energia que é considerada renovável, reduzem investimentos no sistema elétrico convencional e evitam grandes impactos socioambientais causados pela implementação de UHE, além de possibilitar a diminuição do funcionamento de usinas termoelétricas que trabalham com combustíveis fósseis.

Ainda, as CGH's apresentam menor prazo de implantação – a baixa grandiosidade de obras, necessita de menor mobilização de infraestrutura, em média, sendo que esses empreendimentos podem ser construídos e estar em plena operação em até dois anos (MAKARON, 2012).

Retomando, conforme apontando por Albarello (2014), a facilidade de adaptação à pequenos cursos d'água é fator louvável – isso, pois, a sua instalação não requer grandes vazões. Conforme apontado pela legislação ambiental a Resolução Normativa N° 875/2020 (ANEEL, 2020) dispensa-se concessão ou autorização da ANEEL para a instalação de empreendimentos hidrelétricos, fazendo-se necessária apenas a obtenção da licença ambiental e registro do empreendimento junto ao órgão regulador.

Em resumo, os impactos causados pelas centrais hidrelétricas são, de certa forma, justificados, quando se entende a necessidade de aproveitamento do potencial hídrico brasileiro e a importância da energia hidráulica para a matriz mundial, tendo em vista as mudanças climáticas (QUEIROZ et al., 2013). Os autores concluem que, como a maioria dos impactos são locais, é possível, com o auxílio de técnicos, a mitigação e redução dos agravantes ambientais.

Entretanto, na maioria das situações a população não possui conhecimento sobre as vantagens e trâmites da implementação desse tipo de empreendimento (FERNANDES, 2019). O autor ainda afirma que, em alguns casos, o usuário pode ter uma área propícia para a instalação de uma CGH e não ter o conhecimento sobre isso, sendo que poderia gerar energia para seu consumo próprio, lucrar com o excedente e ainda contribuir para a economia local através da construção do empreendimento e/ou ainda materiais gerados nesse processo.

4.10.3 Quanto às UHE's

Apesar de sua extrema importância na matriz elétrica nacional, as UHE's causam impactos irreversíveis conforme aponta Mendes e Hespanhol (2003), o qual explica que os reservatórios das UHE's atingem áreas agricultáveis, desintegrando a população local que perde sua identidade histórica, como já apontando nos impactos sociais. O autor completa que essa relocação de populações ribeirinhas a áreas próprias para agropecuária já ocorreu, resultando na incompatibilidade da população com o novo assentamento provocando o abandono dos novos lotes.

Para Fernandes (2019), as UHE's apresentam uma série de problemas relativos ao impacto ambiental que o empreendimento produz. O autor explica que as grandes barragens formam reservatórios extensos, o que representa uma área de alagado enorme, aumentando o número de propriedades afetadas, a desapropriação de lindeiros, os impactos sobre fauna e flora local e a dinâmica econômica da região.

Melo (2020) apurou, em um estudo, os impactos gerados pela UHE Balbina (Presidente Figueiredo- AM) e UHE Pitinga (Uruará-AM) e UHE Belo Monte (Vitória do Xingu- PA), demonstrando que os principais impactos de empreendimentos hidrelétricos são:

- Supressão vegetal para instalação da usina;
- Devido à supressão, há alterações na dinâmica do ecossistema, resultando em desaparecimento de espécies de flora;
- Árvores afogadas que contribuem com a emissão de gases do efeito estufa;
- Alteração da dinâmica de comunidades próximas às usinas;
- Qualidade dos recursos hídricos;
- Alteração do regime hidrológico;
- Grande área alagada;
- Alteração da economia local.

Bermann (2007) complementa que outros danos podem ser causados na região das Usinas Hidrelétricas, tendo como base os processos de licenciamento ambiental da UHE Tijuco Alto, que teve a licença indeferida e a UHE Barra Grande (Pinha da Serra- RS) que apresentou problemas no processo administrativo, mas atualmente está em atuação, sendo eles:

- Assoreamento dos reservatórios, impulsionado pelo desmatamento da mata ciliar a jusante do reservatório;

- Problemas de saúde pública pela formação de remansos no reservatório favorecendo a formação de vetores transmissores de doenças endêmicas;
- Dificuldade para assegurar usos múltiplos no reservatório, tendo como prioridade a geração de energia elétrica quando comparado à irrigação, piscicultura entre outros.

Referentes a grandes projetos já executados anteriormente no país, não existia legislação ambiental que contemplasse danos ocasionados por barramentos (GIAVARA, 2009). Para o autor, as experiências de práticas infelizes obrigaram o país a avançar nesse ponto.

Prates e Rodrigues (2020) explicam que, apesar do rótulo de “energia limpa”, existem controvérsias quanto a energia hidrelétrica ser descrita como uma solução ecológica. Em seu estudo, os autores apontam como problema as grandes áreas alagadas, devido a construção de barragens - como aconteceu na UHE Belo Monte - e as florestas ficarem cobertas por água, resultando, além da perda de biodiversidade, a sua degradação, a qual libera gás metano e, conseqüentemente contribui para o efeito estufa.

A construção de grandes barragens, portanto, apresentam diversos impactos ambientais e sociais, como vem sendo apontado durante o trabalho (FEARNSIDE, 2015). O autor explica que a perda de peixes, efeitos sobre os povos indígenas e modificação de outros recursos do rio, são alguns dos efeitos na construção de barramentos. Por causa disso, é necessário um imparcial e coerente estudo ambiental, que compare os diferentes arranjos de instalação, antes da execução de quaisquer projetos de hidrelétricas.

Por fim, é incontestável a dependência brasileira da energia gerada pelas hidrelétricas, sendo incentivada pelo governo como uma “energia limpa” (SOUZA; SOCCOL, 2020). Entretanto, conforme os autores pontuam, os impactos gerados na ictiofauna e a liberação de gases do efeito estufa são irreversíveis, necessitando aprimorar os estudos de impactos ambientais, buscando maior respeito pelo meio ambiente, para evitar grandes desastres ambientais como já se ocorreu.

5. CONCLUSÃO

Diversos são os desafios para atingir um parâmetro aceitável de sustentabilidade, mas a abolição dos combustíveis fósseis é um bom começo. Todos os processos de fabricação sejam de alimentos, roupas ou matéria prima necessitam de energia. Isso resulta na obrigação de repensar e remodelar a matriz energética.

Conforme o desenvolvimento da pesquisa, ficou evidente que ao trabalhar com a energia hidrelétrica, é necessário cautela. A má conduta durante o processo de estudo e regularização dos empreendimentos podem resultar em danos irreversíveis ao meio ambiente.

Pequenos empreendimentos hidrelétricos, como as PCH's e CGH's podem lesar o ecossistema em que forem inseridas, caso não sejam respeitadas as condicionantes do licenciamento. Medidas de compensação, faixas de APP, manejo adequado de fauna e flora e cumprimento dos programas ambientais propostos pelo empreendimento são fundamentais para a justificativa da obra, mantendo a harmonia entre meio ambiente e sociedade.

Devido à necessidade de universalizar o acesso à energia elétrica, obras hidrelétricas de pequeno porte tornam-se atrativas, tendo em vista o alto preço de demais fontes de energia limpa. Falando em Brasil, o vasto potencial hidrelétrico ainda permite a expansão de CGH's e PCH's pelo país.

A busca pela melhor alternativa técnica, econômica e ambiental é outro fator importante do tema em discussão, enfatizando-se sempre a procura por alternativas que prezam pelo desenvolvimento sustentável. Para isso, os estudos ambientais, seja EIA/RIMA ou RAS, devem ser elaborados por profissionais capacitados e que conduzam os estudos com total imparcialidade.

Baratear custos de distribuição, preço de energia, aumentar a capacidade de geração e diminuir a emissão de gases do efeito estufa apresentam-se como boas justificativas para a instalação dos pequenos empreendimentos hidrelétricos. Porém, ainda é necessário expandir nossa matriz energética para que a maior parcela seja oriunda de energias renováveis, buscando integrar as demais fontes, como solar e eólica, com a energia hidráulica, o que resultará na abolição ou ampla redução dos combustíveis fósseis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPCH. **Benefícios das PCHs e CGHs**. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/o-setor/beneficios-das-pchs-e-cghs/>>. Acesso em 01 set. 2021.

ABRAPCH. **Brasil registra um aumento de 3,9 MW em novas usinas até novembro**. 2020. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2020/11/brasil-registra-aumento-de-39-gw-em-novas-usinas-ate-novembro/>>. Acesso em 01 set. 2021.

ABRAPCH. **O que são PCHs e CGHs**. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/2014/03/o-que-sao-pchs-e-cghs/>>. Acesso em 01 set. 2021. Acesso em: 10 ago. 2021.

ALBARELLO, L. **Guia para implementação de Pequenas Centrais Hidrelétricas- PCHs**. 2014. 37f. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação em Eficiência Energética) – Universidade Federal de Santa Maria, Panambi, 2014.

ALVES, R. F. P. **Análise de investimento em pequenas centrais hidrelétricas**. 2010. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2010.

ANA. **Outorga para aproveitamento hidrelétrico- DRDH**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/normativos-e-resolucoes/normativos-para-outorgas-e-drdh>> Acesso em 25 set. 2021.

ANDRADE, E. S; ARAÚJO, J. C. Medidas mitigadoras dos impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas sobre peixes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 12, n. 3, p. 1-30, 2011.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3 ed. Brasília: MME, 2008. 236p.

ANEEL. **No Dia Mundial da Água, ANEEL publica infográfico sobre hidrelétricas no Brasil**. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/no-dia-mundial-da-agua-aneel-publica-infografico-sobre-hidreletricas-no-brasil/656877?inheritRedirect=false&redirect=http:%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fsala-de-imprensa-exibicao-2%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_zXQREz8EVIZ6%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3> . Acesso em 10 set. 2021.

ANEEL. **Resolução Normativa n. 673, de 10 de março de 2015**. Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32826272/do1-2015-09-02-resolucao-normativa-n-673-de-4-de-agosto-de-2015-32826263>. Acesso em: 21 ago. 2021.

ANEEL. **Resolução Normativa n. 875, de 10 de março de 2020**. Estabelece os requisitos e procedimentos necessários à aprovação dos Estudos de Inventário Hidrelétrico de bacias hidrográficas, à obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamentos hidrelétricos, à comunicação de implantação de Central Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida e à aprovação de Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica e Projeto Básico de Usina Hidrelétrica sujeita à concessão. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-normativa-n-875-de-10-de-marco-de-2020-248070610>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

APROER. **Vazão Sanitária**. Disponível em: <<http://aproer.org.br/artigo/vazao-sanitaria/>> Acesso em: 12 set. 2021.

BARBOSA, J. M. C.; PINTO, M. R.; CASTRO M. A. H., Erosão e Assoreamento em Reservatórios. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014 Natal/RN. Anais... Natal/RN: ABRH, 2014.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.59, p. 139-159, 2007.

BRASIL. **Código Florestal**. Lei 12651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai. 2012.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988: atualizada até a Emenda Constitucional n. 20, de 15- 12-1998. 21. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia 2030**. Disponível em <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Hidrel%C3%A9trica.pdf>> Acesso em 01 set. 2021.

BRASIL. **Resolução Conama n. 279, de 27 de junho de 2001**. Estabelece procedimento para licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétrico de pequeno potencial de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 27 jun. 2001. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2001/res_conama_279_2001_licenciamentoambientalsimplificadoparaemprendimentoseletricos.pdf> Acesso em: 16 ago. 2021.

CAUS, T. R.; MICHELS, A. **Energia Hidrelétrica: Eficiência na geração**. 2014. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1380/Caus_Tuane_Regina.pdf?sequence=1>. Acesso em 12 ago. 2021.

CLAUBERG, A. **Uma proposta de sistema especialista fuzzy na abordagem de avaliação ambiental integrada de PCHs**. 2019. 242f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

CONSTRUNÍVEL. **Relatório Ambiental Simplificada da CGH Beltrame**. 2017. Disponível em: <<https://www.cghbeltrame.com.br/gallery/ras%20-%20cgh%20beltrame.pdf>> Acesso em: 27 nov. 2021.

COPREL. **Usinas hidrelétricas têm baixo impacto ambiental e preservam o meio ambiente**. Disponível em: <<https://www.coprel.com.br/Noticia/usinas-hidreletricas-tem-baixo-impacto-ambiental-e-preservam-o-meio-ambiente>> Acesso em: 01 set. 2021.

COSTA, A. S. **Turbinas hidráulicas e condutos forçados**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <<https://simoes.sites.ufsc.br/dincont/turb-hidr-2003.pdf>> Acesso em: 12 set 2021.

COSTA, R. C. da.; PRATES, C. P. T. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5-30, 2005.

DEMARCO, J. O; CANTONI. F. C; PASSINI, A. F. C. Estudo de impacto ambiental e uma pequena central hidrelétrica. **Revista DAE**, São Paulo, v. 66, n. 209, p.108-121, 2017.

ELETROBRAS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Diretoria de Engenharia. 2000.

ELETROBRAS. **Potencial Hidrelétrico Brasileiro em cada Estágio por Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/Potencial%20Hidrel%C3%A9trico%20Brasileiro%20por%20Bacias%20-%20Dezembro%202018.pdf>>. Acesso em 23 ago. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2020**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%81ntese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf> Acesso em: 21 ago. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha Mensal: O consumo de eletricidade no Brasil em junho de 2021 apresentou avanço de 12,5% em relação ao mesmo mês de 2020**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/resenha-mensal-o-consumo-de-eletricidade-no-brasil-em-junho-de-2021-apresentou-avanco-de-12-5-em-relacao-ao-mesmo-mes-de-2020>>. Acesso em: 14 ago. 2021.

ESFERA ENERGIA. **O que é PCH?** Disponível em:
<<https://esferaenergia.com.br/blog/o-que-pch/>> Acesso em 27 ago. 2021.

FACURI, M. F. **A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: A importância da articulação entre os setores elétrico e de meio ambiente no Brasil.** 2004. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia). Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2004.

FEARNSIDE, P. M. **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras.** Manaus: Editora INPA, 2015, 298p.

FERNANDES, G. S. **Centrais Geradoras Hidrelétricas: Uma análise procedimental de sua aprovação e viabilidade.** 2019. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019.

GIAVARA, E. Hidrelétricas e degradação ambiental no Estado de São Paulo: A experiência do Rio Paranapanema. **Ethos Jus – Revista Acadêmica de Ciências Jurídicas**, Avaré, v.3. n.1, p.23-33. 2009.

GOMES, D. M. A. **Análise do potencial hidrelétrico para implantação de central geradora hidrelétrica no município de Cascavel.** 2019. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2019.

GONÇALVES, C. Os benefícios que o desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidrelétricas na matriz energética promove ao país. **Agência CanalEnergia**. Rio de Janeiro, 2020.

IBGE. Indicador 7.1.1- **Porcentagem de população com acesso à eletricidade.** Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/objetivo7/indicador711>> Acesso em: 25 ago. 2021.

INSTITUO ÁGUA E TERRA. **Outorga e Recursos Hídricos.** Disponível em:
<<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Outorga-de-Recursos-Hidricos>> Acesso em: 21 set. 2021.

JUSBRASIL. **Qual a diferença entre EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental).** Disponível em:
<<https://lfg.jusbrasil.com.br/noticias/1815700/qual-a-diferenca-entre-eia-estudo-de-impacto-ambiental-e-o-rima-relatorio-de-impacto-ambiental-fernanda-carolina-silva-de-oliveira>>. Acesso em 21 set. 2021.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O., et al. Aspectos Sociais na avaliação de impactos de construção de barragens em ambientes fluviais. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 1, n.1, p.147-158, 2016.

MAKARON, P. M. **Análise de viabilidade de projetos de pequenas centrais hidrelétricas: pontos críticos de sucesso a partir de estudo de caso no estado**

de Santa Catarina. 2012. 157f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MEES, A. **Qualidade de Água em reservatórios: Unidade 1.** Agência Nacional de Águas e Saneamento. 2020. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2205/1/Unidade_1.pdf> Acesso em: 15 set. 2021.

MELO, S. F. S. De. O uso das usinas hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e lições aprendidas com Balbina, Pitinga e Belo Monte. In: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2020, Vitória/ES. **Anais...** Vitória/ ES: XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2020.

MENDES, N. A. S; HESPANHOL, R. A. M. Impactos ambientais de usinas hidrelétricas: algumas considerações preliminares. **Revista Formação**, v.1, n. 10, p. 51-64, 2003.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável Nº 7: Energia Limpa e Acessível.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>> Acesso em: 10 ago. 2021.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão ambiental e sustentabilidade.** Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2016. 152p.

NILTON, C. L. **O impacto de Pequenas Centrais Hidrelétricas- PCHs no meio ambiente.** 2009. 17f. Monografia (Especialização em formas alternativas de energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

OLIVEIRA, F. F. G. de; MEDEIROS, W. D. A. Bases teórico-conceituais de métodos para avaliação de impactos ambientais em EIA/RIMA. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 6, n. 11, p. 79-92, 2007.

OLIVEIRA, M. S. S. **Alternativas de repotenciação para CGH bagagem pelo método do ganho máximo teórico.** 2019. 102f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento. Salvador**, SEI, n.149, p.4-11, 2006.

PERIUS, M. R.; CARREGARO, J. B. Pequenas Centrais Hidrelétricas como forma de redução de impactos ambientais e crises energéticas. **Ensaio e Ciência**, Campo Grande, v. 16, n. 2, p.135-150, 2012.

PRATES, C. D.; RODRIGUES, L. P. A Hidrelétrica Belo Monte: da controvérsia sobre energia limpa à produção da “verdade científica”. **Ciências Sociais Unisinos**, São Leopoldo, v. 56, n. 1, p. 80-93, 2020.

PREVE, F. R. **Geração distribuída: acesso de centrais geradoras hidrelétricas à rede de média tensão-simulação.** 2018. 137f. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

QUEIROZ, A. R. S. **Análise dos impactos sociais de grandes empreendimentos hidrelétricos: o caso do AHE Belo Monte. 2001. 75f.** Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, jul. 2011.

QUEIROZ, A. R. S. Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, n. 6, 2012.

QUEIROZ, G. B. R. de. **Modelagem técnico-econômica para implantação de Microcentral Hidrelétrica de baixa tensão, com geração distribuída conectado à rede de distribuição da concessionária CEMIG.** 2010. 94. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

QUEIROZ, R.; GRASSI, P.; LAZZARE, K.; KOPPE, E.; TARTAS, B. R.; KEMERICH, P. D. da C. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.13, n. 13, p. 2774- 2784, 2013.

QUINTAS, M. C.; BLANCO, C. J. C.; MESQUITA, A. L. A. Projetos sustentáveis de CGH para pequenas comunidades isoladas da Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Online), v. 51, p. 52-57, 2011.

REPÓRTER BRASIL. **Amazônia apodre em lagos de novas hidrelétricas.** 2015. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2015/07/amazonia-apodrece-em-lagos-de-novas-hidreletricas/>> Acesso em: 31 ago. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **CONSEMA resolução nº 388/2018.** Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, e Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGHs. Porto Alegre, 2018.

RIO GRANDE DO SUL. **Portaria FEPAM n. 039**, de 12 de Julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, e Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGHs. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS. 12 jul 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **PORTARIA FEPAM n. 75, de 01 de agosto de 2011.** Estabelece os procedimentos para emissão de autorizações para captura e manejo de exemplares da fauna silvestre nos processos de licenciamento que tramitam nesta Fundação. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS. 01 ago 2011.

RTK. **Relatório de Impacto Ambiental PCH Ado Popinhaki**. 2010. Disponível em: <<https://ima.sc.gov.br/index.php/downloads/licenciamento-ambiental/eia-rima/2876-pequena-central-hidreletrica-ado-popinhaki-rima/file> > Acesso em 12 set. 2021.

SIMÕES, G. M. **Modelagem técnico-econômica para implantação de Microcentral Hidrelétrica de baixa tensão, com geração distribuída conectado à rede de distribuição da concessionária CEMIG**. 2019. 118f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, 2019.

SOARES, V. R. **Impactos sociais causados pela construção de hidrelétricas em populações ribeirinhas na zona da mata mineira: o caso específico da Usina Hidrelétrica Candonga – Rio Doce/ Santa Cruz Escalvado – Minas Gerais**. 2009. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

SOUSA, W. L. De. **Impacto Ambiental de Hidrelétrica: Uma análise comparativa de duas abordagens**. 2000. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000.

SOUZA, D. C. **Estudo sobre projeto elétrico básico de pequenas centrais hidroelétricas**. 2019. 89p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia elétrica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SOUZA, D. P. de; SILVA, W. R. S. da; CERVINSKI, G. C.; SANTOS, B. D. dos; COMARO, F. de A.; TRIGOSO, F. B. M. Desenvolvimento urbano e saúde pública: impactos da construção da UHE de Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, p. 154-173, 31 ago. 2018.

SOUZA, E. C. de. et al. Impactos das Mudanças Climáticas sobre o bem-estar relacionado à saúde no Brasil. **Pesquisa e planejamento econômico**, Rio de Janeiro, v.43, n.1, p.49-87, 2013.

SOUZA, L. L. D. De; SOCCOL, F. T. Breves Apontamentos sobre a compensação ambiental e os impactos das hidrelétricas. **Revista Âmbito Jurídico**, n. 193, 2020.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma perspectiva. **Novos estudos CEBRAP**, n. 79, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0101-33002007000300003>