



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RAFAEL WELTER

**PROGRAMAS AMBIENTAIS PARA OBTENÇÃO DA LAO NA PCH PRATA –
ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DO PROGRAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS E O PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL.**

Palhoça

2021

RAFAEL WELTER

**PROGRAMAS AMBIENTAIS PARA OBTENÇÃO DA LAO NA PCH PRATA –
ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DO PROGRAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS E O PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade do
Sul de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. José Gabriel da Silva, Ms.C.

Palhoça
2021

RAFAEL WELTER

**PROGRAMAS AMBIENTAIS PARA OBTENÇÃO DA LAO NA PCH PRATA –
ESTUDO DE CASO: EXECUÇÃO DO PROGRAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS
SUPERFICIAIS E O PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 14 de junho de 2021.

DocuSigned by:



6FD38B39BCC344E...

Professor e orientador José Gabriel da Silva, Ms.C.
Universidade do Sul de Santa Catarina

DocuSigned by:



EA54F18ED0F543A...

Prof. Ricardo Mafra, Ms.C.
Universidade do Sul de Santa Catarina

DocuSigned by:



0E30040CE8514AA...

Marcos Vallado Bogaert, Engº.

Dedico este trabalho a minha família, em especial meu Pai Clóvis Oscar Welter e minha mãe Geni Casagrande que sempre sonharam em ver seus três filhos formados, duas pessoas que lutaram juntas para pagar os estudos dos seus filhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me dado toda força necessária para chegar até este momento da minha vida, por ter me dado saúde, conhecimento e força para nunca desistir.

Quero agradecer em especial meu pai Clovis Oscar Welter e a minha mãe Geni Casagrande que não mediram esforços para ver seu filho mais novo formado, me ajudaram de todas as formas possíveis tanto financeiras como estrutural, dedicaram e abdicaram muito de suas vidas para que eu pudesse chegar até este momento da minha vida.

Gostaria de fazer um agradecimento especial ao meu orientador Professor José Gabriel da Silva e também gostaria de agradecer aos mestres da UNISUL que deram todo o conhecimento, paciência, compreensão e apoio necessário para que seus alunos chegassem à formatura e seguissem com suas carreiras profissionais.

Venho lembrar aqui dos meus colegas de sala que aturaram meus momentos difíceis e nos ajudamos em grupos de estudos fortalecendo assim o conhecimento de todos os alunos e um agradecimento especial aos colegas Lory Camargo Mehl que me deu forças para voltar a estudar e finalizar a faculdade e a Maria Fernanda que foi fundamental na parte de exatas e ajudou quase que toda a turma com seu conhecimento.

Para finalizar agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram a chegar até esse momento maravilhoso da minha vida e assim conseguir alcançar minha graduação.

“... Devagar se vai longe, tenha fé em dias melhores...”.

RESUMO

A principal forma de geração de energia no Brasil é a hidrelétrica, que é uma fonte renovável de energia. A geração de energia por meio de Usina Hidrelétrica (UHE) ou Pequena Central Hidrelétrica (PCH) implica em geração de impactos nos meios físico, biótico e antrópico. Entre as usinas hidrelétricas, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) vêm ganhando espaço em Santa Catarina pelo baixo impacto ambiental relacionado à implantação e operação. O licenciamento ambiental é o principal instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, pois visa à preservação e manutenção da qualidade ambiental e sua abrangência permite o efetivo gerenciamento das atividades e dos recursos naturais. Os Empreendimentos hidrelétricos que tem um impacto significativo no meio ambiente devem cumprir os processos de licenciamento ambiental. O objetivo deste trabalho é analisar dois programas de Monitoramento ambiental que foram condicionantes para obtenção da LAO (Licença Ambiental de Operação) da PCH Prata e a execução destes programas listados como – Programa da qualidade das águas superficiais, monitorar as alterações da qualidade da água e do reservatório (parâmetros físico e químico da água), e o – Programa de Comunicação Social. Para finalizar podemos observar que os resultados apresentados para a qualidade das águas do rio das Flores não tivemos grandes alterações em relação aos rios de classe II da resolução CONAMA 357. Sendo assim podemos concluir que as águas do rio não estão contaminadas, já o programa de comunicação social foi de grande importância para o repasse de informações da obra e os possíveis impactos ambientais que a obra poderia trazer para a população residente no município de Bandeirantes.

ABSTRACT

The main form of energy generation in Brazil is hydroelectric, which is a renewable source of energy. The generation of energy through Hydroelectric Power Plants (HPP) or Small Hydroelectric Plants (SHP) implies the generation of impacts in the physical, biotic and anthropic environments. Among the hydroelectric plants, Small Hydroelectric Plants (SHP) have been gaining space in Santa Catarina due to the low environmental impact related to the implementation and operation. Environmental licensing is the main instrument of the National Environment Policy, as it aims at the preservation and maintenance of environmental quality and its scope allows the effective management of activities and natural resources. Hydroelectric projects that have a significant impact on the environment must comply with environmental licensing processes. The objective of this work is to analyze the two environmental monitoring programs that were conditioning for obtaining the EOL (Environmental Operation License) of Small Hydroelectric Plants (SHP) Prata and the execution of these programs listed as – Surface Water Quality Program, monitoring changes in water and the reservoir (physical and chemical parameters of water), and the – Social Communication Program. Finally, we can observe that the results presented for the water quality of the Flores River have not had major changes in relation to the class II rivers of the CONAMA resolution 357. Therefore, we can conclude that the river waters are not contaminated, since Social Communication was of great importance for the transfer of information on the work and the possible environmental impacts that the work could bring to the population residing in the municipality of Bandeirantes.

SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APP – Área de Preservação Permanente

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CNPE – Conselho Nacional Política Energética

CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

DST – Doenças Sexualmente Transmissíveis

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FATMA – Fundação do Meio Ambiente

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

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

IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina

LAP – Licença Ambiental Prévia

LAI – Licença Ambiental de Instalação

LAO – Licença Ambiental de Operação

MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

RDPA – Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

UHE – Usina Hidrelétrica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Matriz Energética Mundial.....	19
Figura 2: Localização do Rio das Flores e PCH Prata.	41
Figura 3: Momento da coleta diretamente com o frasco, antes do início das obras.	45
Figura 4: Tomada dos dados de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no ponto de coleta de água, por meio do oxímetro.	45
Figura 5: Momento da coleta na construção.	46
Figura 6: Tomada de dados com o oxímetro.....	46
Figura 7: Momento da coleta com reservatório cheio.....	47
Figura 8: Tomada de dados por meio do Oxímetro.....	48
Figura 9: Reunião sobre Educação Ambiental com os Trabalhadores da Obra.....	50
Figura 10: Reunião com Secretário de Educação do Município de Bandeirante.....	50
Figura 11: Reunião com Secretário de Saúde do Município de Bandeirante.	51
Figura 12: Palestra na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.	51
Figura 13: Distribuição de mudas nativas que compõe a APP (Área de Preservação Permanente) na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.....	52
Figura 14: Distribuição de mudas nativas que compõe a APP (Área de Preservação Permanente) na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros físico-químico.....43

Tabela 2: Parâmetros biológicos.....44

Tabela 3: Resultado das Análises da Coleta de Água.53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	16
3.2	ENERGIA ELÉTRICA	18
3.3	FONTES DE ENERGIA	19
3.3.1	Energia Hidráulica	19
3.3.1.1	Usinas Hidrelétricas	20
3.3.1.2	Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH	21
3.3.2	Biomassa	23
3.3.3	Energia Eólica	23
3.3.4	Energia Solar	24
3.3.5	Petróleo	25
3.3.6	Gás Natural	26
3.3.7	Carvão	27
3.3.8	Energia Nuclear	28
3.4	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1	PROGRAMA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	40
4.2	PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	48
5	RESULTADOS	53
6	CONCLUSÕES	59
7	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Entre as principais formas de geração de energia elétrica no Brasil pode se destacar as fontes não renováveis a nuclear os combustíveis fósseis como o petróleo, carvão e gás, e entre as fontes renováveis que tem um menor impacto no meio ambiente temos a energia eólica, biomassa, energia solar, usina hidrelétrica e a energia proveniente das marés. Apenas duas fontes de energia se destacam no cenário nacional a energia hidráulica e o petróleo, estas duas são aproveitadas em larga escala no Brasil, sendo a hidráulica responsável pela maioria da energia gerada no nosso país.

O Brasil apresenta um rico histórico no panorama de geração de energia elétrica, durante o século XX a energia elétrica foi considerada de importância nacional, tendo o estado brasileiro executado o planejamento dos recursos hídricos através da construção de usinas hidrelétricas, garantido o melhor aproveitamento dos potenciais existentes. Porém, atualmente, as principais potências hidráulicas encontram-se na região norte do país, sem grandes quedas d'água, além de possuir diversas restrições ambientais. Com isso, a construção de hidrelétricas somente seria viável com a inundação de grandes áreas para a formação de reservatório. Em um cenário onde muito se discute sobre a necessidade de preservação do meio ambiente, este fato segue totalmente contrário a tendência mundial, que propõe o uso de fontes alternativas para se produzir a tão necessária energia elétrica. Nesse contexto que se encaixam as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).

As pequenas centrais hidroelétricas sempre fizeram parte da história do Brasil no que diz respeito à geração de energia elétrica. Foram, literalmente, a força matriz do Brasil no final do século XIX e no início do século XX.

Criadas com a finalidade de gerar energia com menor custo e com maior respeito ao meio ambiente, a PCH contribuem também para a diversificação da matriz energética. São empreendimentos que possibilitam melhor atender as necessidades de cargas de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, atuam complementando o fornecimento realizado pelo sistema. As pequenas centrais hidrelétricas apresentam uma série de vantagens em relação às grandes barragens como menor impacto ambiental já que suas áreas de inundação são reduzidas, menor custo de implantação, possibilitando a inclusão de

pequenos e médios empreendedores no processo, prazo de maturação reduzido, cerca de dois anos para implantação de uma PCH.

A implantação de uma PCH resulta em diversos impactos ambientais, nos meios físicos, principalmente na alteração do regime hídrico, no meio biótico com alterações na fauna e flora e no meio antrópico desde as expectativas da população na área de influência do empreendimento. Para cada impacto identificado, existe uma demanda para seu monitoramento com suas variáveis ambientais com objetivo de integrar as ações do programa global de gestão ambiental e para os programas de controle. A fim de mitigar e reduzir estes impactos negativos existe mecanismos de licenciamento ambiental para a implantação destes empreendimentos.

O Licenciamento ambiental, esta definido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237 de 10 de dezembro de 1997 como um procedimento administrativo pelo qual é analisado o empreendimento proposto para posterior emissão da licença ambiental.

Embasado no que foi dito anteriormente, o presente estudo fez a execução dos programas ambientais que foram realizados pela empresa AGRIMENSURA e aprovados pelo órgão ambiental de Santa Catarina FATMA atual – IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. Estes programas foram executados para obtenção da Licença Ambiental de Operação (LAO) da Pequena Central Hidrelétrica Prata, este aproveitamento hidrelétrico fica localizado no Rio das Flores município de Bandeirante estado de Santa Catarina. Este documento tem por finalidade apresentar as ações relacionadas à implantação dos programas ambientais.

Os programas que foram aprovados pela FATMA atual IMA, para obtenção das respectivas licenças são:

- Programa I – Monitoramento da Qualidade das Águas superficiais;
- Programa II – Controle Ambiental;
- Programa III – Conservação Ambiental;
- Programa IV – Preservação do Patrimônio Arqueológico;
- Programa V – Comunicação Social;
- Programa VI – Gestão Ambiental.

Neste trabalho serão analisados somente dois programas Programa da qualidade das águas superficiais, monitorar as alterações da qualidade da água e do

reservatório (parâmetros físico e químico da água), e o Programa de Comunicação Social.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar dois programas ambientais que foram aprovados pelo órgão regulador do estado de Santa Catarina – FATMA atual IMA, que foram executados na PCH Prata, Localizada no município de Bandeirante no Rio das Flores, oeste de Santa Catarina.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar as alterações da qualidade da água e do reservatório (parâmetros físico, químico e biológico das águas superficiais), conforme os padrões estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para rios de classe II.
- Avaliar o monitoramento do programa de Comunicação Social.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Durante todo século XX, a oferta de energia, obtida principalmente a partir dos combustíveis fósseis como petróleo e carvão mineral, deu suporte ao crescimento e às transformações da economia mundial. Já nos primeiros anos do século atual, o cenário mudou ao ser colocado à prova por uma nova realidade: a necessidade do desenvolvimento sustentável.

O setor elétrico Brasileiro que após anos de endividamento e crise, a partir dos anos 90 implantou uma nova política na tentativa de constituir um novo modelo institucional, com a privatização como plano de fundo de acordo com Abreu (1999, p 16):

A nova legislação para o setor permitiu a introdução dos produtos independente e do autoprodutor em maior escala, os quais entraram em competição direta com as empresas já existentes. Abreu (1999, p16).

O modelo institucional do setor de energia elétrica passou por duas grandes mudanças desde a década de 90. A primeira envolveu a privatização das companhias operadoras e teve início com a Lei no 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e determinou que a exploração dos potenciais hidráulicos fosse concedida por meio concorrência ou leilão, em que o maior valor oferecido pela outorga (Uso do Bem Público) determinaria o vencedor. A segunda ocorreu em 2004, com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como objetivos principais: garantir a segurança no suprimento; promover a modicidade tarifária; e promover a inserção social, em particular pelos programas de universalização (como o Luz para Todos). Sua implantação marcou a retomada da responsabilidade do planejamento do setor de energia elétrica pelo Estado (ANEEL, 2008).

Em 2004, com a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico, o Governo Federal, por meio das leis nº 10.847/2007 e nº 10848/2004, manteve a formulação de políticas para o setor de energia elétrica como atribuição do Poder Executivo

federal, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME) e com assessoramento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e do Congresso Nacional. Os instrumentos legais criaram novos agentes. Um deles é a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao MME e cuja função é realizar os estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico. Outro é a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que abriga a negociação da energia no mercado livre (ANEEL, 2008).

A concretização dessas metas foi alcançada com as seguintes medidas:

- A instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, com a atribuição de regular e fiscalizar os serviços de energia elétrica;
- A desverticalização das empresas, segmentando as atividades de produção, transporte e comercialização;
- A instituição de um modelo comercial competitivo, com a criação do Produto Independente de Energia, do Consumidor Livre e do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE;
- A garantia do livre acesso às redes de transmissão e de distribuição, com a definição da Rede Básica de Transmissão e do Operador Nacional do Sistema Elétrico – NOS;
- A transição do ambiente regulador para o competitivo, com o estabelecimento dos Contratos Iniciais.

No segmento de produção, no qual se ressalta o princípio da competição, o modelo implementado abrange três modalidades de exploração: serviço público, produção independente e autoprodução. A produção independente possibilita a entrada de novos investidores com autonomia para realização de contratos bilaterais de compra e venda de energia elétrica, de forma competitiva e com flexibilidade para consolidação de suas estratégias. Os segmentos de transporte de energia elétrica, monopólios naturais, submetem-se, de maneira mais expressiva, à regulação. As atividades de transmissão e distribuição são exercidas contra o faturamento dos serviços prestados com base em tarifas fixadas pela ANEEL e estabelecidas mediante contrato de concessão. As instalações de transmissão, componentes da Rede Básica, são administradas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS),

por meio de contratos de prestação de serviços com os detentores dos ativos' desta natureza (ANEEL, 2003).

3.2 ENERGIA ELÉTRICA

A energia desempenha um papel fundamental na vida humana, o tratamento do tema energético será da maior importância para buscar um desenvolvimento sustentável.

As fontes primárias usadas para a produção de energia elétrica podem ser classificadas em não renováveis e renováveis.

São Consideradas fontes não renováveis aquelas passíveis de se esgotar por serem utilizadas com velocidade bem maior que os milhares de anos necessários para a sua formação. Nessa categoria estão os derivados de petróleo, os combustíveis radioativos (urânio, tório, plutônio, etc.), a energia geotérmica e o gás natural. Hoje em dia, a utilização de tais fontes para produzir eletricidade se dá principalmente por uma primeira transformação da fonte primária em energia térmica, por exemplo, através da combustão, fissão ou processos geotérmicos. A geração elétrica obtida por este meio é conhecida com geração térmica.

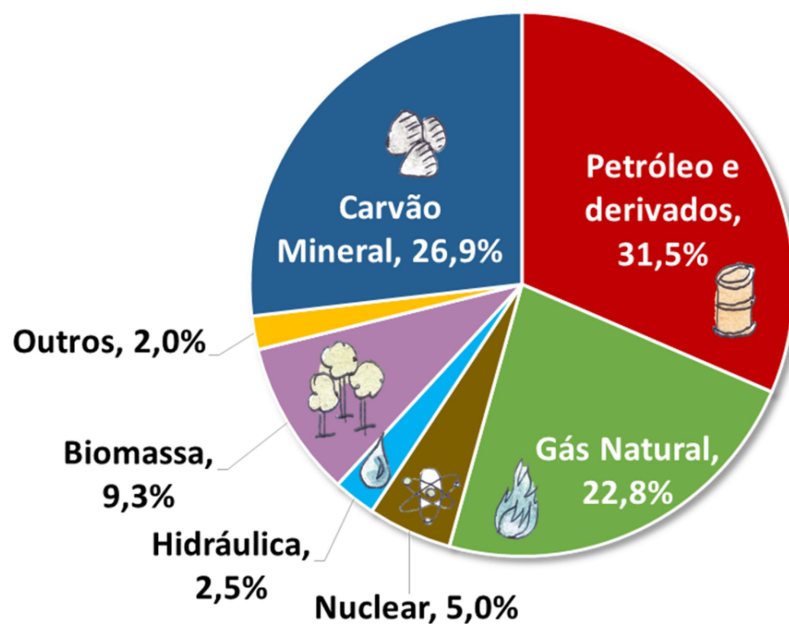
Fontes renováveis são aquelas cuja reposição pela natureza é bem mais rápida do que sua utilização energética (como as águas dos rios, marés, sol, ventos) ou cujo manejo pelo homem pode ser efetuado de forma compatível com as necessidades de sua utilização energética (como a biomassa: cana-de-açúcar, florestas energéticas e resíduos animais, humanos, industriais). A maioria dessas fontes apresenta características estatísticas e estocásticas, de certa forma cíclica durante períodos de tempo compatíveis com requisitos de operação das usinas elétricas e inferiores a sua vida útil. Tais fontes podem ser usadas para produzir eletricidade principalmente através de usinas hidrelétricas (água), eólicas (vento), solar (fotovoltaicas – sol, diretamente – e centrais termelétricas – sol, indiretamente, gerando vapor e biomassa renovável) (REIS, 2011).

As fontes de energia renováveis, com exceção da energia hidráulica, ainda são pouco utilizadas no Brasil devido aos custos de instalação, à inexistência de tecnologias bem desenvolvidas e redes de distribuição experimentadas e, em geral, ao desconhecimento e falta de sensibilização para o assunto por parte dos consumidores e dos municípios (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2020).

A

Figura 1 apresenta a distribuição aproximada da oferta mundial de energia por fonte. Pelos dados apresentados, verifica-se que os elementos não renováveis são os principais combustíveis utilizados pela sociedade, o que agrava, ainda mais, a condição futura de disponibilidade de energia, dado que são produtos finitos.

Figura 1: Matriz Energética Mundial.



Fonte: EPE, 2018.

As fontes não renováveis são responsáveis por, aproximadamente, 86% da oferta, e as renováveis, por 14%. Além do problema da disponibilidade, a questão energética vem se agravando por fatos políticos marcantes, que envolvem principalmente os países produtores de petróleo (BRAGA, et al. 2005).

3.3 FONTES DE ENERGIA

3.3.1 Energia Hidráulica

A energia hidráulica é produzida através de força da movimentação das águas dos rios e oceanos. Essa energia é influenciada pela irradiação solar e pela energia potencial gravitacional, que provocam efeitos como a evaporação, condensação e precipitação das águas, sendo estes os fatores responsáveis pela geração de energia hidráulica. O aproveitamento dessa energia para a geração de

energia elétrica geralmente é feita por meio das usinas hidrelétricas (INFO ESCOLA, 2020).

3.3.1.1 Usinas Hidrelétricas

A hidroeletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro por várias décadas, tanto pela sua competitividade econômica quanto pela abundância deste recurso energético a nível nacional. Trata-se de uma tecnologia madura e confiável que, no atual contexto de maior preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, apresenta a vantagem adicional de ser uma fonte renovável de geração (REIS, 2011).

A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do fluxo das águas em uma usina na qual as obras civis – que envolvem tanto a construção quanto o desvio do rio e a formação do reservatório – são tão ou mais importantes que os equipamentos instalados.

As principais variáveis utilizadas na classificação de uma usina hidrelétrica são: altura da queda d'água, vazão, capacidade ou potência instalada, tipo de turbina empregada, localização, tipo de barragem e reservatório. Todos são fatores interdependentes. Assim, a altura da queda d'água e a vazão dependem do local de construção e determinará qual será a capacidade instalada - que, por sua vez, determina o tipo de turbina, barragem e reservatório (ATLAS ENERGIA, 2008).

Uma central hidroelétrica ou hidrelétrica pode ser definida como um conjunto de obras (barragem, captação e condutos de adução de água [condutos forçados, trecho final inferior do conduto forçado, tubo de sucção], casa de máquinas e restituição de água ao leito do rio [canal de fuga]), cuja finalidade é a geração de energia elétrica, utilizando o potencial hidráulico existente num rio (REIS, 2011).

Brasil, atualmente, tem 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis, de acordo com o secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, Reive Barros. A participação é liderada pela hidrelétrica (63,8%), seguida de eólica (9,3%), biomassa e biogás (8,9%) e solar centralizada (1,4%) (GOVERNO DO BRASIL, 2020).

As usinas hidrelétricas representam uma boa alternativa de geração de energia elétrica, uma vez que usam uma fonte de energia renovável e limpa. No entanto existem impactos significativos devido à implantação destas como, por

exemplo, o alagamento, que gera impactos nos meios físicos, bióticos e sócio-econômico (DE ABREU, 1999).

3.3.1.2 Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH

As pequenas centrais hidroelétricas sempre fizeram parte da história do Brasil no que diz respeito à geração de energia elétrica. Foram, literalmente, a força motriz do Brasil no final do século XIX e no início do século XX.

São consideradas Pequenas Centrais Hidrelétricas, ou PCH, os empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 KW e igual ou inferior a 30.000 KW e com área total de reservatório igual ou inferior a 3,0 km². A área do reservatório é delimitada pela cota d'água associada à vazão de cheia com tempo de recorrência de 100 anos (CBDB, 2011).

Admite-se, contudo, que um aproveitamento possa ainda ser considerado com características de PCH mesmo sem atender a limitação da área do reservatório, respeitados, sempre, os limites de potência e modalidade de exploração. Nesses casos, deverá ser atendida pelo menos uma das seguintes condições expressas na equação 01:

- Atendimento a equação;

$$A \leq \frac{(14,3 * P)}{Hb}, \text{ sendo } A \leq 13,0 \text{ km}^2 \quad (01)$$

Onde:

- A = área do reservatório em km², que é a área a montante do barramento, delimitada pelo nível d'água máximo normal operativo;
- P = potência elétrica instalada em MW;
- Hb = altura de queda bruta em metro, definida pela diferença entre os níveis d'água máximos normal de montante e normal de jusante.

Dimensionamento do reservatório comprovadamente baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica, sendo, nesse caso, necessária a articulação entre a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Agência Nacional de Águas (ANA), os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Unidades da

Federação, conforme a localização, de acordo com a respectiva competência (MOURA, 2019).

A importância e o cuidado na caracterização de um aproveitamento hidrelétrico como PCH estão relacionados, entre outros fatores, à preservação do aproveitamento ótimo do potencial hidrelétrico de um determinado sítio e às vantagens fiscais e tarifárias que uma PCH desfruta, estabelecidas com o objetivo de incentivar investimentos nesse tipo de projeto, especialmente pela iniciativa privada. Pequenas Centrais Hidrelétricas podem ser classificadas, quanto à capacidade de regularização de seu reservatório, em usinas a fio d'água, isto é, que não operam o reservatório, ou de acumulação, com regularização diária ou mensal. Raramente dimensiona-se o reservatório de uma Pequena Central Hidrelétrica com acumulação capaz de promover regularização superior à mensal (ANEEL, 2003).

Os critérios para identificação de PCH estão definidos na Resolução ANEEL nº 394, de 4 de dezembro de 1998, e devem ser observados pelos agentes do setor elétrico e pela sociedade em geral, considerando também a sistemática de fiscalização da potência instalada definida na Resolução ANEEL nº 407, de 19 de outubro de 2000 (ANEEL, 2003).

As Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH representam, atualmente, uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, visando suprir a crescente demanda verificada no mercado nacional. Esse tipo de empreendimento possibilita um melhor atendimento às necessidades de carga de pequenos centros urbanos e regiões rurais, uma vez que, na maioria dos casos, complementa o fornecimento realizado pelo sistema interligado. Por isso, além de simplificar o processo de outorga, o Governo concedeu uma série de benefícios ao empreendedor, para estimular os investimentos (ANEEL, 2003).

Diversas vantagens estão relacionadas às pequenas centrais hidrelétricas como o menor número de impactos ambientais em relação às grandes usinas, ao menor custo para implantação, o reduzido prazo de maturação e a vantagem de investimento em uma fonte de energia renovável e assim contribuir com o desenvolvimento sustentável.

3.3.2 Biomassa

A biomassa é a matéria vegetal produzida pelo Sol por meio da fotossíntese. Ela pode ser queimada no estado sólido ou convertida para outros estados (líquido ou gasoso). Segundo Miller (1985), a biomassa supre 15% da energia mundial, principalmente pela queima de madeira e estrume para aquecer prédios e fornos de cozinha. Ambientalmente, as grandes desvantagens do emprego da biomassa relacionam-se com o conflito do uso da terra para agricultura, o aumento da erosão, a poluição do solo e da água e a destruição do habitat. Além disso, dada a sua grande umidade, a biomassa não é muito eficiente em termos de energia útil. As vantagens e desvantagens em termos ambientais dependem do tipo de biomassa empregada. Muitas pessoas que vivem em países subdesenvolvidos aquecem suas moradias e cozinham utilizando lenha e carvão vegetal. O grande problema da queima da madeira é a produção do CO (monóxido de carbono) e de material particulado (BRAGA, et al. 2005).

Nas últimas décadas vem crescendo a busca por combustíveis alternativos, em especial os de fontes renováveis. O biodiesel é o que mais vem se destacando por ser um combustível mais adequado, do ponto de vista ambiental, por ser renovável e menos poluente (CAMACHO, 2005).

A produção de biodiesel no Brasil ganhou força com a criação do Programa Brasileiro de Produção e Uso de Biodiesel, em 2004 e pela Lei 11.097, de 13 de maio de 2005, que estabeleceu a implantação de 2% em volume de biodiesel ao óleo diesel em qualquer parte do território nacional a partir de 2008. Em março de 2018 o diesel comercializado no país já contava com 10% de biodiesel no seu volume total (JASPER, 2019).

3.3.3 Energia Eólica

O termo eólico vem do latim *aeolicus*, pertencente ou relativo à Eolo, Deus dos ventos na mitologia grega. A fonte dos ventos é uma fonte de energia já conhecida e utilizada há milhares de anos para girar as pás de moinhos e, assim, obter energia eólica. No presente, este tipo de energia é pesquisado para gerar eletricidade (PINTO, 2019).

Desde a década de 1970, pequenas e modernas turbinas de vento estão sendo implantadas. A experiência tem mostrado que essas turbinas podem produzir energia a custos razoáveis em áreas onde a velocidade do vento varia de 25km/h a 50km/h. A primeira turbina eólica com capacidade para geração comercial de energia elétrica foi ligada à rede pública em 1976, na Dinamarca (ANEEL, 2002). Recentemente, o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), com apoio da ANEEL e do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), desenvolveu um estudo para avaliar o potencial eólico brasileiro (BRAGA, et al. 2005).

As principais vantagens apontadas na utilização da energia eólica são:

- É uma fonte de energia segura e renovável;
- Não causa danos ao meio ambiente, quando comparada a outras fontes de geração de energia;
- Ocupa pequenas áreas;
- A área pode ser utilizada para agricultura e pecuária;
- Gera grande quantidade de energia;
- Tempo rápido de construção.

As principais desvantagens são:

- Poluição sonora;
- Interferência em sistemas de telecomunicações;
- Considerável efeito visual e paisagístico;
- Efeito de sombras em movimento e mortalidade de aves em zonas de imigração causada pelas pás em movimento.

Do ponto de vista dos impactos ambientais, cabe lembrar que a construção e operação de um parque eólico envolve uma série de atividades em terrenos com presença de fauna e flora e eventualmente próximos a zonas ou atividades humanas. Dessa forma, consequências como ruídas, danos ecológicos, interferências eletromagnéticas e impactos visuais são possíveis e devem ser minimizadas o máximo possível (Salino, 2011).

3.3.4 Energia Solar

Na última década a energia solar fotovoltaica vem ganhando cada vez mais destaque no cenário mundial, com uma alta taxa de crescimento que deverão manter-se devido ao apelo mundial por energias limpas, sendo essas umas das

formas de geração mais eficientes e menos nocivas ao meio ambiente (SILVA, 2015).

A energia solar apresenta vantagens ecológicas fortes, devido à sua fonte renovável e à ampla oferta e distribuição. No que se refere à sustentabilidade social, esse tipo de energia também apresenta apelos relevantes. O uso da energia solar pode permitir o desenvolvimento de áreas distantes onde os custos ecológicos e ambientais da implantação de outras formas de produção de energia são altos, porém, com o armazenamento e distribuição de energia a partir da fonte solar, podemos ter uma viabilidade econômica (GUERRA, 2012).

Existem várias formas de aproveitar a radiação solar e os métodos de aproveitamento podem ser classificados por diferentes modos. Uma classificação denomina os métodos de diretos ou indiretos:

- O direto implica uma conversão de energia solar para uma forma de energia aplicável, Por exemplo: quando a energia solar atinge uma superfície escura e então é convertida em calor, esse calor pode ser usado para aquecer a água.
- O método indireto implica mais de uma conversão energética para tornar a energia utilizável, Por exemplo: a energia solar atinge um módulo fotovoltaico e é convertida em energia elétrica – essa fonte de energia é, então, convertida em mecânica, capaz de mover cortinas de acordo com a disponibilidade de radiação (REZENDE, 2019).

3.3.5 Petróleo

O petróleo é um líquido formado basicamente por hidrocarbonetos e poucos compostos e contém oxigênio, enxofre e nitrogênio. O petróleo e o gás estão geralmente confinados a grandes profundidades, tanto abaixo dos continentes como dos mares. Em geral, o petróleo está disperso em cavidades e em fraturas de formações rochosas. O petróleo mais valioso, conhecido como *leve*, contém poucas impurezas de enxofre e grande quantidade de compostos orgânicos facilmente refináveis em gasolina. Quanto menor for quantidade de enxofre, menor a quantidade de dióxido de enxofre (SO²) lançado na atmosfera. O petróleo menos

valioso é chamado de *pesado*. Esse tipo possui muitas impurezas e exige maiores recursos de refino para obtenção de gasolina (BRAGA, et al. 2005).

O petróleo é considerado, ao lado da água, o principal recurso natural da era moderna. Embora existam esforços governamentais em todo o mundo para diminuir a dependência em relação a esse elemento, ele ainda é o combustível mais utilizado. Além do fato de ser um recurso não renovável, o petróleo apresenta como desvantagem a emissão em grandes quantidades de poluentes na atmosfera durante sua queima (BRASIL ESCOLA, 2020).

Com o passar do tempo, descobriram-se os diversos subprodutos e as diversas formas de aplicações do petróleo. A partir disso, a perfuração de poços começou a aumentar de tal forma que, até o final do século XX, o número de poços mais que duplicou em relação ao século anterior. Com toda tecnologia de que se dispõe hoje, pode-se extrair do petróleo diversos subprodutos como, por exemplo, a parafina, o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), o GNV (Gás Natural Veicular), nafta, querosene, lubrificantes, óleo diesel, produtos asfálticos, querosene de aviação, além dos combustíveis e diversos outros subprodutos (NETO, 2016).

3.3.6 Gás Natural

O gás natural é uma mistura de gás metano com pequenas quantidades de hidrocarbonetos gasosos mais pesados, como propano e butano. No aproveitamento do gás natural, os gases butano e propano são liquefeitos, gerando o Gás Liquefeito do Petróleo (GLP). O GLP é armazenado em tanques pressurizados para uso em áreas onde não existe distribuição por rede. O restante do gás (metano) é distribuído em redes. O gás natural pode ser liquefeito a baixas temperaturas para transportes em navios (REIS, 2018).

O gás natural gera menos poluentes atmosféricos quando comparado com outros combustíveis fósseis. Ele produz muito pouco SO_2 , quase nenhum material particulado e aproximadamente um sexto dos óxidos de nitrogênio produzidos por carvão, óleo e gasolina. O CO_2 produzido por unidade de energia é inferior a outros combustíveis. O custo de aproveitamento do gás é baixo quando comparado com outras fontes, e seu rendimento é bastante alto. É um combustível versátil e pode ser queimados eficientemente em fornos, fogões, aquecedores de água, etc. Em

termos de geração de eletricidade, podem ser utilizados turbinas a gás, operando como turbinas a jato (REIS, 2018).

Um importante aspecto que vem ganhando crescente relevância desde a ascensão dos hidrocarbonetos e demais combustíveis fósseis na matriz econômica mundial se refere à pressão que a exploração e utilização destes recursos exercem sobre o meio ambiente. Resíduos produzidos pela utilização de hidrocarbonetos são introduzidos continuamente em sistemas naturais através da queima dos combustíveis fósseis, do descarte de produtos químicos e petroquímicos derivados do óleo e gás natural e de desastres ambientais associados à sua exploração e transporte (NETO, 2016).

No cenário dos combustíveis fósseis, o gás natural vem ganhando espaço cada vez maior devido ao seu menor potencial de emissão de compostos tóxicos e gases do efeito estufa (U.S. Energy Information Administration, 2016).

3.3.7 Carvão

O carvão mineral, ou hulha, é formado basicamente por carbono, com pequenas quantidades de água, nitrogênio e enxofre. Existem quatro tipos básicos de carvão: a turfa, a lignita, o carvão betuminoso e o antracito. Os três primeiros são os mais comuns. O antracito possui maior poder calórico e contém menos SO^2 . Boa parte do carvão mineral é queimada em termoelétricas; o restante é convertido em coque para fabricação de aço e queimado em caldeiras para produzir vapor em diversos processos industriais (BRAGA, et al. 2005).

O carvão é o combustível fóssil mais abundante no mundo. As maiores reservas estão nos Estados Unidos, na China e na Rússia. Essas nações respondem por cerca de 60% da produção mundial (BRAGA, et al. 2005).

O carvão é extraído de campos superficiais e subterrâneos. A mineração subterrânea é feita quando as reservas encontram-se a grande profundidade. O impacto ambiental produzido pela exploração de carvão é extremamente alto, pois ela destrói a vegetação e o habitat de várias espécies. A erosão nessas regiões é altíssima, cerca de mil vezes superior à da floresta natural. É grande também a produção de materiais tóxicos, que acabam poluindo rios e aquíferos subterrâneos (BRAGA, et al. 2005).

Em termos de poluição atmosférica, o carvão é a grande fonte de oxido de enxofre e nitrogênio. Essas emissões são responsáveis pelo 'smog industrial' e pela ocorrência das chuvas ácidas. Além disso, o carvão produz grande quantidade de CO² por unidade de energia, quando comparado com outras fontes. Portanto, é um dos maiores contribuintes do chamado efeito estufa (BRAGA, et al. 2005).

3.3.8 Energia Nuclear

Uma usina nuclear consiste basicamente de uma usina térmica na qual o aquecimento é produzido por reação de fissão nuclear. O combustível mais utilizado é o uranio 235.

No final de 2000, segundo dados da Agência Internacional de Energia Atômica, havia em operação, em 30 países, 438 usinas nucleares perfazendo uma capacidade instalada líquida de 351 GWe. Em termos mundiais, a energia nuclear foi responsável por 16% da energia elétrica produzida (REIS, 2011).

3.4 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Em um contexto integrado de energia, meio ambiente e desenvolvimento sustentável, a avaliação de projetos de geração de energia elétrica deverá enfatizar a inserção no meio ambiente.

Quando o desenvolvimento sustentável é a opção adotada, além da tecnologia, outros patamares e critérios – como localização do empreendimento, vocação regional, verificação dos impactos nos diversos aspectos do meio ambiente natural, artificial, cultural e do trabalho, sistemas próprios de fiscalização e monitoramento – devem ser levados em consideração na verificação ambiental (REIS, 2011).

A Constituição Federal Brasileira prevê, em seu artigo 225, que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações.” Com isso, o meio ambiente tornou-se direito fundamental do cidadão, cabendo tanto ao governo quanto a cada indivíduo o dever de resguardá-lo.

O licenciamento ambiental faz parte do rol de instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (art. 9º, IV). É o ato que oficializa e legitima os encaminhamentos para que se possa realizar determinada obra.

Diz o art. 10, da Lei n. 6.938, de 1981, visto em Brasil (1981):

A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimento e atividades hostilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis. (BRASIL, 1981).

As definições traçadas pelo art. 1º, da Resolução n. 237, de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, indicam o teor conceitual do instituto da licença ambiental para Licenciamento Ambiental de acordo com Reis, (2011, p.44):

Licenciamento ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. (REIS, 2011).

Também para Licença a definição é dada pelo art 1º, da Resolução n.237, de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, de acordo com Reis, (2011, p.45):

Licença ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. (REIS, 2011).

O licenciamento perpassa por etapas que determinam condicionantes, após o cumprimento, se está apto para adentrar em outra etapa. Nessa perspectiva: a licença prévia (LP), licença de implantação (LI) e a licença de operação (LO).

A LAP deve ser emitida na fase preliminar do planejamento da atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes e serem atendidos nas próximas fases de sua implantação. Documentos Necessários para Obtenção da LAP segundo Instrução Normativa nº 44 – Produção de Energia Hidrelétrica do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina:

- Requerimento da Licença Ambiental Prévia e confirmação de localização do empreendimento segundo suas coordenadas planas (UTM) no sistema de projeção (DATUM) SIRGAS200;
- Procuração para representação do interessado, com firma reconhecida;
- Ata de eleição da última diretoria quando se tratar de Sociedade ou do Contrato Social registrado quando se tratar de Sociedade de Quotas de responsabilidade Limitada;
- Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), ou do cadastro de Pessoa Física (CPF);
- Certidão da prefeitura municipal relativa ao atendimento às diretrizes municipais de desenvolvimento e plano diretor ao uso do solo e à localização do empreendimento quanto ao ponto de captação de água para abastecimento público (montante ou jusante), nos termos da Resolução CONAMA nº 237/1997, art. 10º, §1º. Não são aceitas certidões que não contenham data de expedição, ou com prazo de validade vencido. Certidões sem prazo de validade são consideradas válidas até 180 dias após a data da emissão;
- Avaliação Preliminar de Disponibilidade Hídrica expedida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, através da Diretoria de Recursos Hídricos;

- Protocolo do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) comprovando a entrega da Ficha de Caracterização da Atividade (empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA);
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) ou Estudo Ambiental Simplificado ou Estudo Ambiental Prévio;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou de Função Técnica (AFT) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, Estudo Ambiental Simplificado ou Estudo Ambiental Prévio;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do estudo fitossociológico;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do estudo faunístico;
- Comprovante de publicação do requerimento de Licença Ambiental Prévia (casos de empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA). O comprovante deve ser apresentado ao IMA no prazo de trinta (30) dias, sendo que a publicação deve apresentar data posterior à da entrega da documentação pertinente.

A LAI autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem o motivo determinante. Documentos Necessários para Obtenção da LAI segundo Instrução Normativa nº 44 – Produção de Energia Hidrelétrica do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina:

- Requerimento da Licença Ambiental de Instalação;
- Procuração, para representação do interessado, com firma reconhecida;

- Anuência(s) do(s) proprietário(s) atingido(s) pela implantação do empreendimento, declarando expressamente a inexistência de óbices quanto à sua instalação;
- Transição ou Matrícula do Cartório de Registro de Imóveis, atualizada (no máximo 30 dias de expedição), ou documento autenticado que comprove a posse ou possibilidade de uso do imóvel;
- Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica, expedida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, através da Diretoria de Recursos Hídricos;
- Projeto arquitetônico e de locação, com memorial de descritivo, das unidades que compõem o empreendimento nas fases de instalação e operação;
- Projeto executivo, com memorial descritivo e de cálculo, plantas e cortes, das unidades de controle ambiental nas fases de implantação e operação;
- Projeto básico, com memorial descritivo, do(s) canteiro(s) de obras, quando couber;
- Projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil;
- Licença Ambiental de Operação da(s) área(s) de empréstimo(s) e de bota-fora selecionada(s), fora da área do empreendimento;
- Planos e Programas Ambientais, detalhados a nível executivo;
- Cronograma físico de execução das obras. Empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA devem apresentar cronograma físico-financeiro, acrescido do valor do imóvel conforme Portaria IMA nº 41/2018;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do projeto arquitetônico;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do projeto executivo das unidades de controle ambiental;

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração dos Planos e Programas Ambientais;
- Comprovante de publicação de concessão da Licença Ambiental Prévia (casos de empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA);
- Comprovante de publicação do requerimento de Licença Ambiental de Instalação (casos de empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA). O comprovante deve ser apresentado ao IMA no prazo de trinta (30) dias, sendo que a publicação deve apresentar data posterior à da entrega da documentação pertinente;
- Manifestação final do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), nos casos de empreendimentos sujeitos à EIA/RIMA.

A LAO autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação. Documentos Necessários para Obtenção da LAO segundo Instrução Normativa nº 44 – Produção de Energia Hidrelétrica do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina:

- Requerimento da Licença Ambiental de Operação;
- Procuração, para representação do interessado, com firma reconhecida;
- Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, expedida pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, através da Diretoria de Recursos Hídricos;
- Demonstrativo financeiro dos custos efetivos de implantação do empreendimento subscrito por profissional habilitado (empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA);
- Relatório técnico comprovando efetivo cumprimento das exigências e condicionantes estabelecidos na Licença Ambiental Prévia e na Licença Ambiental de Instalação, acompanhado de relatório fotográfico;

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Função Técnica (AFT) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do relatório técnico;
- Estudo de Conformidade Ambiental (ECA). O ECA deve ser subscrito por todos os profissionais da equipe técnica de elaboração. (Empreendimentos em regularização);
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Função Técnica (AFT) do(s) profissional(ais) habilitado(s) para a elaboração do Estudo de Conformidade Ambiental;
- Comprovante de publicação de concessão da renovação da Licença Ambiental de Instalação (casos de empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA);
- Comprovante de publicação do requerimento de Licença Ambiental de Operação (casos de empreendimentos sujeitos a EIA/RIMA). O comprovante deve ser apresentado ao IMA no prazo de trinta (30) dias, sendo que a publicação deve apresentar data posterior à da entrega da documentação pertinente.

Esse procedimento, além das etapas apontadas, contará com a definição do empreendedor e órgão ambiental competente, do Termo de Referência. Esse instrumento é de suma importância, pois fiará os levantamentos técnicos e científicos que serão adotados na documentação que será apresentada pelo empreendedor. Podem ser solicitados complementações e esclarecimentos, tanto na fase preliminar como após a audiência pública, lembrando que tanto o parecer técnico da equipe responsável pela análise como o deferimento ou indeferimento do pedido deve pautar-se pelas regras indicadas aos atos administrativos.

As competências estão estipuladas nos arts. 4º, 5º e 6º da Resolução nº 237 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 1997, vista em Reis (2011, p.46):

Art. 4º - Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, órgão executor do SISNAMA, o licenciamento ambiental, a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a saber;
I – Localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.
II – Localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III – Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV – Destinados a pesquisar, lavar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN;

V – Bases ou empreendimentos militares, quando couber, observados a legislação específica.

§ 1º – O IBAMA fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos estados e Municípios em que se localiza a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

§ 2º – O IBAMA, ressalva sua competência supletiva, poderá delegar aos Estados o licenciamento de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional, uniformizando, quando possível, as exigências.

Art. 5º – Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades;

I – Localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II – Localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionados no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III – Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – Delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumentos legais ou convênio.

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

Art. 6º – Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

Para o setor elétrico apontam-se as regras estipuladas pela Resolução Conama nº 6 de 16.09.1987. (REIS, 2011).

Segundo Trennepohl (2007), o Licenciamento Ambiental é definido como um processo de concordância do Poder Público com as obras ou atividades condicionadas à aprovação do Estado de acordo com Trennepohl (2007, p.16):

Importa salientar que, nos casos em que se conclui pela competência da União para o licenciamento ambiental, não significa que esta deva, obrigatoriamente, ser exercida pelo órgão federal de meio ambiente. No entanto, a delegação de competência aos órgãos estaduais deve ser precedida de exigência e parâmetros mínimos, funcionando como termos de referência, visando garantir a prevalência do interesse nacional. Esta é a única maneira de evitar que interesses econômicos ou políticos sobreponham-se à cautela e a precaução. (Trennepohl 2007, p.16).

Pode-se definir impacto ambiental como “qualquer modificação dos ciclos ecológicos em um dado ecossistema, afetando a estabilidade preexistente dos ciclos ecológicos, fragilizando-a ou fortalecendo-a” (MACEDO, 1995).

Impacto ambiental é uma alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais. Essa alteração pode ser qualificada e, muitas vezes, quantificada. Pode ser favorável ou desfavorável ao ecossistema ou a sociedade humana.

Segundo o artigo 1º da resolução nº 01 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, segundo Tommasi (1994, p20) impacto ambiental é:

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; A qualidade dos recursos ambientais. (Tommasi 1994, p20).

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA é entendido como uma modalidade de Avaliação de Impacto Ambiental e é considerado, atualmente, como um dos mais notáveis instrumentos de compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente, tendo em vista a sua obrigatoriedade em ser elaborado antes da instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação, conforme a Constituição Federal de 1988 (MILARÉ, 2005 apud MORATO, 2008).

Finalmente, uma questão de enorme importância: os estudos de impacto ambiental têm de serem elaboradas por equipes multidisciplinares, que possam cobrir todas as áreas relacionadas com o projeto avaliado. É humanamente impossível, a uma só pessoa, realizar um estudo confiável desse tipo. Aliás, a nossa legislação exige que esses estudos sejam elaborados por equipes multidisciplinares habilitadas (art. 7º, Resolução nº 001 do CONOMA, 23/01/1986) não pertencentes ao proponente do projeto (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986).

Os métodos hoje correntemente disponíveis para a avaliação de impactos ambientais, em sua maioria, resultam da evolução de outros já existentes. Alguns são adaptações de técnicas do planejamento regional, de estudos econômicos ou de

ecologia, como por exemplo, a análise de potencialidade de utilização do solo e de usos múltiplos de recursos naturais, análises de custo e benefício, modelos matemáticos etc (ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2009).

Os métodos passaram a tornarem-se cada vez mais específicos à medida que o aprofundamento do conhecimento permitiu tipificar causas e correspondentes efeitos em diferentes segmentos do ambiente, em face de intervenções também específicas. Atualmente, estão disponíveis métodos bastante elaborados e detalhados, visando apoiar a avaliação de impactos de empreendimentos das mais diferentes naturezas: aproveitamento hidro energéticos, usinas e indústrias com vários processos de produção, obras hidráulicas e sanitárias, rodovias, habitacionais etc (ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2009).

À medida que a avaliação de impactos ambientais passou a ser uma atividade institucionalizada e regulamentada pelo poder público nacional, estadual e inclusive local, um dos critérios essenciais para a formulação ou a utilização de um método é o de verificação das peculiaridades dessa ação pública, a começar pela definição do que é legalmente considerado impacto ambiental. No Brasil, no âmbito da união, por exemplo, essa definição está contida no artigo primeiro da Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise dos impactos ambientais foi realizada com base na experiência em obras semelhantes. Essa análise compreendeu o conjunto de estudos necessários a uma caracterização das transformações pelas quais poderá passar a região como um todo, tanto da forma positiva ou negativa, associada aos seus diferentes fatores ambientais individualmente, em decorrência do aproveitamento.

Numa análise mais ampla, qualquer tipo de empreendimento pode ser um instrumento alavancador de desenvolvimento econômico, uma vez que sua área de influência não se restringe apenas ao local de implantação, mas pode também ter uma abrangência, às vezes regionais, onde refletem de maneira direta e indireta nos meios físico, biótico e sócio-econômico.

Em cada fase do empreendimento sejam elas planejamento, construção e operação. Implicam diferenças significativas, especialmente na sua temporalidade e localização. Portanto, a presente análise leva em conta as características da área de influência e das atividades em cada fase e etapa de execução do empreendimento.

No meio ambiente em que o estudo está inserido, foram apresentados ao longo do estudo um diagnóstico, o que permitiu prevenir e analisar os possíveis impactos ambientais seja eles positivos ou negativos. Isto permitirá as autoridades públicas competentes decidirem sobre a viabilidade do projeto.

A execução e a análise das tarefas de prognosticar e avaliar devem ser orientadas pelo cumprimento da Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, (1986):

No uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo Art. 18 do mesmo decreto, e considerando a necessidade de se estabelecer às definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. (CONAMA 001/86).

Resolve:

Art. 1º - Para efeito desta resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente,

causada por qualquer forma de energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

1. A saúde, a segurança e o bem estar da população;
2. As atividades sociais e econômicas;
3. A biota;
4. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
5. A qualidade dos recursos ambientais.

Para a avaliação dos impactos ambientais, foram conjugados alguns métodos já consagrados de avaliação de impacto ambiental.

A reunião de vários dados estatísticos, cartográficos, fotos aéreas e imagens de satélite, além dos bibliográficos e documentais, proporcionaram a análise sobre a realidade sócio-ambiental da região. Estas, por sua vez, enriquecidas com os reconhecimentos *in loco*, forneceram os subsídios básicos para a elaboração dos Diagnósticos Ambientais das Áreas de Influência – Indireta e Direta.

Para estes estudos ambientais, foi realizado diversos encontros entre integrantes da equipe responsável, sobre a realidade sócio-ambiental da região, os dados básicos do aproveitamento hidrelétrico, de sua concepção de engenharia, consultando-se ainda, algumas instituições de pesquisa e órgãos públicos cuja área de atuação estivesse voltada para a região onde será implantada a PCH Prata, bem como detivessem conhecimentos técnicos para o enriquecimento das informações obtidas.

De posse do reconhecimento de campo, aliado ao conhecimento técnico do empreendimento permitiu que se vislumbrasse um conjunto de impactos ambientais, organizados e listados.

Uma vez identificados os impactos ambientais, os mesmo foram classificados de acordo com as recomendações da resolução CONAMA 1/86 e complementações necessárias.

Para cada impacto identificado, existiu a demanda para seu monitoramento com suas variáveis ambientais com objetivo de integrar as ações do programa global de gestão ambiental e para os programas de controle. O Programa de Monitoramento Ambiental consistiu-se de 6 (seis) projetos específicos:

1. Monitoramento das condições física e química das águas superficiais;

2. Monitoramento das condições do aquífero basáltico (águas subterrâneas);
3. Monitoramento da fauna aquática (ictiofauna);
4. Monitoramento e controle da estabilidade dos taludes marginais;
5. Monitoramento do aporte de sedimento na área do reservatório;
6. Acompanhamento e controle de macrófitas aquáticas.

Os objetivos primários do Programa são os seguintes:

1. Monitorar as alterações da qualidade da água e do reservatório (parâmetros físico-químicos);
2. Monitorar o desenvolvimento das macrófitas aquáticas;
3. Monitorar as espécies da fauna aquática;
4. Monitorar o aporte de sedimentos a área do reservatório e a eficácia da implementação das medidas conservacionistas na bacia;
5. Monitorar a proliferação de invertebrados aquáticos;
6. Subsidiar o Programa de Gestão Ambiental e os programas de controle.

O desenvolvimento deste trabalho se destaca no objetivo primário de alteração da qualidade da água e o programa de comunicação social. Os outros programas não fazem parte deste trabalho, pois a sua execução não teve a participação do autor e foi executado por empresas terceirizadas e também fizeram parte da condicionante para obtenção da Licença Ambiental de Operação – LAO.

4.1 PROGRAMA DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O Rio Das Flores, afluente do rio Peperi-Guaçu é considerado neste estudo como uma sub-bacia do mesmo, pelo qual se procurou estudar de forma integrada.

O aproveitamento em questão, com finalidade exclusiva de geração de energia, localiza-se aproximadamente entre as coordenadas Latitude Sul 26° 45' 45" e Longitude Oeste 53° 39' 56", no município de Bandeirante. O rio Das Flores tem suas nascentes no estado do Paraná e percorre a região do Extremo Oeste do Estado de Santa Catarina, banhando os municípios de Dionísio Cerqueira, Guarujá do Sul, São José do Cedro, Guaraciaba, Paraíso, Bandeirante, com sua foz no rio Peperi-Guaçu, no município de Belmonte. A PCH Prata está situada no trecho do rio

Das Flores que percorre o município de Bandeirante conforme Figura 2, o qual adotou como base deste estudo.

Figura 2: Localização do Rio das Flores e PCH Prata.



Fonte: Google Earth, 2021.

O Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas compreende a coleta sistemática de amostras no campo, e a determinação de variáveis físicas, químicas e biológicas em águas superficiais, conforme os padrões estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 para rios de classe II.

Segundo capítulo II – Da Classificação dos Corpos de Água, e seção I das águas doces, da Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 2005, (CONAMA, 2005):

Art. 4º As águas doces são classificadas em: I - classe especial: águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. II - classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. III - classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao

abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca. IV - classe 3: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais. V - classe 4: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística (CONAMA, 2005).

Segundo capítulo III – Das Condições e Padrões de Qualidade das Águas, e seção II das águas doces, da Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 2005, (CONAMA, 2005):

Art. 14°. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água: a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido. b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes; c) óleos e graxas: virtualmente ausentes; d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes; e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes; f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂; i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT); l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e m) pH: 6,0 a 9,0 (CONAMA, 2005).

Art. 15°. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte: I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais; II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro

coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; IV - turbidez: até 100 UNT; V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂; VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂; VII - clorofila a: até 30 µg/L; VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e, IX - fósforo total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico (CONAMA, 2005).

A rede básica de pontos de amostragem foi definida em função das dimensões do reservatório e das condições do entorno (aporte de poluentes).

As coletas e análises foram realizadas segundo metodologia do “Standard Methods for Examinations of Water and Wastewater”. (ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2009).

Na prática, torna-se inexequível a análise sistemática de todos os contaminantes possíveis nas águas superficiais, por este motivo foram selecionados, inicialmente, 23 parâmetros de qualidade, na Tabela 1 os parâmetros físico-químico e na Tabela 2 os parâmetros biológicos, que foram monitorados sistematicamente na área do futuro reservatório.

Tabela 1: Parâmetros físico-químico.

Parâmetros físico-químicos:	Método de Referência
PH	Potenciométrico
Temperatura da água	Direto
Turbidez	Turbidimétrico
Cor	Colorimétrico
Condutividade	Potenciométrico
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Incubação a 20 °C
Demanda química de oxigênio (DQO)	Refluxo aberto com dicromato
Oxigênio dissolvido (OD)	Winker Modificado
Surfactantes	Calorimétrico
Cloratos	Argentométrico
Fosfatos	Calorimétrico
Sulfatos	Calorimétrico
Nitrato	Espectrofotométrico c/ ácido fenoldissulfúrico
Sólidos totais	Gravimétrico

Sólidos suspensos	Gravimétrico
Alumínio	Absorção Atômica
Cobre	Absorção Atômica
Ferro total	Absorção Atômica
Manganês	Absorção Atômica
Potássio	Absorção Atômica
Zinco	Absorção Atômica

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2009.

Tabela 2: Parâmetros biológicos.

Parâmetros Biológicos:	Método de Referência
Coliformes totais	
Coliformes fecais	

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2009.

Basicamente, em função das etapas de implantação da obra e de acordo com a intensidade e velocidade das modificações previstas no meio aquático, o Projeto de Qualidade da Água abrange três (03) fases. Cada fase foi feita a análise dos resultados.

1ª FASE: A coleta e análise da água em um ponto pré-determinado. Esta coleta deverá ser realizada antes do início das obras.

2ª FASE: A coleta e análise da água em um ponto pré-determinado. Esta coleta deverá ser realizada durante as obras.

3ª FASE: A coleta e análise da água em um ponto pré-determinado. Esta coleta deverá ser realizada durante a estabilização do reservatório.

Este projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais consolidará o diagnóstico das águas na área de influência do futuro reservatório e o conhecimento dos fatores que condicionam a qualidade das águas.

Além disso, acompanhará a evolução das alterações ao longo de todas as fases do empreendimento aprimorando ainda mais os instrumentos de análise. Permitindo também a elaboração de estudos, prognósticos e intervenções necessárias a mitigação dos impactos indesejáveis durante as fases de construção, enchimento e estabilização do reservatório.

Foram realizados, nos dias 30 de setembro de 2011, 22 de abril de 2012 e 26 de outubro de 2012 as coletas de amostras de água ao longo do Rio das Flores, nos trechos pré-determinados próximo à construção da PCH.

Figura 3: Momento da coleta diretamente com o frasco, antes do início das obras.



Fonte: Acervo do Autor, 2011.

As amostras de água foram coletadas nos locais pré-determinados mediante a coleta direta, utilizando-se de frascos sobre o corpo hídrico e de luvas para não interferir nos resultados.

Os frascos utilizados na coleta das amostras de água, que foram posteriormente destinados às análises físico-químicas, foram previamente preparados na sede da HIDROCLÍNICA assim como foi repassado pelo laboratório às instruções necessárias para coleta, como posicionamento do pote na hora da coleta, uso de luvas e profundidade da coleta.

Figura 4: Tomada dos dados de Temperatura e Oxigênio Dissolvido no ponto de coleta de água, por meio do oxímetro.



Fonte: Acervo do Autor, 2011.

Figura 5: Momento da coleta na construção.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 6: Tomada de dados com o oxímetro.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 7: Momento da coleta com reservatório cheio.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 8: Tomada de dados por meio do Oxímetro.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

4.2 PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

Durante o planejamento, a construção e a operação de um empreendimento desta natureza, a falta de informações pode gerar um sentimento de insegurança, e de especulação sobre a condição de vida da população residente próxima ao local das obras.

A principal finalidade do programa de Comunicação Social é o desenvolvimento de campanhas de esclarecimento, sobre a implantação do empreendimento, e o estabelecimento de um canal de comunicação entre o empreendedor e à comunidade.

O programa de Comunicação Social será estruturado em três etapas básicas. Estas etapas não representam necessariamente a ordem em que ocorrem, e de forma geral elas ocorrem concomitantemente. Portanto, a interação entre o empreendimento e os atores envolvidos, direta ou indiretamente, deverá ocorrer a partir de um processo previamente planejado e dinâmico.

A primeira etapa prevista é a *identificação das demandas*, que consiste na aplicação de alguns procedimentos que objetivam identificar todos os atores envolvidos no processo, entre esses, as comunidades atingidas, as autoridades locais, as empresas públicas e privadas, os representantes das entidades e associações e as lideranças locais.

Durante esta etapa são verificadas as expectativas, os anseios e desejos da população, e dos diversos segmentos locais, com relação à implantação do empreendimento.

A segunda etapa é a *divulgação das informações*, que é o momento em que são transmitidas, aos atores envolvidos, as informações relativas à implementação do empreendimento.

Das informações que serão transmitidas, as de natureza técnicas, deverão ser apresentadas de forma didática e objetiva, visando à compreensão e o esclarecimento por parte dos atores locais. Possibilitando dessa forma, uma participação efetiva e consciente da comunidade, no processo de implantação do empreendimento.

A terceira, e última etapa, são a *negociação e articulação interinstitucional*, que são os procedimentos que visam promover e manter o bom andamento, no que se refere às relações sociais, durante a implantação do empreendimento.

No presente programa, o termo “negociação”, representa um processo constante e ininterrupto, de busca de soluções entre as partes envolvidas, para todos os problemas advindos da implantação do empreendimento na região.

A articulação interinstitucional tem por objetivo viabilizar parcerias com órgãos públicos, entidades não governamentais e de pesquisa de caráter privado ou governamental. E devem atuar na região, possibilitando assim, a efetividade na implementação das ações sócioambientais do empreendimento.

Estabelecer a parceria e a confiança da população local torna-se requisito básico para a efetiva implementação dos Programas Ambientais propostos no Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA). Para tanto, a divulgação das informações deverá ocorrer de forma clara e objetiva, não se omitindo nenhum aspecto de interesse da comunidade.

Figura 9: Reunião sobre Educação Ambiental com os Trabalhadores da Obra.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 10: Reunião com Secretário de Educação do Município de Bandeirante.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 11: Reunião com Secretário de Saúde do Município de Bandeirante.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 12: Palestra na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 13: Distribuição de mudas nativas que compõe a APP (Área de Preservação Permanente) na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

Figura 14: Distribuição de mudas nativas que compõe a APP (Área de Preservação Permanente) na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun.



Fonte: Acervo do Autor, 2012.

5 RESULTADOS

As amostras foram analisadas segundo os 23 parâmetros que constam do Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA). Com base nos resultados do Laboratório HIDROCLÍNICA LTDA. foi elaborado um relatório comparativo entre as análises conforme Tabela 3. As coletas e análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater”. (ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2009).

Tabela 3: Resultado das Análises da Coleta de Água.

Parâmetro	30/09/2011	22/04/2012	26/10/2012	CONAMA 357/05 - Classe II
Temperatura (°C)	15,95	20,2	23,1	–
Cor Aparente (uH)	29,9	484	10,1	–
Turbidez (UNT)	52,9	602,96	3,3	100
Condutividade (µS/cm)	59,63	62,73	86,72	–
Colifomes totais (NMP/100ml)	528	30000	293	–
Coliformes fecais (NMP/100ml)	0	18900	50	1.000
DQO (mg/l)	112	79,41	7,04	–
DBO 5 (mg/l)	30	32,1	2,49	<5,0
OD oxigênio dissolvido (mg/l)	8,31	8,02	7,52	>5,0
Ferro total (mg/l)	2,02	5,22	0,155	0,3
Cloreto (mg/l)	0,69	3,94	5,73	250
Nitrogênio Total (mg/l)	–	–	8,36	< 2,0*
Nitrato N-NO ³ (mg/l)	8,5	7,88	6,19	10
Fósforo Total (mg/l)	–	–	0,028	< 0,03**
Fosfatos (mg/l)	0,02	0,09	0,085	–
Sulfato (mg/l)	22,1	5,2	< 0,50	250
Surfactantes (mg/l)	0,074	0,994	0,14	–
Alumínio (mg/l)	0,031	0,054	0,03	0,1
Zinco (mg/l)	0,012	0,19	< 0,0050	0,18
Cobre (mg/l)	< 0,0001	<0,0770	< 0,0050	0,009
Potássio (mg/l)	1,4	3,7	1,4	–
Manganês (mg/l)	0,61	0,19	< 0,050	0,1
Sólidos totais (mg/l)	79	675	91	–
Sólidos suspensos totais (mg/l)	21	546	< 1,0	–
pH	7,41	6,98	7,7	6,0 a 9,0
Desvio Temperatura (°C)	0	0	2,02	–

Fonte: Hidroclínica, 2011.

Na primeira campanha, os parâmetros que apresentaram valores acima do recomendado para a classe II foram DBO₅, ferro total e manganês. Parâmetros estes que continuaram acima do indicado na segunda campanha.

Os valores de DBO₅ elevados são provocados pelo excesso de matéria orgânica no corpo de água, cujas fontes podem ser de áreas agrícolas, pecuária, efluentes domésticos e industriais. Pela ausência de coliformes fecais e pelo local estudado, sabe-se que não se trata de efluentes domésticos nem industriais, portanto as fontes desta DBO₅ elevada devem ser a agricultura e a pecuária local. (ESTEVEES, 1998).

Pelo fato de a DBO₅ somente medir a quantidade de oxigênio consumido num teste padronizado, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana. Os maiores aumentos em termos de DBO₅, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2009).

Para os valores medidos de ferro total (mg/l) surgem principalmente devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Foi o que ocorreu nos dias anteriores e durante a segunda visita técnica, quando as fortes chuvas e o tempo instável contribuíram para os índices de ferro, que variaram de 2,02 até 5,22 mg/l, praticamente dobrando os resultados obtidos na primeira campanha.

Já o manganês, conforme descrição deste parâmetro feita acima e conhecendo a área de estudo, sabe-se que não existem indústrias nem fábricas, portanto as concentrações elevadas deste metal provavelmente se devem ao uso de fertilizantes na agricultura local.

Nas duas primeiras campanhas, os parâmetros nitrogênio total e fósforo total não foram medidos e, portanto não podem ser comparados.

Nota-se que, da primeira para a segunda campanha, o valor de sólidos suspensos totais teve um grande aumento, contribuindo também para valores elevados de turbidez na segunda campanha.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. A erosão pode decorrer do mau uso do solo em que se impede a fixação da vegetação. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro. (ANA, 2012).

Na segunda campanha, as chuvas ocorridas na região foram evidenciadas pela alta turbidez. A PCH Prata apresentou um elevado índice de turbidez, provavelmente decorrente do período em que a coleta foi realizada e das condições climáticas se apresentaram bastante instáveis, durante e no período que antecedeu a coleta. As fortes chuvas resultaram em uma intensa movimentação das águas, que por sua vez apresentaram uma quantidade grande de detritos, possivelmente carregados pelas águas. Ressalta-se que os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas.

Além disso, as fortes chuvas da segunda campanha também foram indicadas pela elevação nos valores de cor aparente, que foram muito superiores em relação à primeira e à terceira coleta, devido às fortes chuvas que aconteceram no período da campanha. Segundo a CETESB 2009, há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo.

Ainda considerando a segunda coleta, houve um grande aumento no índice de Coliformes Totais e Coliformes Fecais. Tal fato se deve provavelmente à presença de animais domésticos nas propriedades do entorno do corpo hídrico. Na área do entorno da PCH Prata encontram-se duas pequenas propriedades rurais com a criação de alguns animais (galinha, gado leiteiro, entre outros) que possuem acesso ao corpo hídrico estudado, existe a presença de uma criação de gado bem

próxima à construção da obra. A implantação da cerca delimitando a área de APP e do entorno do reservatório ajudou para que os animais não chegassem ao rio, no entorno do reservatório. Há também a possibilidade de que parte desta contaminação seja oriunda dos dejetos emitidos pelas ocupações residenciais da comunidade. Este parâmetro foi normalizado na terceira campanha, evidenciando o sucesso da implantação dos programas.

Finalizando a análise os valores medidos de cobre, ficaram acima do que indica a resolução CONAMA 357/05, porém se enquadra com a Portaria 518 do Ministério da Saúde, ficando assim em condições boas para o consumo de animais, e bem abaixo de produzir intoxicação em peixes.

Os critérios de proteção à vida aquática fixam o PH entre seis e nove. Na PCH e em todas as campanhas realizadas, os valores das análises de PH resultaram dentro dos limites exigidos. Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o PH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

No meio aquático, as diversas formas de nitrogênio podem ser de origem natural (proteínas, clorofila e outros compostos biológicos) e/ou de origem das atividades humanas e animais (despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes). Nos esgotos domésticos frescos, predominam o nitrogênio em forma de amônia e o orgânico (WETZEL & LIKENS, 2000).

A importância do conhecimento da presença e quantificação do nitrogênio nas suas diversas formas na água refere-se ao consumo de oxigênio dissolvido necessário durante o processo de nitrificação, isto é, a conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e este a nitrato e, principalmente, a proliferação de algas que tem no nitrogênio um elemento vital para seu crescimento (WETZEL & LIKENS, 2000).

Nota-se que na última campanha apenas o nitrogênio total (mg/l) esteve fora dos parâmetros exigidos para a classe II. A proliferação excessiva de algas se deve ao aumento excessivo de nutrientes na água. Os dois nutrientes normalmente limitantes da produção primária na água são o nitrogênio e o fósforo, os quais atingem os corpos de água por meios difusos e pontuais, sendo as principais fontes os fertilizantes aplicados na agricultura, excremento de animais e o esgoto doméstico.

As atividades relativas ao programa de Comunicação Social tem como pressuposto básico informar a comunidade atingida e manter a comunicação que é

absolutamente fundamental para o esclarecimento e sensibilização da população quanto á importância do empreendimento e das alterações que acarretará em seus padrões de vida. Este programa visa estabelecer um relacionamento amigável entre o empreendedor e as comunidades afetadas, auxiliar a população no processo de adaptação as novas condições geradas pela implantação do empreendimento manter a população informada.

No mês de setembro de 2011 foi realizada pela equipe do Meio Ambiente da empresa que realizou o trabalho uma palestra com os operários da obra, com a finalidade de ressaltar a importância sobre;

- Meio Ambiente;
- Definir diretrizes a serem seguidas pela empreiteira em relação à prevenção da degradação ambiental durante a execução da obra;
- Orientar os trabalhadores divulgando e estabelecendo regras para a boa convivência com as comunidades e propriedades rurais;
- Sobre a separação do lixo na obra;
- Limpeza das áreas da obra;
- Alguns tópicos relacionados a doenças sexualmente transmissíveis – DST;
- Sobre a segurança do trabalho e qualquer acidente que possa ocorrer e suas devidas providencias imediatas a serem tomadas.

Também foi realizada uma visita ao secretário da saúde e ao posto de saúde do município de bandeirante para caso necessário seja feito pronto atendimento no posto de saúde do município para qualquer tipo de acidente relacionado à obra, foi questionado ao secretário de saúde sobre alguns tipos de soro antiofídico para qualquer eventual picada por cobra ou aranha na região e a secretaria de saúde informou que não tem nenhum tipo de soro para tratamento imediato. Foi comunicado ao secretário de saúde sobre a palestra que foi realizada com os funcionários da obra sobre possível acidente que possa ocorrer, sobre kit de primeiros socorros que está disponível e sobre doenças sexualmente transmissíveis – DST.

Nesta mesma visita também foi feita uma reunião com o Secretário de Educação do município de Bandeirante, onde foi definida a data para realização de uma palestra sobre a PCH Prata, suas vantagens na implantação do empreendimento para o município e abordar os impactos ambientais que vão ocorrer com a implantação do empreendimento.

Já na palestra realizada na Escola Estadual de Bandeirante Hélio Wasun, foi realizada pela equipe de Meio Ambiente onde foi abordadas questões sobre o empreendimento como:

- Sobre energia elétrica;
- Tipos de energia;
- Duração da obra;
- Enchimento do reservatório;
- Impactos Ambientais relacionados à obra;
- Atuação do empreendedor nos programas ambientais;
- Vantagens para o município sobre a implantação do empreendimento;
- Comunicação de todas as informações de interesse geral.

Ao final da palestra foi realizada distribuição de mudas de árvores de espécie nativas da região para os alunos e professores da escola.

6 CONCLUSÕES

Os valores mensurados na primeira campanha de caracterização da qualidade da água na área de influência da PCH Prata mostram que as águas analisadas não estão contaminadas de forma pronunciada. As poucas alterações observadas foram os valores relativamente altos de coliformes fecais, turbidez e de Ferro total, principalmente na segunda campanha devido as fortes chuvas que ocorrem antes e durante o período da coleta, os valores mensurados estiveram acima dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para as águas de classe 2.

Os parâmetros analisados demonstram estar de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, apresentando resultados compatíveis com a classe 2. A comparação dos resultados mostrou que não tivemos grandes alterações na qualidade da água do rio, sendo a segunda campanha foi a que apresentou resultados mais discrepantes, devido as fortes chuvas que ocorreram antes e durante o período da coleta de água. O que permite concluir que a ausência de mata ciliar, erosão e falta de saneamento básico são os principais fatores que interferem na qualidade da água do rio das Flores.

Os impactos supracitados mostram-se temporários e, mediante a adoção das medidas de mitigação e de programa de acompanhamento das características físicas e químicas da água e da biota que possibilite, quando necessário, a tomada de providências em situações críticas, exigindo magnitude e importância intermediárias.

Já o programa de Comunicação Social mostrou a importância de estabelecer critérios de conduta aos trabalhadores e promover atividades educacionais como palestras mantendo um bom relacionamento entre as partes envolvidas.

Este programa foi de grande importância para o repasse de informações à população residente no município de Bandeirante sobre a PCH Prata, suas etapas de construção, as principais mudanças socioeconômicas decorrentes, bem como sobre os programas ambientais a serem implantados.

O empreendedor pode esclarecer a população das áreas atingidas e do entorno em geral sobre todas as fases do empreendimento, a palestra realizada na Escola Estadual foi de suma importância para manter a comunidade informada sobre as questões ambientais envolvidas na construção da PCH e pode desenvolver um

trabalho preventivo, evitando que fossem criadas falsas expectativas pela comunidade, permitiu também que as pessoas interessadas tivessem acesso às informações sobre os programas ambientais.

Com a implantação deste projeto permitiu o estreitamento das relações entre os participantes envolvidos, especialmente entre a comunidade e o empreendedor. Contribuiu para uma ampliação da conscientização ambiental e a divulgação dos conhecimentos ambientais.

7 REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução nº 394, de dezembro de 1998**. Estabelece os critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de pequenas centrais hidrelétricas.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução nº 407, de outubro de 2000**. Define a sistemática de fixação da “potência instalada” para todos os fins de regulação, fiscalização e outorga dos serviços de geração de energia elétrica.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Guia do Empreendedor de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Brasília: 2003.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. Ed. Brasília: 2003, 21p, 53p.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. Ed. Brasília: 2008.

BRASIL. **Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL ESCOLA. **Combustíveis Fósseis**. Disponível em: <http://brasilescola.uol.com.br/geografia/combustiveis-fosseis.htm>. Acessado em 25 de Nov de 2020.

BRASIL ESCOLA. **Matriz Energética**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-matriz-energetica.htm>. Acessado em 11 de Mai de 2021.

BAUMGARTEN, M.G.Z. & POZZA, S.A. **Qualidade de Águas: Descrição de Parâmetros Químicos Referidos na Legislação Ambiental**. Rio Grande, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Editora da FURG, 2001.

CBDB. Comitê Brasileiro de Barragens. **A História das Barragens no Brasil, séculos XIX, XX e XXI: Cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens**. Rio de Janeiro, CBDB, 2011, 13p, 18p, 347p.

CAMACHO, L.; CARVALHO, L.G.; BRITTO, P.P.; SANTOS, R.T.P.; DONATO, A.G.A. **Efeitos da natureza e concentração de ácidos homogêneos na esterificação de ácidos graxos**. 3º Congresso Brasileiro de Petróleo e Gás. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

CETESB, **Companhia de Tecnologia de Saneamento de São Paulo**. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/publicacoes-relatorios/>. Acessado em 18 mar 2021.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento de São Paulo. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. São Paulo 2011.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357 – 18 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 01, de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicas e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 237, de dezembro de 1997**. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Nº 357 – 18 de março de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2005.

COSTA, C.R. & OLIVI, P. & BOTTA, C.M.R. & ESPINDOLA, E.L.G. **A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação**. Quim. Nova, 31, 1820-1830, 2008.

DE ABREU, Y. V. **A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Questões e Perspectivas**. Dissertação de Mestrado, USP. São Paulo 1999.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Energia Renovável**. Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro, 2016, 38p, 77p.

ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS. **RAS Relatório Ambiental Simplificado**. SC, 2008, 83p, 131p.

ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS. **RDPA Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais**. SC, 2009, 56p, 80p.

ESTEVEES, F de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1998. 602p.

GOVERNO DO BRASIL. **Fontes de Energia Renováveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2020/01/fontes-de-energia-renovaveis-representam-83-da-matriz-eletrica-brasileira>. Acessado em 22 de Dez de 2020.

GUERRA, José Baltazar S. O. de Andrade. **O Legado do Projeto Jelare e as Energias Renováveis**. Palhoça, SC, UNISUL, 2012.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. **Instrução Normativa nº 44 de agosto de 2007**. Define a documentação necessária ao licenciamento e

estabelecer critérios para apresentação dos planos, programas e projetos ambientais para implantação de atividades de produção de energia hidrelétrica.

IMA, Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Instrução Normativa nº 44**. Disponível em: <http://www.ima.sc.gov.br/index.php/licenciamento/instrucoes-normativas>. Acessado em 10 de Abr de 2021.

INFO ESCOLA. **Energia Hidráulica**. Disponível em: <http://www.infoescola.com/fisica/energia-hidraulica/>. Acessado em 20 de Dez de 2020.

JASPER, Mônica. **Fontes de biomassa e potenciais de uso**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

MACEDO, R. K. **A Importância da Avaliação Ambiental**. Análise Ambiental: Uma visão Multidisciplinar. 2ª ed. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995, 206p.

MOURA, Ailson P. de. **Engenharia de Sistemas de Potência: geração hidroelétrica**. Fortaleza, 2019.

NETO, Mário Tavares de O. Cavalcanti. **Petróleo e Gás**. Natal, RN. IFRN, 2016.

PINTO, Rodrigo Jambeiro. **Energia Eólica no Brasil: Evolução, Desafios e Perspectivas**. São Paulo, 2019.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Fontes Alternativas de Energia**. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/fontes-alternativas-de-energia>. Acessado em 24 de Nov de 2020.

REIS, Lineu Belico dos. **Geração de Energia Elétrica**. 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2011, 3p, 38p, 44p, 157p.

REIS, Humberto L. S. **Gás Natural**. Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, 2018.

REZENDE, Jaqueline Oliveira. **A Importância da Energia Solar para o Desenvolvimento Sustentável**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2019.

SALINO, P. J. **Energia Eólica no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011.

SDE, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/boletim-qualiagua/2021/1607-boletim-qualiagua-1-2021/file>. Acessado em 15 mar 2021.

SIRHESC, Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=49&Itemid=1174&jsmallfib=1&dir=JSROOT/Estudos+e+Documentos. Acessado em 15 mar 2021.

SILVA, Rutelly Marques da. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos ao desafios**. 2015.

TRENNEPOHL, C. **Licenciamento Ambiental**. Niterói, RJ: Impetus, 2007, 288p.

U.S Energy Information Administration. **Carbon Dioxide Emissions Coefficients**. Disponível em: https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php. Acessado em 27 de dez de 2020.

VARIOS AUTORES, **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2ª ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2005, 59p, 60p, 63p.

WETZEL, R. G. e LINKENS, G. E. **Limnological Analyses**. Springer, 2000.