

**FACULDADE GUARAPUAVA  
ENGENHARIA CIVIL**

**HELLUANY MEHL**

**ESTUDO DOS IMPACTOS CAUSADOS PELA IMPLANTAÇÃO DA PEQUENA  
CENTRAL HIDRELÉTRICA DOIS SALTOS**

**GUARAPUAVA  
2016**

**FACULDADE GUARAPUAVA  
ENGENHARIA CIVIL**

**HELLUANY MEHL**

**ESTUDO DOS IMPACTOS CAUSADOS PELA IMPLANTAÇÃO DA PEQUENA  
CENTRAL HIDRELÉTRICA DOIS SALTOS**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia Civil, da Faculdade  
Guarapuava.**

**Orientador: Professor Adelar José de Oliveira.**

**GUARAPUAVA  
2016**

Dedico este trabalho aos meus pais Maria  
Madalena Preslak Mehl e Helly Antônio  
Mehl, que tanto apoiaram e incentivaram  
o meu crescimento profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meus pais, Helly Antonio Mehl e Maria Madalena Preslak Mehl, que estiveram sempre presentes, apoiando-me e acreditando em mim desde o começo. Também por me darem amor e as melhores condições sempre. Pais, amo vocês.

Aos meus irmãos, Henry e Hiany, pela companhia e, em especial, à Hiany, porque todas as vezes que veio a Prudentópolis, neste ano, perguntava como estava o desenvolvimento do meu TCC, demonstrando, assim, interesse pelo meu trabalho de conclusão de curso.

À minha “baba” Sofia, que sempre cuidou de mim.

Ao meu namorado Bruno Eurich, que compartilhou esse momento comigo e sempre foi compreensivo com as minhas ausências.

À minha tia Joana por toda ajuda durante o desenvolvimento e correção do TCC.

Um agradecimento especial ao meu professor Adelar, que aceitou o convite de última hora para ser o meu orientador e por toda contribuição com o meu trabalho.

À professora Liliane que me ajudou no início do trabalho.

Ao engenheiro Humberto que me ajudou com os primeiros materiais para a minha pesquisa.

À toda minha família, que sempre me ajudou e incentivou.

Enfim, a todos que, diretamente ou indiretamente, me ajudaram, meu muito obrigada!

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

**José de Alencar**

## RESUMO

No Brasil a produção de eletricidade é, em maioria, proveniente da hidroeletricidade, com cerca de 65% da potência instalada, sendo a maioria gerada pelas Usinas Hidrelétricas de Energia (UHEs), porém esse fato conflita com a busca mundial por novas fontes que minimizem os impactos ambientais e sejam sustentáveis. Assim é que as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) aparecem com um cenário favorável para se desenvolver, já que são empreendimentos que têm rápido retorno energético, são construções de pequeno porte e de baixo impacto ambiental quando comparado com as Usinas Hidrelétricas de Energia. Observando assim a importância desse tipo de empreendimento no Brasil, o trabalho apresentado abaixo é um estudo de caso sobre a implantação da PCH Dois Saltos no município de Prudentópolis. Inicialmente, é apresentada uma contextualização sobre PCHs, em seguida são descritas as duas PCHs já existentes no mesmo curso do rio em que será implantada a PCH Dois Saltos. Após isso, será caracterizado o novo empreendimento, focando no detalhamento das estruturas e equipamentos de geração e apresentando os impactos ambientais com alto grau de significância que ocorrerão. Por último, será demonstrado de que forma a implantação do novo empreendimento irá afetar as outras duas PCHs existentes.

**Palavras-chaves:** Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). Implantação. Impactos ambientais.

## **ABSTRACT**

The production of electricity in Brazil, is mostly from hydropower, with approximately 65% of installed power, the majority being generated by hydroelectric power plants, but this fact conflicts with the worldwide search for new sources that minimize the environmental impacts and are sustainable. So it is that small hydroelectric plants (SHPs) appear with a favorable scenario to develop, since they are enterprises that have a rapid return of energy, are constructs of small size and low environmental impact when compared with the hydroelectric power plant. Nothing the importance of this type of project in Brazil, the work presented below is a case study on the deployment SHP Dois Saltos in the town of Prudentópolis. Initially, it presented a contextualization of SHPs, then are described both SHP that already exist in the same course of the river in which will be deployed to SHP Dois Saltos. After that, it is described the new venture, focusing on the description of the structures and equipment from generation, and is presented the environmental impacts with a high degree of significance that will occur. Finally, it is shown how the deployment of new venture will affect the other two SHPs in the stretch with reduced flow of this.

**Keywords:** Small Hydroelectric Plants (SHP). Implantation. Environmental impacts.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 01</b> - Geração Hidrelétrica Mundial - 10 maiores .....	16
<b>FIGURA 02</b> - Oferta interna de energia elétrica por fonte .....	17
<b>FIGURA 03</b> - Fluxograma de implantação de uma PCH. ....	28
<b>FIGURA 04</b> - Fluxograma de atividades para estudos e projeto básico de PCH. ....	29
<b>FIGURA 05</b> - PCH Rio dos Patos.....	34
<b>FIGURA 06</b> - PCH Salto Rio Branco .....	35
<b>FIGURA 07</b> - Casa de força e Salto Barão do Rio Branco. ....	35
<b>FIGURA 08</b> - Localização da PCH Dois Saltos .....	37
<b>FIGURA 09</b> - Localização do empreendimento em relação à Bacia do Rio Ivaí .....	38
<b>FIGURA 10</b> - Arranjo do canal de derivação .....	42
<b>FIGURA 11</b> - Arranjo do empreendimento. ....	44
<b>FIGURA 12</b> - Curvas de Permanência.. ....	55
<b>FIGURA 13</b> - Curvas de Permanência. ....	56
<b>FIGURA 14</b> - Curvas de Permanência.. ....	57



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 01</b> - Empreendimentos em operação do Brasil .....	18
<b>TABELA 02</b> - Empreendimentos em construção do Brasil. ....	19
<b>TABELA 03</b> - Empreendimentos com construção não iniciada do Brasil .....	19
<b>TABELA 04</b> - Classificação das PCH quanto à potência e à queda de projeto .....	26
<b>TABELA 05</b> - Dados do projeto da PCH Dois Saltos.....	39
<b>TABELA 06</b> - Pontuação dos atributos segundo a gravidade.....	47
<b>TABELA 07</b> - Nível de significância .....	47
<b>TABELA 08</b> - Aproveitamento das usinas já instaladas antes e após a instalação do empreendimento Dois Saltos.....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABRAPCH** – Associação Brasileira de PCHs e CGHs
- ANA** – Agência Nacional de Águas
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- APP** – Área de Preservação Permanente
- BEN** – Balanço Energético Nacional
- BIG** – Banco de Informação de Geração
- BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CERPCH** – Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas.
- CGH** – Central Geradora Hidrelétrica
- CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONABIO** – Comissão Nacional da Biodiversidade
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPEL** – Companhia Paranaense de Energia
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- EOL** – Central Geradora Eólica
- EPE** – Empresa de Pesquisa Energética
- FIOCRUZ** – Fundação Oswaldo Cruz
- IAP** – Instituto Ambiental do Paraná
- NBR** – Norma Brasileira
- PCH** – Pequena Central Hidrelétrica
- PIE** – Produtor Independente de Energia
- PRAD** – Programa de Recuperação de Áreas Degradadas
- PROINFA** – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
- RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental
- SEMA** – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- SCG** – Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração
- UFV** – Central Geradora Solar Fotovoltaica
- UHE** – Usina Hidrelétrica de Energia
- UTE** – Usina Termelétrica
- UTN** – Usina Termonuclear

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>CONTEXTO E CONCEITOS SOBRE PCHs .....</b>	<b>16</b>
4.1	MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA.....	16
4.2	BREVE HISTÓRICO DAS PCHs .....	20
4.3	PCHs NO PARANÁ .....	22
4.4	DEFINIÇÃO DE PCH.....	23
4.5	CLASSIFICAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS PCHs .....	25
4.5.1	Capacidade de regularização .....	25
4.5.2	Sistema de adução .....	26
4.5.3	Potência instalada e queda de projeto.....	26
4.6	COMPONENTES BÁSICOS DE UMA PCH .....	27
4.6.1	Barragens .....	30
4.6.2	Vertedouro .....	30
4.6.3	Tomada D'água .....	30
4.6.4	Canal de adução.....	30
4.6.5	Câmara de carga.....	31
4.6.6	Chaminé de equilíbrio.....	31
4.6.7	Conduto forçado .....	32
4.6.8	Casa de força .....	32
4.6.9	Canal de fuga .....	32
<b>5</b>	<b>PCHs NO MUNICÍPIO DE PRUDENTÓPOLIS .....</b>	<b>33</b>
5.1	PCH RIO DOS PATOS.....	33
5.2	PCH SALTO RIO BRANCO .....	34
5.3	OUTRAS PCHs .....	36
<b>6</b>	<b>PCH DOIS SALTOS.....</b>	<b>37</b>

<b>7</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS, OBRAS E EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>46</b>
8.1	IMPACTOS POSITIVOS.....	47
8.2	IMPACTOS NEGATIVOS .....	49
<b>9</b>	<b>ALTERAÇÕES NAS PCHs EXISTENTES.....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>11</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de geração de energia elétrica no Brasil é evidenciado por um predomínio hidrelétrico em termos de capacidade instalada, pois possui características físicas, geográficas e uma hidrologia muito favorável para esse tipo de geração. Assim, como a matriz energética do Brasil é a hidráulica, as Pequenas Centrais Hidrelétricas aparecem com um cenário favorável para se desenvolver.

A demanda por energia elétrica está diretamente ligada com o desenvolvimento econômico do país, estando vinculada com as atividades do setor industrial, agrícola e comercial, por isso é necessária a garantia de níveis suficientes dessa energia para que a economia não seja abalada.

Slompo e Klostermann (2012, p.15) dizem que “para atender essa demanda são investidos milhões de reais na construção de novos empreendimentos de geração para garantir a continuidade do fornecimento de energia de maneira satisfatória.”

É propriamente para suprir essa demanda por energia, que a construção da Pequena Central Hidrelétrica Dois Saltos vem contribuir na oferta de energia elétrica. Assim, o presente trabalho descreverá as obras necessárias para a implantação dessa PCH que, diferentemente das PCHs implantadas com mais frequência, não necessitará da construção da barragem, pois fará a captação do reservatório da já existente PCH Rio dos Patos; abordará também os impactos ambientais de alto grau de significância que surgirão com a nova construção. Um dos impactos de maior destaque que é a criação do reservatório, não existirá, pois a nova PCH utilizará o já existente da PCH Rio dos Patos.

Nos mesmo rio onde será instalada a PCH em estudo, já existem duas PCHs em operação, a Rio dos Patos e a Salto Rio Branco, que estão no trecho de vazão reduzida da PCH Dois Saltos e, por isso, sofrerão alterações em seu funcionamento. Assim, serão apresentadas informações sobre as PCHs existentes, e posteriormente será feita uma análise das possíveis mudanças que ocorrerão nelas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever as estruturas e os equipamentos necessários para a implantação da PCH Dois Saltos no Rio dos Patos, e analisar as mudanças que a construção dessa trará para as PCHs que já se encontram em funcionamento no mesmo rio.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Levantar os detalhes construtivos e os equipamentos necessários para o funcionamento da PCH Dois Saltos;

b) Abordar os impactos ambientais positivos e negativos de alto grau de significância que a construção da PCH Dois Saltos trará ao município de Prudentópolis;

c) Coletar informações sobre PCHs que já estão em funcionamento: Salto Rio Branco e Rio dos Patos;

d) Indicar as possíveis mudanças que a construção no Rio dos Patos da PCH Dois Saltos acarretará nas PCHs já existentes (Rio dos Patos e Salto Rio Branco), localizadas no mesmo rio.

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa foi desenvolvida com o foco na implantação da PCH Dois Saltos, no município de Prudentópolis. Esse município apresenta seu relevo singular e por isso possui muitas quedas d'água, o que tornou a cidade conhecida como a “Cidade das Cachoeiras Gigantes”. Por possuir essa característica marcante e essencial para PCHs, é muito procurado para implantação desses empreendimentos.

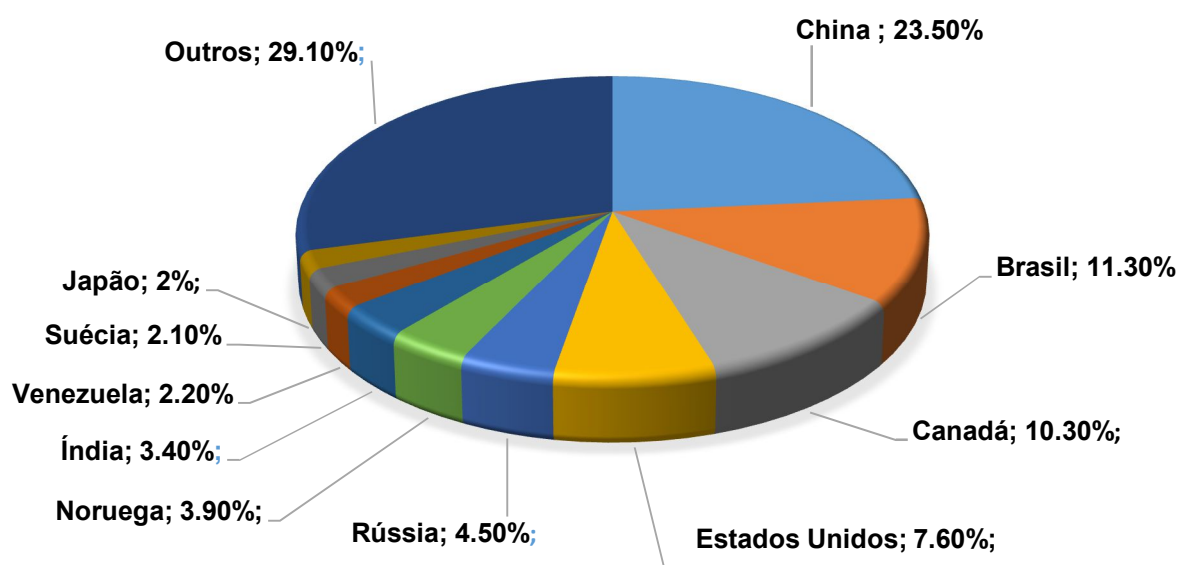
Para este estudo foi realizada uma coleta de informações através de artigos técnicos e científicos, livros, dissertações, teses, EIA - Estudos de Impactos Ambientais e RIMA – Relatório de Impacto Ambiental protocolados no IAP, informativos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), sites, leis referentes, para, assim, aprofundar os conhecimentos sobre o assunto pertinente ao tema principal do estudo. Foram utilizados também, para embasamento teórico, informações dos órgãos e empresas competentes do setor de geração de energia, focando principalmente na PCH Dois Saltos.

Esta pesquisa classificou-se como bibliográfica de acordo com os procedimentos de levantamento das informações. E como descritiva, do ponto de vista dos objetivos, pois o foco do estudo é a implantação da PCH Dois Saltos, a apresentação dos detalhes construtivos e os impactos ambientais. Quanto à abordagem é classificada em qualitativa, pois concentrou-se na interpretação de um fato, sendo este a implantação da PCH Dois Saltos e as alterações que podem ocorrer nas outras duas PCHs já existentes no mesmo município.

## 4 CONTEXTO E CONCEITOS SOBRE PCHs

### 4.1 MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA

De toda a eletricidade gerada no mundo a partir de usinas hidrelétricas, o Brasil é o segundo colocado com uma participação de 11,3%, ficando apenas atrás da China, segundo o Anuário Estatístico de Energia elétrica (2015). (Figura 01)



**FIGURA 01** - Geração Hidrelétrica Mundial - 10 maiores

Fonte: Adaptado da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2015). Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202015.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

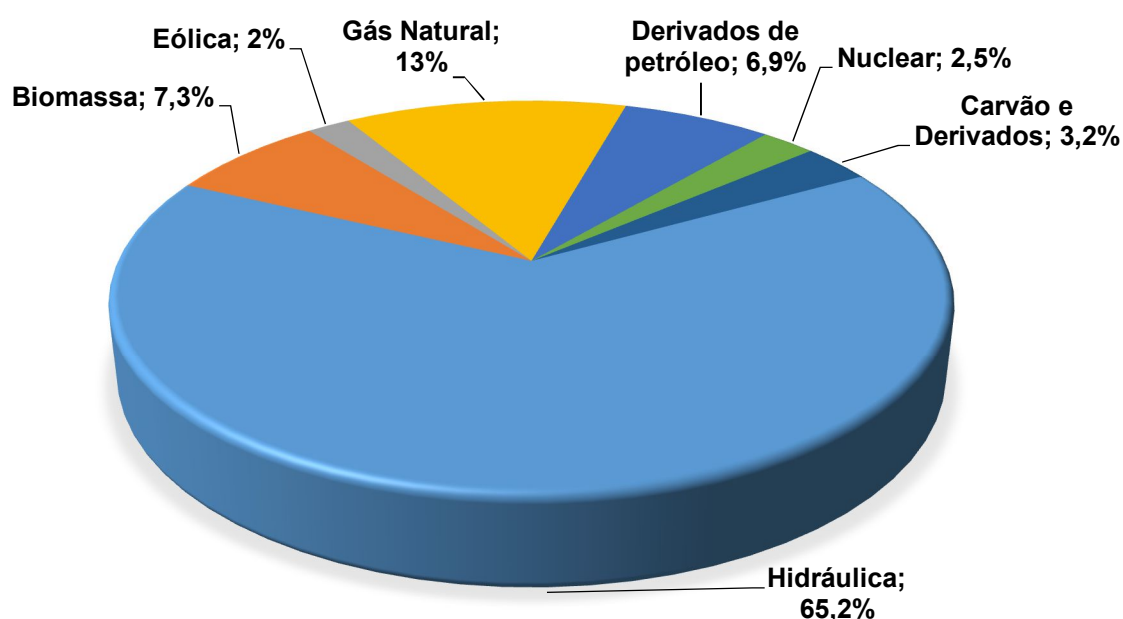
Makaron (2012, p.13) diz que “Na geração de energia elétrica, o Brasil tem uma representatividade da geração hidrelétrica na matriz elétrica consideravelmente maior que a média mundial.”

O Brasil, segundo informações do Balanço Energético Nacional (BEN, 2015), tem uma matriz elétrica predominante de fontes renováveis, sendo 74,6% da oferta interna de eletricidade vindo destas. Desse total, 65,2% vem da geração hidráulica. (Figura 02)



O aproveitamento do potencial hidráulico do Brasil é de ordem de 30%, segundo dados do Atlas de Energia Elétrica. (ANEEL, 2008)

A energia elétrica predominantemente hidráulica no Brasil deve-se ao fato da existência de grandes rios de planalto que são alimentados por chuvas tropicais, e, também, porque segundo Queiroz et al. (2013, p. 2778) “Com 13,8% da quantidade de água doce disponível no planeta, o Brasil é o país que possui a maior disponibilidade hídrica mundial. Com 182.170m<sup>3</sup>/s de produção hídrica em todo o território nacional, o que equivale a 5.744km<sup>3</sup> anuais.”



**FIGURA 02** - Oferta interna de energia elétrica por fonte

Fonte: Adaptado de BEN (2015). Disponível em:

<[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2015.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2016.

O Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2008, p.54) comenta:

Ser favorecido por recursos naturais que se transformam em fontes de produção de energia é estratégico para qualquer país. Entre outros fatores, porque reduz a dependência do suprimento externo e, em consequência, aumenta a segurança quanto ao abastecimento de um serviço vital ao desenvolvimento econômico e social. No caso dos potenciais hídricos, a esses argumentos favoráveis, somam-se outros dois: o baixo custo do suprimento na comparação com outras fontes (carvão, petróleo, urânio e gás natural, por exemplo) e o fato de a operação das usinas hidrelétricas não provocar a emissão de gases causadores do efeito estufa. A energia hidrelétrica é classificada como limpa no mercado internacional.

A fonte de energia hidráulica no Brasil provem de três classes distintas de empreendimentos: CGH (Central Geradora Elétrica), PCH (Pequena Central Hidrelétrica) e UHE (Usina Hidrelétrica de Energia).

No Brasil, segundo o Banco de Informações (BIG) (2016), da ANEEL, em abril de 2016, existiam em operação: 556 CGHs, com uma potência de 427 MW(megawatt); 457 PCHs com potência de 4,8 mil MW e 203 UHE com potência de 89,500 mil MW. (Tabela 01).

**TABELA 01** - Empreendimentos em operação do Brasil

<b>Empreendimentos em Operação</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>Potência Fiscalizada (kW)</b>	<b>%</b>
CGH	556	429.153	431.056	0,3
EOL	355	8.673.268	8.622.590	6,05
PCH	457	4.842.727	4.825.445	3,38
UFV	39	26.952	22.952	0,02
UHE	203	89.490.541	87.136.248	61,12
UTE	2.887	41.329.222	39.547.358	27,74
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,4
<b>Total</b>	<b>4.499</b>	<b>146.781.863</b>	<b>142.575.649</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado do BIG (2016). Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

Mesmo que a energia hidráulica seja considerada limpa, como dito anteriormente, as grandes usinas podem gerar grandes danos ambientais desde a sua construção até mesmo durante o seu funcionamento. O maior problema é a formação do reservatório, pois este acaba afetando consideravelmente tanto a flora quando a fauna. (INATOMI; UDAETA, 2000).

Com isso, uma fonte alternativa de energia que é muito incentivada pelo governo e, que demonstra ser uma opção mais viável quando comparada com as UHEs, são as PCHs, pois a construção delas causa um impacto menor e necessita de investimentos bem menos significativos. (NAHAS, 2010).

Segundo informações do BIG (2016), as PCHs já representam 3,4% do total de potência instalada no Brasil. Existem ainda 37 PCHs em construção (Tabela 02),

que vão gerar uma potência total de 511 MW e mais 124 PCHs com a construção não iniciada (Tabela 03) que trarão uma potência total de 1,8 mil MW. Quando comparada com os empreendimentos de CGHs e UHEs, as PCHs têm o maior índice de crescimento.

**TABELA 02** - Empreendimentos em construção do Brasil.

<b>Empreendimentos em Construção</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>%</b>
CGH	1	848	0
EOL	147	3.428.074	16,25
PCH	37	511.901	2,43
UHE	10	13.456.242	63,78
UTE	23	2.349.429	11,14
UTN	1	1.350.000	6,4
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>21.096.494</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado do BIG (2016). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 27 abr. 2016

**TABELA 03** - Empreendimentos com construção não iniciada do Brasil

<b>Empreendimento com Construção não iniciada</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência Outorgada (kW)</b>	<b>%</b>
CGH	41	30.279	0,17
CGU	1	50	0
EOL	244	5.823.650	32,77
PCH	124	1.776.076	9,99
UFV	66	1.856.777	10,45
UHE	6	629.000	3,54
UTE	137	7.655.920	43,08
<b>Total</b>	<b>619</b>	<b>17.771.752</b>	<b>100</b>

FONTE: Adaptado do BIG (2016). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

## 4.2 BREVE HISTÓRICO DAS PCHs

Segundo Carneiro (2010, p.5), a modalidade de Pequenas Centrais Hidrelétricas no Brasil iniciou suas atividades:

No final do século XIX, mais precisamente no ano de 1883. Nesse mesmo ano, o primeiro aproveitamento hidrelétrico, denominado “Ribeirão do Inferno”, de propriedade da mineração Santa Maria, no município de Diamantina, Minas Gerais, iniciou sua operação. Em seguida, foi implementada a Usina Bernardo Mascarenhas, 250 kW, no município de Juiz de Fora, no ano de 1889. Tinha como objetivo o atendimento da indústria têxtil daquela região de Minas Gerais, sendo considerada, por alguns, como a primeira empresa de energia elétrica para serviço público no Brasil.

Andrade (2006, p.20) aponta que “entre 1880 e 1900 o aparecimento de pequenas usinas geradoras deveu-se basicamente à necessidade de fornecimento de energia elétrica para serviços públicos de iluminação e para atividades econômicas como mineração, beneficiamento de produtos agrícolas [...]”

O desenvolvimento nacional é que fez com que o parque gerador fosse evoluindo com o passar dos anos porque, basicamente quando ocorre maior crescimento econômico, a demanda por energia tende a aumentar também, necessitando assim da ampliação da potência instalada.

Diz Andrade (2006, p. 21), que “a partir da década de 20, fez-se necessária a ampliação do parque gerador no intuito de atender aos constantes aumentos de consumo de energia elétrica demandados pelo desenvolvimento do setor industrial.”

Durante a revolução de 1930, houve uma nova forma de controlar os recursos hídricos, pois estes passaram a ser vistos como de proveito nacional, dando assim ao estado, o direito de interceder diretamente no setor de recursos hídricos, assumindo o poder concedente dos direitos de uso de qualquer curso ou queda de água com a edição do Código das Águas de 1934. (ANDRADE,2006)

Souza e Barbosa (2009, p.4) dizem que as PCHs “tiveram seu auge até aproximadamente a década de 40, quando iniciaram as primeiras grandes obras do setor elétrico brasileiro, até chegar ao sistema nacional interligado nos anos 80, deixando as PCHs de terem a atratividade que tinham até então.”

A partir de 1960, com a construção das grandes hidrelétricas, as PCHs entraram em um período de declínio. No início da década de 1980, praticamente todas as PCHs estavam desativadas. (CANDIANI et al, 2013)

Com a diminuição do atrativo, o governo brasileiro decidiu lançar uma série de programas para reestruturar o setor elétrico nacional.

No final da década de 1990, com o invento da ANEEL e a reestruturação do âmbito energético, com autorização para comercialização de consumo dentro do mercado, as PCHs novamente começaram a ganhar fôlego. (ERENO, 2009)

Andrade (2006, p. 26) fez uma revisão histórica, evidenciando os fatos que incentivaram as principais iniciativas do Governo para a reestruturação do Programa de PCH no Brasil:

(1) Em 1984 o Governo lançou o Programa Nacional de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PNPCH) com o objetivo amplo de acelerar a implantação de PCH para promover a substituição de derivados de petróleo além de fomentar estudos e pesquisas para consolidação da tecnologia de PCH. Visava ainda atender o suprimento de energia para os sistemas isolados, onde o sistema de transmissão não havia alcançado. (2) A segunda iniciativa promovida pelo Governo deu-se através do Programa PCH-COM implantado pela ELETROBRÁS, criado para viabilizar a implantação ou revitalização de Pequenas Centrais Hidrelétricas, onde a ELETROBRÁS assegura a comercialização da energia da usina e o BNDES oferece o financiamento para o empreendimento. (3) Em 1998, a ANEEL instituiu dois importantes conceitos na história da PCH. (a) A criação do Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE) que permite ao empreendedor de PCH melhores condições de comercialização da sua energia e (b) O consumidor livre que permite a escolha do supridor de energia. (4) Finalmente, com a lei que criou o Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), o Brasil vive uma grande movimentação na área de pequenas centrais, sem contudo diminuir, ainda, o extraordinário número de PCH em regime de repesamento.

Neste período ocorreu uma mudança na ANEEL: parou de exigir a apresentação da licença ambiental preliminar antes das análises dos projetos das PCHs. Isso reaqueceu novamente o mercado desse tipo de empreendimento.

Atualmente, o aumento do preço nos leilões de energia e as alterações no procedimento de projetos da Aneel, reforçam o desejo dos empresários de construir esses empreendimentos. (JASPER,2015)

### 4.3 PCHs NO PARANÁ

Os empreendimentos do tipo PCH começaram a operar no Paraná a partir da década de 1930, com a construção da Usina Hidrelétrica Chaminé no município de São José dos Pinhais, que foi o primeiro grande projeto hidrelétrico deste estado e, que na época, possibilitou a desativação da Usina Térmica do Capanema, que era movida a lenha. (COPEL, 2016)

O Paraná foi o maior colaborador na produção de energia elétrica do Brasil, nos anos de 2012, 2013 e 2014. Ao tratar-se de capacidade de geração instalada por fontes hídricas, o Paraná corresponde por aproximadamente 18,55% da capacidade de todo o país, somando os empreendimentos voltados para serviço público e os autoprodutores, dados do BEN (2015).

Nowakowski et al. (2013, p. 1):

O Paraná, em especial, tem uma importante capacidade de geração de energia por esta fonte, entretanto demanda-se um modelo de apoio a tomada de decisão que possa concatenar<sup>1</sup> as dimensões econômicas, sociais e ambientais neste processo decisório. Ao menos tempo aprimorar as instituições para a resposta mais adequada a aceitabilidade ou não de novos projetos a fim de posicionar o investidor e o demandante de energia quanto a viabilidade daquela alternativa.

Albuquerque e Andrade (2014) dizem que, hoje, o aproveitamento hidrelétrico da bacia do Paraná está em torno de 70% e, mesmo que seja energia suficiente para guarnecer o estado, ainda são apresentadas novas solicitações de instalações destes pequenos empreendimentos, que são as PCHs, junto ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Andrade (2014, p.35) diz que “as bacias do Ivaí e Piquiri são o principal alvo das PCHs no estado. Os municípios com maiores áreas projetadas para alagamento se concentram na região centro sul do estado, onde estão as duas bacias referidas.”

Segundo dados do BIG (2016), no cenário atual, o Paraná é o terceiro estado com maior capacidade instalada de geração de energia, ficando atrás apenas de Minas Gerais e São Paulo. Existem 457 PCHS instaladas no Brasil, no Paraná há 29

---

<sup>1</sup> Ligar; unir de modo lógico e homogêneo; manter ligação ou conexão.

PCHs em operação, gerando uma potência de 262.781kW. Também há mais duas em processo de construção e 19 com construção não iniciada.

#### 4.4 DEFINIÇÃO DE PCH

Segundo Polizel (2007 p. 53):

As PCH são empreendimentos de exploração de recursos hídricos para geração de energia elétrica, no qual se instalam turbinas hidráulicas acopladas à geradores de eletricidade, impulsionados pelo fluxo d'água resultante de um desnível provocado por uma barragem num curso de água.

De acordo com a resolução da ANEEL nº 652, de 9 de dezembro de 2003, a PCH é uma “unidade de geração de energia hidráulica que tem aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1.000 kW (Quilowatt) e igual ou inferior a 30.000 kW, [...] com área do reservatório inferior a 3,0 km<sup>2</sup>.”

Nessa mesma resolução, foram adicionadas mais duas condições referentes à área do reservatório, caso o limite de 3,0 km<sup>3</sup> seja extrapolado, se for atendida pelo menos uma das condições, o empreendimento ainda poderá ser considerado como PCH. As duas condições são as seguintes (ANEEL, 2003, p.2):

a) Que a inequação abaixo seja satisfeita:

$$A \leq \frac{14,3 - P}{H_b}$$

Onde:

P = potência elétrica instalada em (MW);

A = área do reservatório em (km<sup>2</sup>);

$H_b$  = queda bruta em (m), definida pela diferença entre os níveis d'água máximo normal de montante e normal de jusante.

Na utilização dessa inequação, fica estabelecido que a área de reservatório não poderá ultrapassar a 13,0km<sup>2</sup>.

b) Reservatório cujo dimensionamento for, comprovadamente, baseado em outros objetivos que não o de geração de energia elétrica.

Para a verificação da segunda condição, a ANEEL, junto com a Agência Nacional de Águas - ANA, os Comitês de Bacia Hidrográfica, os Estados e o Distrito Federal, de acordo com a respectiva competência, irão definir as dimensões do reservatório destinado ao uso múltiplo. (ANEEL, 2003)

Conforme a inequação, definida na Resolução nº 652/03, percebe-se que a área de reservatório máxima permitida para uma PCH é proporcional à potência instalada do aproveitamento. Farias (2014, p.11) justifica isso “pelo fato de que empreendimentos que gerem mais energia, ou seja, em que o benefício energético é maior, podem ter reservatórios maiores, com maiores impactos ambientais, de modo que um atributo compense potencialmente o outro.”

Segundo o Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas (CERPCH) (2015, p.1):

No dia 20 de janeiro de 2015, foi sancionada a Lei nº 13.097, que modificou a legislação do Setor Elétrico das Pequenas Centrais Hidrelétricas (Seção I do Cap. VII), alterando os limites de potência para PCH, a capacidade mínima instalada para esse aproveitamento passou de 1MW para 3MW, sendo assim, os empreendimentos com potência instalada menor que 3MW estão dispensados de concessão, permissão ou autorização, devendo apenas ser comunicados ao poder concedente. Para produção independente ou autoprodução também foi modificado o limite máximo da capacidade instalada, passando de 30MW para 50MW, independentemente de ter ou não característica de pequena central hidrelétrica.

Nowakowski et al. (2013 p.1) diz que “tendo em vista que as PCHs apresentam-se como uma das alternativas mais viáveis no que diz respeito ao fornecimento de energia, se comparadas com as UHEs, é possível que nos próximos anos ocorra um aumento na quantidade destas centrais em operação no Brasil.”



## 4.5 CLASSIFICAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DAS PCHs

A Eletrobrás informa que as PCHs podem ser classificadas de três maneiras: quanto a sua capacidade de regularização, quanto ao sistema de adução, quanto à potência instalada e a queda do projeto.

### 4.5.1 Capacidade de regularização

Quanto à capacidade de regularização as PCHs são divididas em: a fio d'água; de acumulação, com regularização diária do reservatório; de acumulação, com regularização mensal do reservatório. (ELETROBRAS, 2000).

- a) A fio d'água – segundo Oliveira et al (2010, p. 22);

Adotam-se as PCHs a fio d'água quando a vazão mínima do rio for maior que a descarga necessária para atender à demanda de geração elétrica. Pode-se fazer a adução com barramento mínimo, levando em consideração que o aproveitamento energético do local será parcial, havendo vazões ininterruptas pelo vertedouro. As perdas de terra e os impactos ecológicos também são mínimos quando não há flutuações de nível. No caso de pequenas barragens, deve-se atentar aos aspectos referentes à migração de peixes ao longo do rio barrado.

- b) De acumulação, com regularização diária do reservatório;

“Esse tipo de PCH é empregada quando as vazões de estiagem do rio são inferiores à necessária para fornecer a potência para suprir a demanda máxima do mercado consumidor e ocorrem com risco superior ao adotado no projeto.” (ELETROBRAS, 2000, p. 18)

- c) De acumulação, com regularização mensal do reservatório;

“Quando o projeto de uma PCH considera dados de vazões médias mensais no seu dimensionamento energético, analisando as vazões de estiagem médias mensais, pressupõe-se uma regularização mensal das vazões médias diárias, promovida pelo reservatório.” (ELETROBRAS, 2000, p. 18)

#### 4.5.2 Sistema de adução

Também classifica-se quanto ao sistema de adução: adução em baixa pressão com escoamento livre em canal/alta pressão em conduto forçado; adução em baixa pressão por meio de tubulação/alta pressão em conduto forçado. (ELETROBRAS, 2000)

a) Adução em baixa pressão com escoamento livre em canal/alta pressão em conduto forçado: “é utilizada quando a inclinação da encosta e o material do terreno apresenta-se favorável.” (CARNEIRO, 2010, p. 13)

b) Adução em baixa pressão por meio de tubulação/alta pressão em conduto forçado: “são eficazes para projetos que pretendem aproveitar desníveis não concentrados e que ocorrem, geralmente por meio de pequenas quedas e corredeiras de formação de grandes curvas de rios.” (CARNEIRO, 2010, p. 13)

“A escolha de um ou outro tipo dependerá das condições topográficas e geológicas que apresente o local do aproveitamento, bem como de estudo econômico comparativo.” (ELETROBRÁS, 2000, p.19)

#### 4.5.3 Potência instalada e queda de projeto

Quanto à potência instalada e quanto à queda de projeto (Tabela 04):

**TABELA 04** - Classificação das PCH quanto a potência e a queda de projeto

CLASSIFICAÇÃO DAS CENTRAIS	POTÊNCIA – P (kW)	QUEDA DE PROJETO - H <sub>d</sub> (m)		
		BAIXA	MÉDIA	ALTA
<b>MICRO</b>	P < 100	H <sub>d</sub> < 15	15 < H <sub>d</sub> < 50	H <sub>d</sub> > 50
<b>MINI</b>	100 < P < 1.000	H <sub>d</sub> < 20	20 < H <sub>d</sub> < 100	H <sub>d</sub> > 100
<b>PEQUENAS</b>	1.000 < P < 30.000	H <sub>d</sub> < 25	25 < H <sub>d</sub> < 130	H <sub>d</sub> > 130

FONTE: Adaptado de Eletrobrás (2000). Disponível em: <<https://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISF99678B3PTBRIE.htm>>. Acesso em 28 abr. 2016.

Eletrobrás (2000, p.21), informa sobre a implantação de uma PCH que:

A exploração de um determinado potencial hidrelétrico é uma atividade sujeita a uma série de regulamentações de ordem institucional, ambiental e comercial. Durante o processo de implantação do empreendimento, atividades multidisciplinares permeiam-se entre si, constituindo o arcabouço legal de todo o projeto.

Para a implantação de uma PCH, existe um fluxograma (Figura 03), elaborado pela Eletrobrás, que demonstra as etapas necessárias desde o início dos estudos básicos até a obtenção da licença de operação.

“O Fluxograma de Implantação de uma PCH, descreve as etapas percorridas durante a implantação de uma PCH e as devidas interações, principalmente no tocante aos estudos de engenharia, ambientais e providências institucionais.” (ELETROBRAS, 2000, p. 21)

Também é apresentado um fluxograma de Atividades para Estudos e Projeto Básico de PCH (Figura 04) que apresenta a sequência de estudos, desde a viabilidade do local escolhido para implantação até avaliação final do empreendimento.

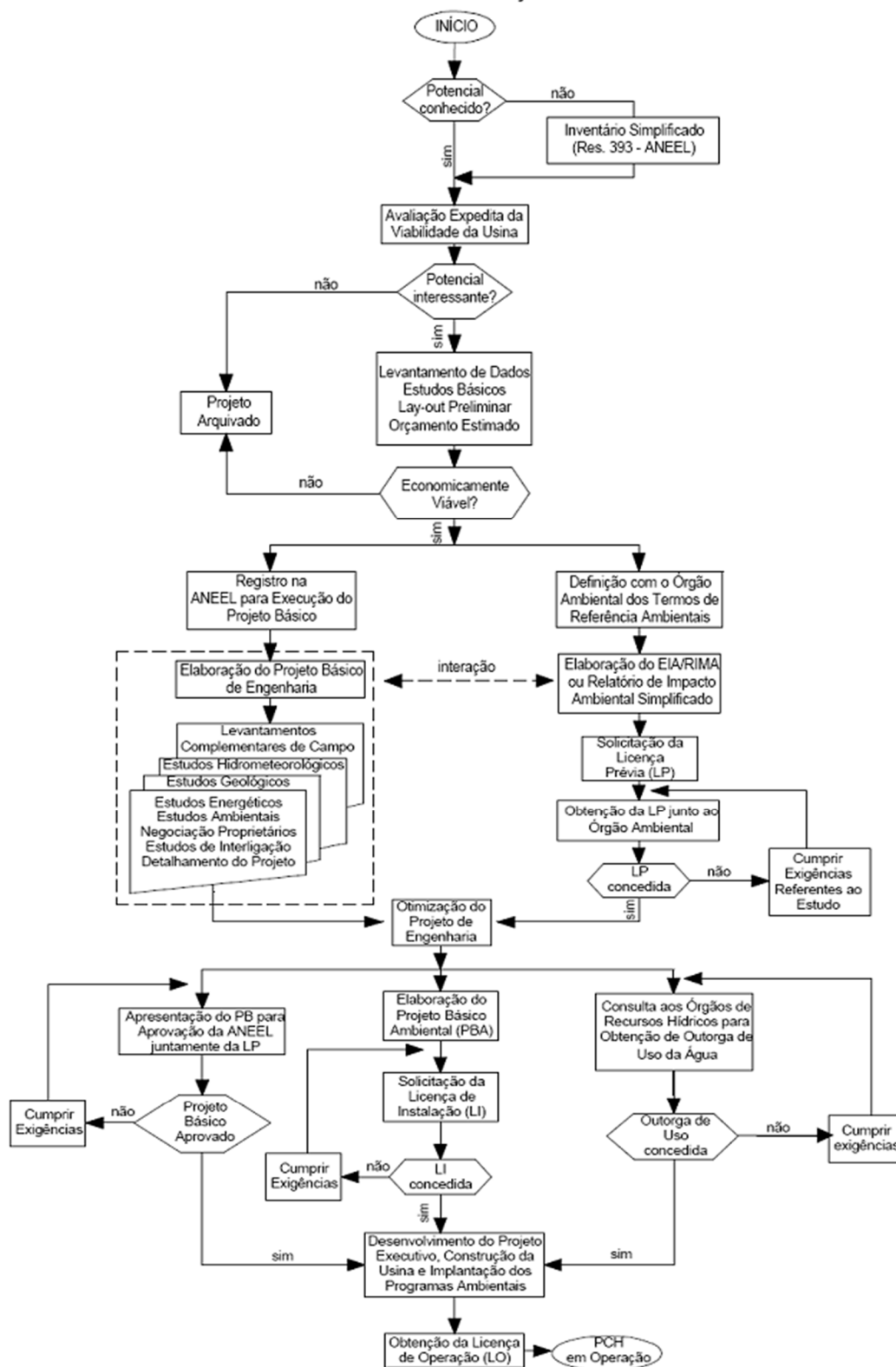
Farias (2014, p.31) descreve sobre a implantação de uma PCH:

A implantação de aproveitamentos hidrelétricos requer a utilização de dois bens de domínio público protegidos pela Constituição Federal, os quais são objeto de concessão pelo poder público: o potencial de energia hidráulica e a água. Assim, para se implantar uma Pequena Central Hidrelétrica, o poder público deve autorizar a exploração do potencial hidráulico e conceder o direito do uso da água, por meio da outorga de uso da água. Adicionalmente, é necessário que o aproveitamento hidrelétrico passe pelo processo de licenciamento ambiental.

#### 4.6 COMPONENTES BÁSICOS DE UMA PCH

Os componentes básicos de uma PCH estão expostos nas Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas da Eletrobrás, e estão descritos a seguir:

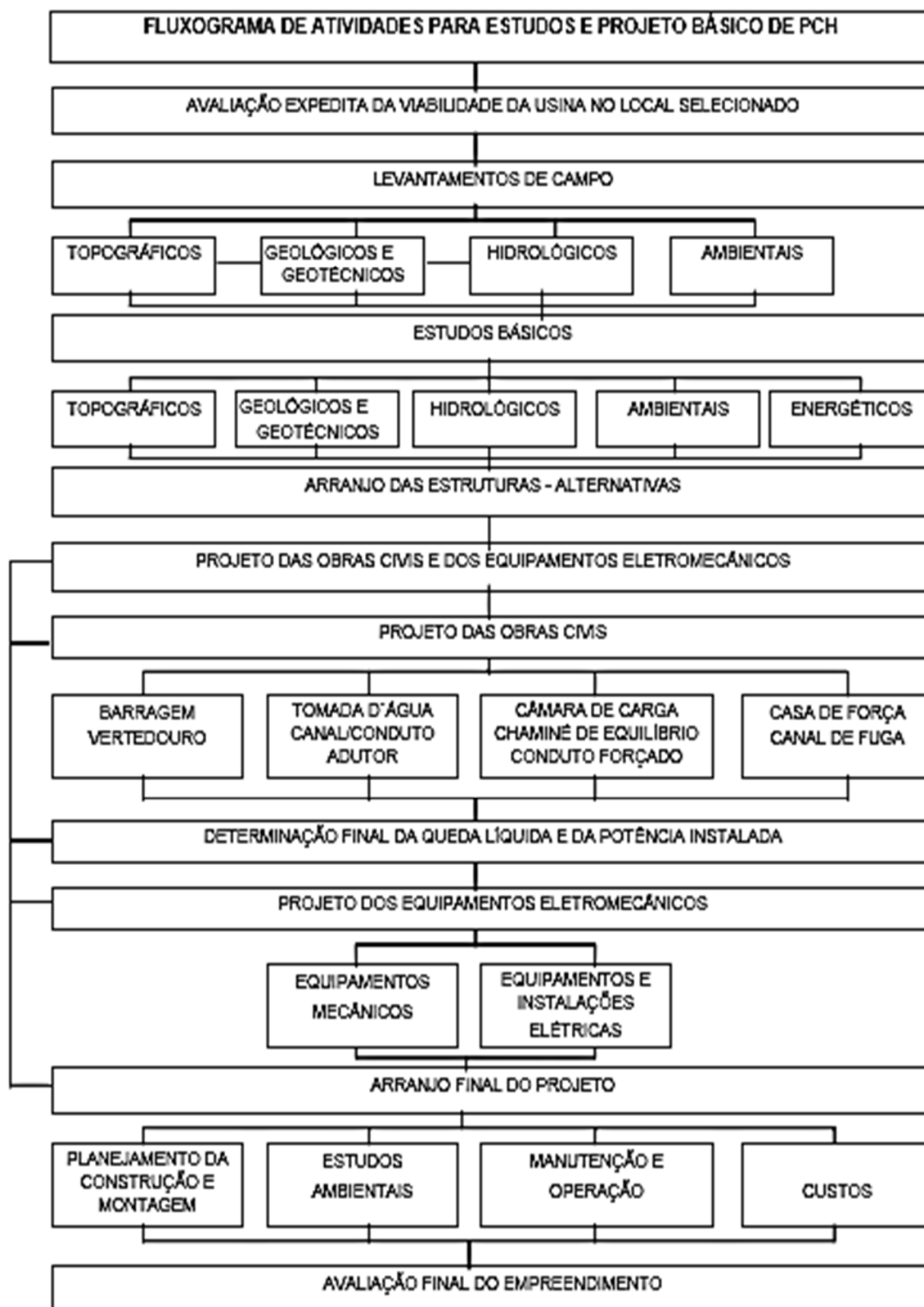
### FLUXOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA PCH



**FIGURA 03** - Fluxograma de implantação de uma PCH.

Fonte: Eletrobrás (2000). Disponível em:

<<https://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISF99678B3PTBRIE.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2016.



**FIGURA 04** - Fluxograma de atividades para estudos e projeto básico de PCH.

Fonte: Eletrobrás (2000). Disponível em:

<<https://www.eletobras.com/elb/data/Pages/LUMISF99678B3PTBRIE.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

#### 4.6.1 Barragens

Lima (2009, p. 19) descreve as barragens como sendo estruturas:

Que tem como objetivo represar a água do rio, visando, com a elevação do nível d'água, possibilitar a alimentação da tomada d'água, ou no caso de PCHs de Acumulação, criar o reservatório que irá normalizar a vazão d'água durante a época seca. Em usinas com uma baixa queda, a barragem também tem como função criar o desnível necessário para a produção da energia desejada. As barragens costumam ser de terra, rochas ou concreto.

#### 4.6.2 Vertedouro

Segundo o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2008) o vertedouro tem a função de permitir que a água extravase quando os níveis do reservatório extrapolem os limites recomendados. Ele é aberto quando há excesso de chuvas ou vazão, ou quando há quantidades de água maior que a necessária para a geração de energia.

#### 4.6.3 Tomada D'água

Guitarrara (2012) informa que a tomada d'água tem a função de captar a água que será transportada por meio de um canal ou tubulação até a turbina localizada na casa de máquinas. Outra finalidade é a retenção de corpos sólidos através de grades que possam danificar a turbina. Para a limpeza de sedimentos e da areia são utilizados um desarenador e um sedimentador.

“Nos trechos em curva, a tomada d'água deve ser posicionada do lado côncavo, pois os sedimentos transportados pelo escoamento, na maior parte, se depositam na parte convexa.” (ELETROBRÁS, 2000, p. 105)

#### 4.6.4 Canal de adução

O canal ou túnel de adução é utilizado quando a casa de força da PCH não é incorporada ao barramento. Essa opção, através de túnel, pode ser considerada quando a rocha no local se mostrar de boa qualidade, sem matérias erodíveis, e

quando a topografia não for favorável a adução através de canal e quando a cobertura de rocha for suficiente para o túnel. (ELETROBRÁS, 2000)

Lima (2009, p. 19):

É o canal por onde a água é levada da tomada d'água até a câmara de carga e os condutos forçados. Normalmente se encontra a céu aberto, mas em alguns casos essa opção pode não ser viável, e tubulações em baixa pressão podem ser utilizadas. Há um pequeno desnível entre o começo e o fim do canal de adução, para que a água captada na tomada d'água se dirija até o fim do canal e à câmara de carga.

#### 4.6.5 Câmara de carga

Eletrobrás (2000) diz que é a estrutura, posicionada entre o canal de adução e a tomada d'água, que tem a função de aliviar o golpe de aríete no conduto forçado quando o dispositivo de controle de vazões turbinadas tem um fechamento brusco, entre outros.

#### 4.6.6 Chaminé de equilíbrio

A chaminé de equilíbrio é um duto de eixo vertical, que serve para amortecer as variações de pressão, que se propagam pelo conduto forçado, como o golpe de aríete, decorrente do fechamento rápido da turbina; e para armazenar a água para fornecer ao conduto forçado o fluxo inicial provocado pela nova abertura da turbina, até que se estabeleça o regime contínuo. (LIMA, 2009, p. 20)

“Quando necessário, a chaminé de equilíbrio deve ser instalada o mais próximo possível da casa de força, para reduzir o comprimento do conduto forçado e diminuir os efeitos do golpe de aríete.” (ELETROBRAS, 2000, p.125)

#### 4.6.7 Conduto forçado

“É a tubulação que leva a água, sob pressão, da câmara de carga até as turbinas. Normalmente são construídos em aço ou concreto, e ficam apoiados em blocos de pedra ou concreto, chamados de blocos de sustentação, e engastado nos chamados blocos de ancoragem.” (LIMA, 2009, p. 20)

#### 4.6.8 Casa de força

“É a construção onde fica o maquinário da usina: Turbinas, Geradores, Painéis, Reguladores de Tensão, etc. Pode ser tanto uma construção separada, ou incorporada ao barramento, no caso de PCHs onde o desnível é criado pela barragem.” (LIMA, 2009, p. 20)

#### 4.6.9 Canal de fuga

Segundo o Plano Energético do Rio Grande do Sul (2016, p. 376), o canal de fuga é:

O canal situado na seção imediatamente à jusante da PCH, entre a casa de força e o rio, por meio do qual a vazão turbinada é restituída ao rio. A sua elevação é de extrema importância, pois é um dos fatores que influenciam na queda bruta, que é utilizada para cálculo da potência gerada.



## 5 PCHs NO MUNICÍPIO DE PRUDENTÓPOLIS

Prudentópolis é um município localizado na região centro sul do Paraná, está inserido na bacia do rio Ivaí e é conhecido como a “Terra das cachoeiras gigantes”. Andrade (2014, p. 38) comenta sobre o município:

Embora esteja no segundo planalto, encontra-se no sopé da serra geral. Desta forma, seu relevo lhe atribui singularidades que se manifestam, entre outras, em quedas d’água que variam de 10 a 196 metros. Por esta característica marcante, o município é também bastante procurado para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), por possuir elementos fundamentais para a instalação destes empreendimentos.

São duas as PCHs em funcionamento no município: a PCH Rio dos Patos e a PCH Salto Rio Branco, estas localizadas no Rio dos Patos.

### 5.1 PCH RIO DOS PATOS

A PCH Rio dos Patos (Figura 05), foi a primeira a ser construída no município de Prudentópolis, no ano de 1946. Possui este nome, pois está localizada na margem esquerda do Rio dos Patos, nos arredores do Salto Manduri ou Salto Rickli que tem uma queda de 32m de altura, situado a 4 km da BR 373.

Teve seu início de operação comercial no ano de 1949. Em 1978, foi integrada a Copel Geração e Transmissão S.A., quando sofreu uma reforma completa e teve a sua capacidade de geração aumentada, após a inserção de quatro grupos geradores. Ela possui uma barragem de alvenaria e pedra de 3m de altura e 70m de comprimento, e seu reservatório tem uma área de 1,3 km<sup>2</sup>. Em 1998, a usina foi automatizada e necessita apenas de um operador para o seu controle. (COPEL, 1999)

Essa PCH é capaz de gerar uma potência de 1.720kW, sendo o destino da energia voltada para o serviço público. A operação desta é interligada com o sistema da Copel. (BIG, 2016)



**FIGURA 05** - PCH Rio dos Patos

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 30 abr. 2016

Dados apresentados no Estudo de impacto ambiental Dois Saltos (2011) informam que a energia média atual dessa PCH é de 1,40 MW, e a energia firme<sup>2</sup> atualmente é de 1,37MW.

## 5.2 PCH SALTO RIO BRANCO

A PCH denominada Salto Rio Branco (Figura 06 e 07) possui esse nome, pois está instalada nas imediações do Salto Barão do Rio Branco que possui 64m de queda, e está localizada ao lado direito do Rio dos Patos.

Foi construída no ano de 1956 e encontra-se a jusante da PCH Rio dos Patos na distância de 1,5 km. Fica na divisa entre os municípios de Prudentópolis e Imbituva e funciona de forma isolada. A energia média atual dessa PCH é de 2,23MW, e a energia firme é de atualmente 2,24MW. (LACTEC, 2011)

---

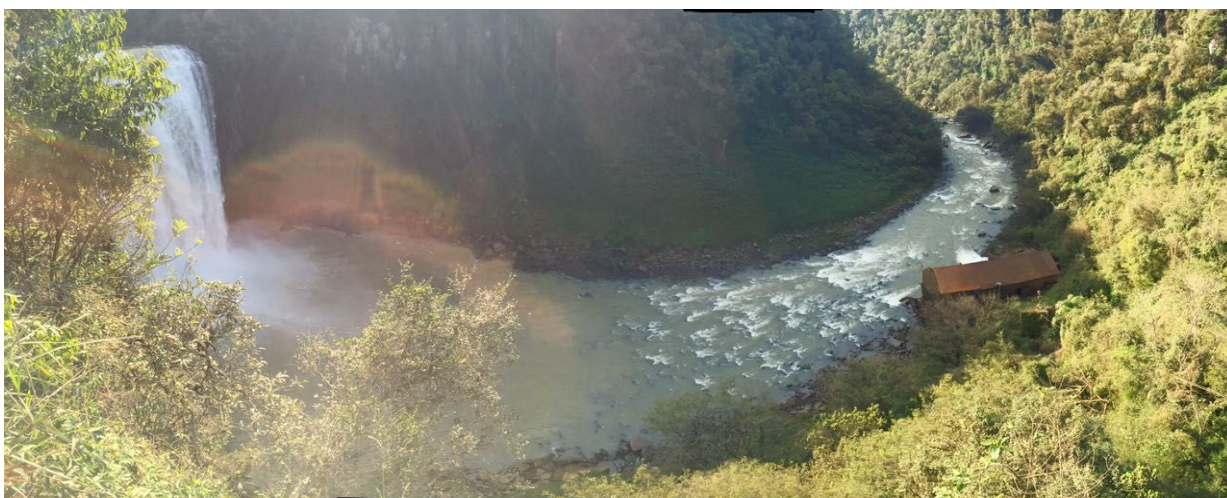
<sup>2</sup> A energia firme de uma usina hidrelétrica corresponde à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico de vazões do rio onde ela está instalada. (ANEEL, 2005)



**FIGURA 06** - PCH Salto Rio Branco

Fonte: Mapio. Disponível em: <<http://mapio.net/s/29484936/>>. Acesso em: 30 abr.2016.

Segundo dados do BIG (2016), essa PCH, que pertence à Santa Clara Indústria de Cartões Ltda, gera uma potência de 2.400kW, e tem sua energia destinada para autoprodução, ou seja, atender as instalações da empresa a qual pertence.



**FIGURA 07**- Casa de força e Salto Barão do Rio Branco.

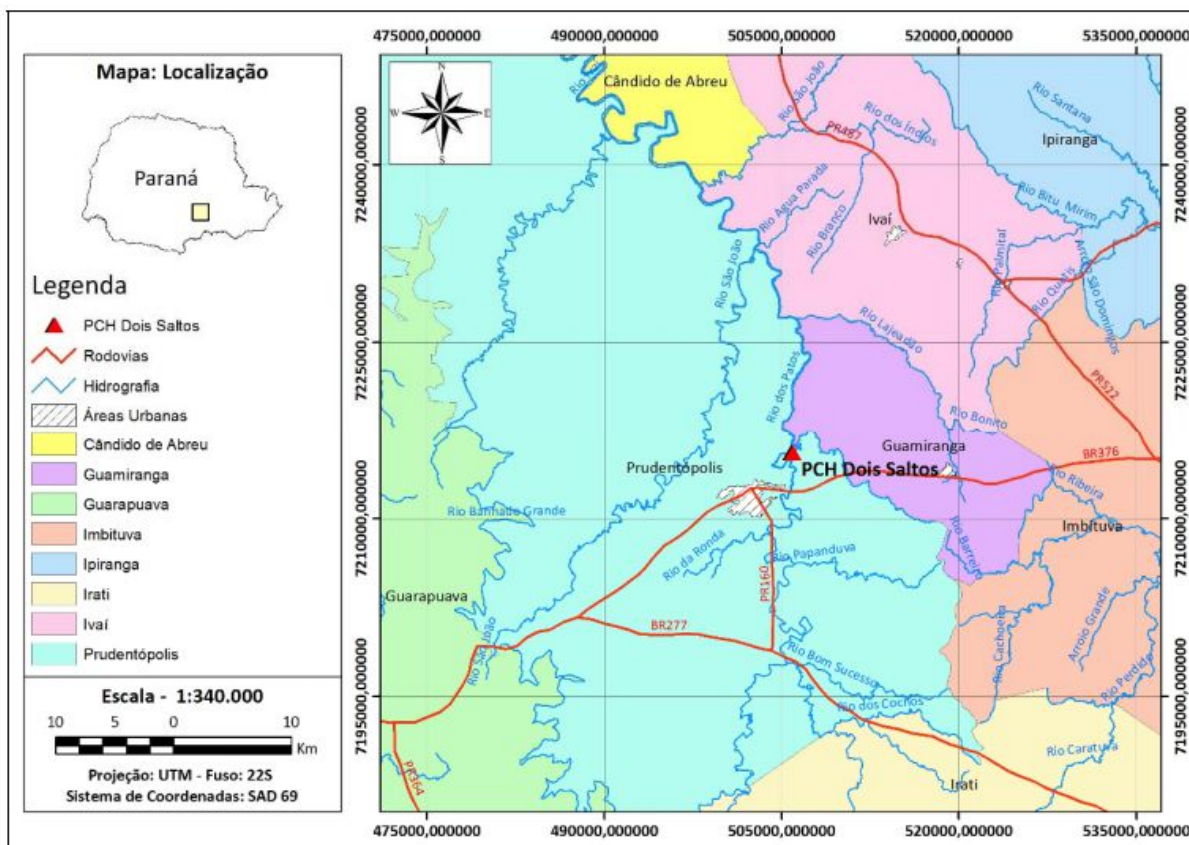
Fonte: Autor (2016).

### 5.3 OUTRAS PCHs

No mesmo curso d'água do Rio dos Patos está previsto a instalação de mais quatro PCHs: a PCH Dois Saltos, que é o objeto desse estudo e pertence a Dois Saltos Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica Ltda, e as PCH km10, km 14 e km 19 que pertencem a Enerbios - Energias Renováveis e Meio Ambiente Ltda.

## 6 PCH DOIS SALTOS

A PCH Dois Saltos é um empreendimento de geração de energia elétrica a ser inserido nas coordenadas  $25^{\circ} 10' 36''$  S e  $50^{\circ} 56' 25''$  W no Rio dos Patos, a 28 km da sede do município de Prudentópolis, na divisa com o município de Guamiranga, região centro sul do estado do Paraná. (Figura 08)



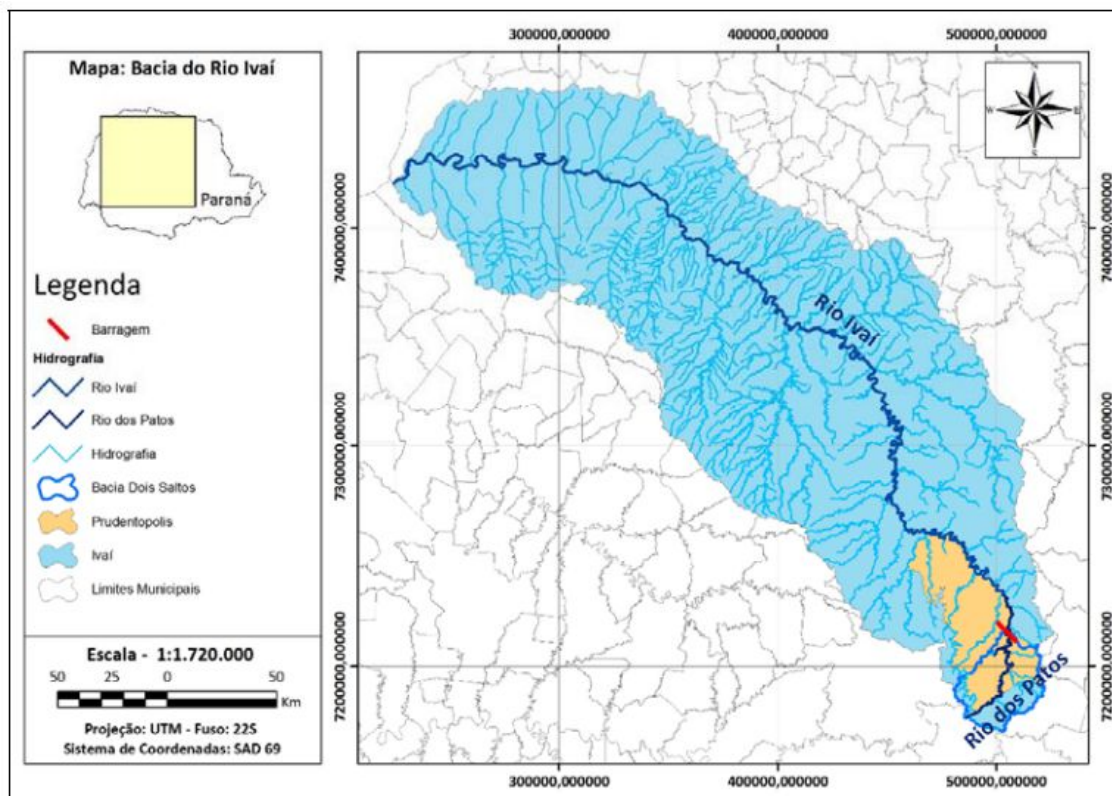
**FIGURA 08** - Localização da PCH Dois Saltos

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 03 set. 2016

O Rio dos Patos tem grande importância, pois da união entre ele e o Rio São João surge o Rio Ivaí, a bacia (Figura 09) deste rio é a segunda maior em área e o rio é o segundo maior em extensão do Estado do Paraná, num total de 680 km. (SEMA, 2010)



**FIGURA 09** - Localização do empreendimento em relação à Bacia do Rio Ivaí

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 03 set. 2016.

Sobre a empresa responsável pelo empreendimento, o Lactec (2011, p. 30) informa:

A Dois Saltos Empreendimentos de Geração de Energia Elétrica Ltda. é uma sociedade firmada entre a Santa Clara Indústria de Pasta e Papel Ltda e a Copel – Companhia Paranaense de Energia. Ela foi criada em outubro de 1998, tendo por objeto a implantação e a exploração comercial, na qualidade de Produtor Independente de Energia (PIE), do Empreendimento Dois Saltos.

Basicamente, no ano de 2000 é que começaram os estudos para o projeto básico e para a outorga condicionada da PCH Dois Saltos. Como até o ano de 2011 não foi consolidada a outorga, a Dois Saltos Empreendimentos encaminhou a Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração (SCG) uma petição para a retomada dos procedimentos necessários para a outorga desta PCH, com isso, no ano de 2014, teve o projeto básico do novo empreendimento aprovado, e, em 2015, a empresa recebeu a outorga de autorização para implantar e explorar a PCH Dois

Saltos, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica (PIE), como já dito anteriormente, com 25.000 kW de potência instalada, com um prazo de outorga de 30 anos.

O novo empreendimento terá um potencial instalado de 25MW, encontrado a partir de desnível de 115,50m devido a união das quedas do Salto Manduri e Salto Barão do Rio Branco e a vazão média que foi encontrada nos estudos hidrológicos. (BASTOS, 2013)

“A PCH Dois Saltos prevê a utilização desse desnível total, aproveitando o barramento da PCH Rio dos Patos derivando a geração através de um túnel de baixa pressão com aproximadamente 1003m de extensão.” (COPEL, 2006, p.1)

A captação de água do novo empreendimento será a, aproximadamente, 1000m a montante da PCH Rio dos Patos. Pelo fato de não ser necessária a criação de um novo reservatório de acumulação, essa PCH é diferente das que são implantadas rotineiramente. Um fato que se destaca é a preservação ambiental, já que PCHs podem ter uma área alagada de 3km<sup>2</sup> até a 13km<sup>2</sup>, e a PCH Dois Saltos não terá. Outra característica é a pouca necessidade de compra de terras para a implantação.

Lactec (2011, p. 517) descreve a importância da implantação da PCH Dois Saltos:

A implantação do Empreendimento Dois Saltos proporcionará um aumento da oferta de energia elétrica para ser fornecido ao conjunto do Sistema Integrado Nacional (SIN) de energia, principalmente no contexto macrorregional para as regiões Sul/Sudeste/Centro-Oeste do país, assegurando maior disponibilidade, confiabilidade e acessibilidade energética.

Os dados do projeto da PCH Dois Saltos são apresentados na tabela 05 a seguir:

**TABELA 05** - Dados do projeto da PCH Dois Saltos.

<b>USINA</b>	
Energia Firme	12,81 MW médios
Energia Média	13,78 MW médios

Fator de Capacidade para energia média	55,12%
Produção Média anual de energia	120.713 MWh
<b>Bacia de Drenagem</b>	
Área	1.210 km <sup>2</sup>
Mínima média mensal	0,90 m <sup>3</sup> /s
Mínima defluente (garantida à jusante) 50% de $Q_{10,7}$	0,815 m <sup>3</sup> /s
Máxima turbinável total	25,6 m <sup>3</sup> /s
Máxima turbinável por unidade	6,4 m <sup>3</sup> /s
Média de longo termo	23,5 m <sup>3</sup> /s
Máxima de enchentes TR 500 anos	900 m <sup>3</sup> /s
Descarga de projeto do vertedouro	1.546 m <sup>3</sup> /s
<b>Níveis de tomada d'água</b>	
Níveis de tomada d'água	711,60 m
Dinâmico 4 unidades	710,47 m
Dinâmico 1 unidade	711,31 m
<b>Níveis no canal de fuga</b>	
Máximo	602,00 m
Normal	597,00 m
Mínimo	596,00 m
<b>Quedas brutas de projeto</b>	
Máxima	115,50 m
Normal	114,60 m
Mínima	110,00 m
<b>Quedas líquidas de projeto</b>	
Máxima	115,42 m
Normal	111,60 m
Mínima	108,60 m
<b>Reservatório Existente</b>	
Área inundada NA Max. Normal	500.000 m <sup>2</sup>
Volume útil	500.000 m <sup>3</sup>
Volume total	700.000 m <sup>3</sup>



<b>Barragem existente</b>	
Tipo	Concreto à gravidade
Altura	3,50 m
Comprimento de crista	70 m
Volume total de concreto	600 m <sup>3</sup>
<b>Unidades Geradoras</b>	
Quantidade	4
Potência de projeto da turbina	6,65 MW
Potência do gerador	7,35 MVA
Tensão do gerador	13,8 kV
Fator de potência	0,90

Fonte: Adaptado de Lactec (2011). Disponível em:  
 <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.  
 Acesso em: 17 set. 2016

Basicamente, o Lactec (2011, p.33) descreve que:

O futuro Empreendimento Dois Saltos será uma usina automatizada, operada remotamente, mas com possibilidade de ser atendida localmente de forma convencional, com o objetivo de resguardar ao máximo a simplicidade do projeto, a permanência e a qualidade de produção de energia elétrica, seu objetivo principal.

As obras e estruturas necessárias para a implantação do empreendimento e os equipamentos de geração estão descritas no próximo capítulo.

## 7 DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS, OBRAS E EQUIPAMENTOS DE GERAÇÃO

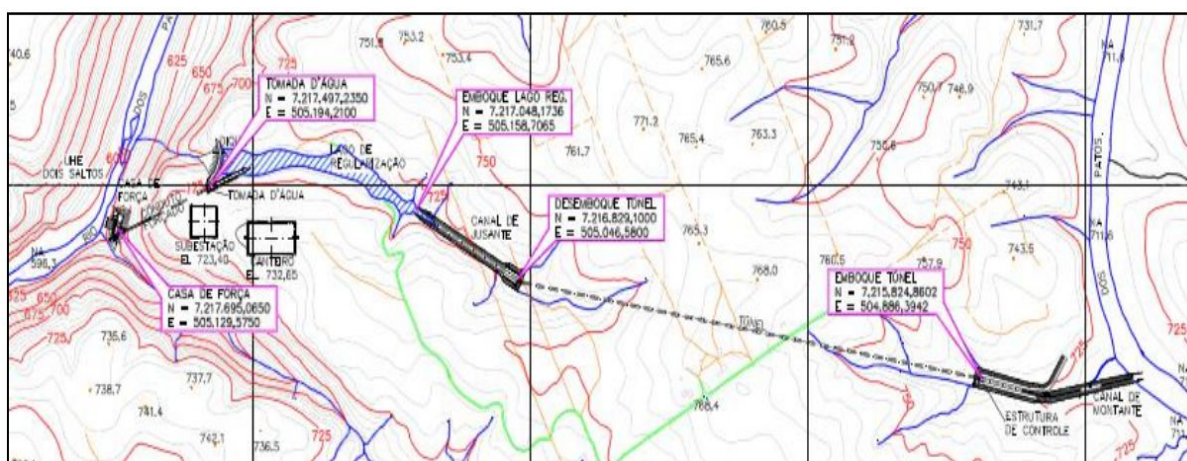
As estruturas necessárias para a implantação da PCH Dois Saltos estão descritas a seguir:

### a) Sistema de Adução:

Será composto por dois canais abertos, o de montante e o de jusante, e um túnel subterrâneo de aproximadamente 1km, com a função de encaminhar as águas para o lago de regularização. “O canal de adução entre o Rio dos Patos e o emboque desse túnel está previsto com extensão de 361m e a jusante do túnel está previsto outro canal com 261m [...]” (COPEL, 2006)

No Estudo do Impacto Ambiental realizado pelo Lactec (2011, p. 41), o sistema de adução (Figura 10) está descrito da seguinte maneira:

O sistema de adução consiste em um canal – túnel – canal à montante da barragem existente da PCH Rio dos Patos (Salto Manduri), desviando as águas para um lago câmara de carga, formado por um barramento de pequeno vale imediatamente à montante da futura casa de força, uma tomada d’água e um túnel forçado revestido em concreto e blindado em aço no trecho inferior, bifurcando antes da entrada na casa de força



**FIGURA 10** - Arranjo do canal de derivação

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 24 set. 2016

b) Casa de Força:

Será do tipo abrigada (“indoor”) em função do arranjo encontrado, pelas características dos equipamentos eletromecânicos e do terreno escolhido, e será construído à margem esquerda do Rio dos Patos.

Terá dimensões de 35m de comprimento e 13 m de largura, dividida em 4 áreas contendo: um bloco para as duas unidades geradoras e outro para montagem e carga e descarga de equipamentos, um edifício de controle e uma área de acesso e estacionamento, e ainda terá uma área externa para a fixação dos transformadores. (LACTEC, 2011)

c) Edifício Controle:

Segundo o Lactec (2011, p. 42):

Dois Saltos está projetada para operação não atendida. Conseqüentemente as necessidades de pessoal serão muito reduzidas. A sala de comando e as instalações administrativas e de atendimento aos operadores estará situada externamente à área de montagem, no edifício de controle no lado jusante do bloco de montagem.

d) Subestação:

Interligada com a casa de força, será instalada próximo a tomada d’água da casa de força. Ela contém os equipamentos para transmissão, distribuição, proteção e controle de energia elétrica.

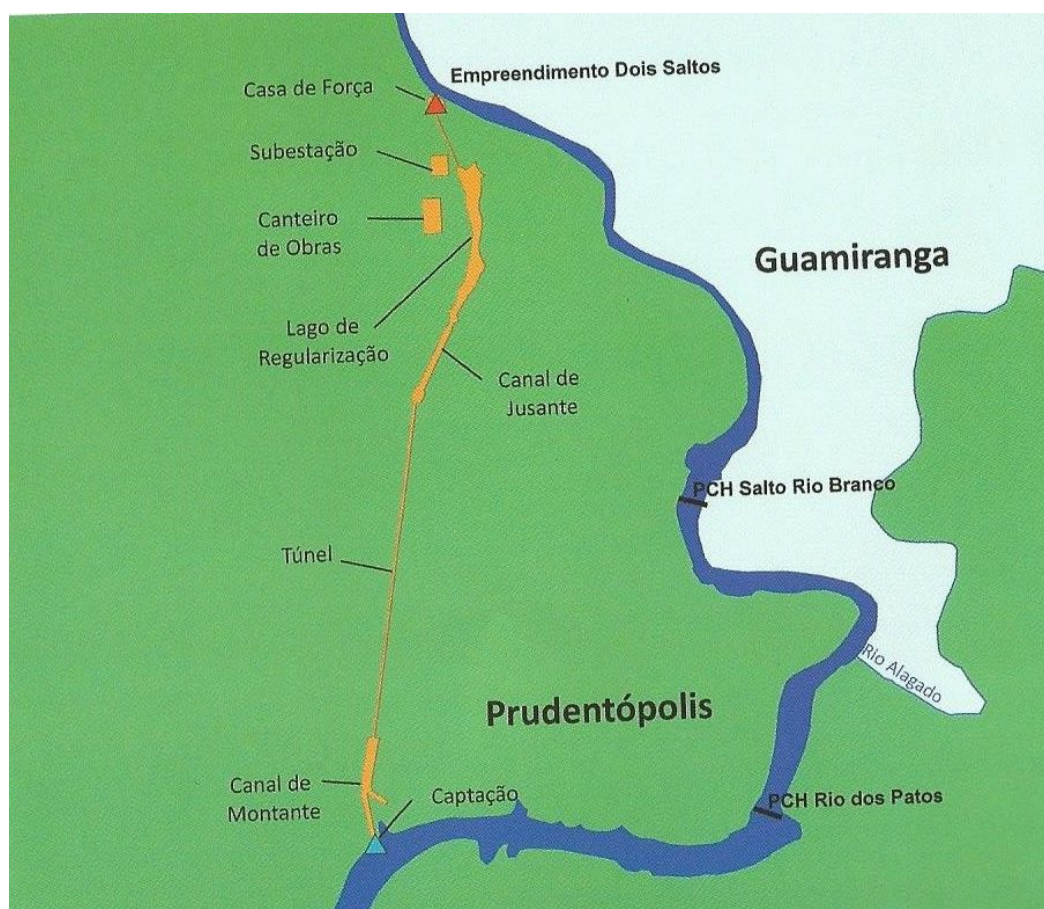
Com 34.5kV, será inserida em uma área terraplanada, de 55m de comprimento e 49 de largura, que terá proteção com alambrado para o controle da entrada de pessoas e animais. As estruturas usadas para os equipamentos serão em forma de pedestais em concreto, e para apoio dos cabos aéreos e barramentos serão usados estruturas de concreto pré-fabricado, que são os comumente mais utilizados. (LACTEC, 2011)

e) Linhas de Transmissão:

Segundo a Copel (2006 p.2) “o sistema de transmissão associado está previsto em duas linhas de transmissão em 34,5kV, com 8 km de extensão, até a subestação Prudentópolis da Copel.”

Serão construídas sobre estruturas de aço galvanizado (zincado) ou de concreto pré-fabricado.

A seguir uma figura (Figura 11) com o arranjo do empreendimento Dois Saltos:



**FIGURA 11** - Arranjo do empreendimento.

Fonte: Lactec (2011). Disponível em: < [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/RIMA\\_v2\\_15d.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/RIMA_v2_15d.pdf)>.

Acesso em: 24 set. 2016.

Os equipamentos necessários para a geração de energia são descritos a seguir:

a) Unidade Geradora:

Lactec (2011, p. 42) descreve “Cada unidade geradora do Empreendimento Dois Saltos será constituída por um conjunto turbo gerador de eixo vertical, formado por uma turbina Francis de 13,30 MW e um gerador de 14,70 MVA com fator de potência 0,9.”

A turbina do tipo Francis, segundo a NBR 6445 (1987, p. 3), é uma “turbina de reação, na qual o fluxo d’água penetra radialmente no distribuidor e no rotor, no qual as pás são fixas.” A turbina de reação, definidas pela mesma NBR, é “turbina em que a energia mecânica é obtida pela transformação das energias cinética e de pressão do fluxo d’água, através do rotor.”

b) Transformador elevador:

Os transformadores serão instalados em uma plataforma na área externa da casa de força, com a função de elevar a tensão de geração de 13,8kV para 34,5 kV, para fazer a ligação com a subestação da Copel. (LACTEC, 2011)

c) Linhas de interligação:

“A energia gerada pelas unidades geradoras, elevada à tensão de transmissão pelos transformadores elevadores da casa de força, será interligada à subestação por duas linhas de interligação no mesmo nível de tensão.” (LACTEC, 2011, p. 43)

d) Equipamentos hidromecânicos;

As turbinas terão a proteção hidráulica por válvulas tipo borboleta que é definido por Zattoni (2008, p. 273) como:

A válvula borboleta, uma das mais antigas, recebe esse nome em função da aparência de seu obturador, tem por função a regulagem e o bloqueio do fluxo em uma tubulação e pode trabalhar em várias posições de fechamento parcial. O fechamento da válvula é feito pela rotação de uma peça circular, chamada disco, em torno de um eixo perpendicular à direção de escoamento do fluido.

Serão usadas comportas, segundo o Lactec (2011, p. 43), “com acionamento elétrico e dotadas de grades para proteção contra detritos e limpa grades”, para controlar o sistema de adução e para manutenção do tubo de sucção das turbinas.

e) Equipamentos de elevação e movimentação:

Será utilizada, para a movimentação das peças grandes e dos transformadores e para a montagem e desmontagem das duas unidades geradoras, uma ponte rolante que, segundo Corsini (2014), é:

Um equipamento usado no transporte e elevação de cargas, geralmente em instalações industriais. Trata-se de uma estrutura que fica suspensa, normalmente dentro de uma edificação, e que desloca cargas e materiais no sentido vertical, transversal e longitudinal.

“O acionamento das comportas do sistema de adução e do tubo de sucção será feito por talhas elétricas sobre monotrilhos.” (LACTEC, 2011).

## 8 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A Resolução n. 1/86 do CONAMA, em seu art. 1º, considera impacto ambiental:

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

Os objetivos da análise dos impactos ambientais, segundo o IAP, é o “[...] de avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá receber a execução de projetos ou ações [...]”

Em decorrência da instalação da PCH Dois Saltos no município de Prudentópolis, poderão ser observados alguns impactos, sejam eles positivos ou negativos, sobre as áreas de influência do meio físico, biótico e antrópico.

“Impacto positivo - quando a ação resulta na melhoria da qualidade de um fato ou parâmetro ambiental; impacto negativo - quando a ação resulta em um dano a qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.” (MRS ESTUDOS AMBIENTAIS, 2005, p. 83)

Os impactos do projeto da PCH Dois Saltos foram analisados segundo alguns atributos, para que fosse possível classificar estes quanto ao seu grau de significância. Os atributos foram os seguintes: fase de ocorrência, natureza, forma como se manifesta, área de abrangência, probabilidade de ocorrência, duração, magnitude, importância, possibilidade de reversão.

Segundo o Lactec (2011, pg. 487), “a metodologia de análise de significância se baseou na pontuação de 1 a 3, de cada atributo, exceto fase de ocorrência (Fase), natureza (Nat) e forma de manifestação (Mani).” (Tabela 06)

Assim, cada impacto teve sua pontuação somada e foi classificado em três tipos: não significativo, moderadamente significativo e altamente significativo. (Tabela 07)

**TABELA 06** - Pontuação dos atributos segundo a gravidade

Atributo	1	2	3
Área de Abrangência (Abran)	Área Diretamente Afetada	Área de influência direta	Área de Influência indireta
Probabilidade (Prob)	Baixa	Média	Alta/ Certa
Duração (Dur)	Curta/ Temporária	Cíclica	Permanente
Magnitude (Mag)	Pequena	Média	Grande
Importância (Imp)	Pequena	Média	Grande
Reversibilidade (Rev)	Reversível	Parcialmente reversível	Irreversível

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 24 set. 2016

**TABELA 07** - Nível de significância

Nível de significância	Valor
Não significativo	6 a 9
Moderadamente significativo	10 a 13
Altamente significativo	14 a 18

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 24 set. 2016

Serão abordados e analisados, a seguir, os impactos positivos e negativos que tenham alto grau de significância, segundo a classificação citada acima. Os de grau não significativo e moderadamente significativo não serão abordados.

## 8.1 IMPACTOS POSITIVOS

### a) Investimentos globais do empreendimento:

O custo total das obras para a implantação da PCH Dois Saltos está orçado em cerca de R\$ 103.000.000,00, preço para o ano de 2011, podendo ter ajustes para os preços atuais. Esses investimentos vão ser utilizados nas obras civis necessárias para a implantação desta PCH, também para a aquisição dos equipamentos eletrônicos e acessórios eletromecânicos. Carneiro (2010) informa que nos últimos

dez anos a oferta de equipamentos eletromecânicos foi aquecida tornando esse mercado cada vez mais próspero. Assim sendo, este investimento nos acessórios eletromecânicos estará ajudando o mercado a se manter aquecido.

Muitos outros setores, como, por exemplo, fornecedores de máquinas e equipamentos específicos para as PCHs e a indústria de transformação mecânica, também serão favorecidos com a implantação do empreendimento.

Esse impacto benéfico existirá durante a fase da construção da PCH, isso é, por um tempo limitado, tendo sua abrangência a nível local, regional, estadual e nacional. (LACTEC, 2011)

Apesar desses investimentos serem apenas por um tempo limitado, segundo o ABRAPCH (2016), eles “podem ser realizados com conhecimento, tecnologia, equipamentos e materiais totalmente nacionais, sendo um fator de independência estratégica para o país.”

b) Aumento da geração e oferta de energia elétrica:

O empreendimento Dois Saltos prevê uma potência instalada de 25MW. Com toda essa potência é possível fazer um simples cálculo para saber quantas pessoas podem ser beneficiadas por essa energia. Dados do Lactec (2011) informam que 1MW pode atender em média a 7.317 pessoas, sendo assim, um total de 182.952 mil pessoas podem ser atendidas com a instalação desse empreendimento. Segundo o IBGE, a população de Prudentópolis está estimada em 51.849 mil pessoas, assim, com a potência produzida pela PCH Dois Saltos, será possível atender em até mais de 3 vezes esse total da população prudentopolitana.

A geração, ou seja, disponibilidade energética adicional a ser oferecida, embora relativamente modesta no conjunto da geração hidrelétrica do Estado do Paraná, que por sinal é um grande produtor de hidroeletricidade, assegurará condições favoráveis à expansão industrial e comercial e também proporcionará a oferta de eletricidade para consumo doméstico familiar nos meios rural e urbano, aspectos estes que seguramente representam fatores econômicos e sociais altamente positivos. (LACTEC, 2011, p.517)

Segundo ERBER (2011, p.1) “a essencialidade do suprimento de energia para a atividade e mesmo para a subsistência da sociedade justifica, por sua vez, a importância da segurança da disponibilidade energética”, assim, justifica a importância



da implantação da PCH, pois trará maior disponibilidade e acesso à energia elétrica ao conjunto do sistema integrado nacional (SIN).

O município de Prudentópolis, no ano de 2015, teve um consumo total de 58.949MWh e um total de unidades consumidoras de energia elétrica (relógio) de 18.328, segundo dados do IPARDES (2016). Estes valores tendem a aumentar com o passar dos anos, assim, sendo esse consumo cada vez maior, a segurança de oferta de energia oferecida pela PCH Dois Saltos se mostra de grande valia.

## 8.2 IMPACTOS NEGATIVOS

a) Alteração do cenário paisagístico em determinados períodos no trecho de vazão reduzida:

O trecho de vazão reduzida, de acordo com o Lactec (2011, p. 31), é “o trecho do rio que fica entre a captação da água para a operação da usina e o seu retorno no leito do rio – aproximadamente 4 km.” Como no trecho de vazão reduzida da PCH em estudo, existem dois saltos, o Salto Manduri e o Salto Barão do Rio Branco, já citados anteriormente, com a implantação desse empreendimento haverá uma diminuição das vazões sobre os saltos, segundo o Lactec (2011, p.484) “[...] em cerca de 40% do tempo sobre o Salto Manduri, e em cerca de 60% do tempo sobre o Salto Barão do Rio Branco [...]”

No Salto Manduri já ocorre uma falta de água do lado direito da cachoeira, isso devido a existência da PCH Rio dos Patos. Esta falta será agravada com a implantação da PCH Dois Saltos, podendo prejudicar o Recanto Rickli que utiliza esta queda de água como um ponto de atração turística.

Medidas compensatórias para esse impacto são três: a correta operação da PCH Dois Saltos, que deverá manter pelo menos uma vazão de  $1,3\text{m}^3/\text{s}$  no Rio dos Patos; um programa de apoio à infraestrutura turística, assim sendo, a oferta de um local para recreação com uma infraestrutura apropriada; uma mudança na estrutura da barragem da PCH Rio dos Patos, com o objetivo de permitir que o volume de água vertida sobre a barragem seja mais uniforme, preenchendo toda a largura do Salto Manduri. (LACTEC, 2011)

b) Supressão da vegetação:

Esse é o impacto mais significativo do empreendimento: a remoção da vegetação nativa no local da instalação das estruturas necessárias, o que impactará diretamente sobre a fauna e a flora, em um valor estimado de 53.010 m<sup>2</sup>.

Lactec (2011) descreve sobre os impactos na fauna e na flora:

Sobre a flora, a supressão acarreta na perda de espécies, ampliação do efeito de borda e da possibilidade de ocorrência de espécies oportunistas e algumas vezes exóticas invasoras; e sobre a fauna a diminuição de habitat e a instalação de barreira, que trará dificuldade no deslocamento das espécies que utilizam a faixa ciliar do Rio dos Patos.

As condições necessárias para a autorização da supressão da vegetação em área de preservação permanentes (APPs) estão previstas na medida provisória n° 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, do art. 4 do Código Florestal.

Este impacto é irreversível, mas que pode se atenuar. Ele ocorrerá durante a fase de implantação do empreendimento e sua probabilidade de acontecimento é certa.

Como medida compensatória é apresentado o PRAD (Programa de Recuperação de Áreas Degradadas), a proteção da vegetação que esteja vulnerável ou que tenha significado biológico, e a limitação das áreas que serão desmatadas de acordo com o que é realmente necessário.

c) Contaminação biológica:

“Contaminação biológica é o processo de introdução e adaptação de espécies que não fazem parte naturalmente de um dado ecossistema, mas que se naturalizam e passam a provocar mudanças em seu funcionamento.” (ZILLER,2000, p. 125)

Com a implantação do novo empreendimento, a área onde terá atividade humana ficará suscetível a invasão de espécies exóticas, isso é preocupante, pois pode afetar de forma agressiva as espécies nativas da região.

Segundo a resolução da CONABIO, n° 5 de 21 de outubro de 2009,

Ao contrário de muitos problemas ambientais que se amenizam com o passar do tempo, a contaminação biológica tende a se multiplicar e se espalhar, causando problemas de longo prazo que se agravam e não permitem a recomposição natural dos ecossistemas afetados.

A fauna também pode sofrer alterações, pois com a invasão de novas espécies, haverá concorrência quanto à alimentação, ao abrigo, entre outros. Assim, a extinção de espécies pode causar danos irreversíveis aos recursos naturais.

Para controle desse impacto haverá um Programa de Monitoramento e Controle de espécies exóticas invasoras. Onde houver áreas de recuperação deverá ser evitado o uso dessas espécies exóticas, e também se encontrado indícios de espécies invasoras, deverá ser extinguido de imediato, de acordo com as normas ambientais vigentes.

d) Supressão de habitat:

Segundo Campiolo et al (2009, p.140) habitat é

Qualquer porção da superfície do planeta onde um organismo pode viver, mais precisamente é uma série de recursos e condições de uma área que leva uma espécie a ocupá-la. Então, o habitat de uma espécie é a composição e a configuração de uma área que fornece condições para manter suas necessidades vitais (alimento, cobertura, água, espaço, parceiros etc.), possuindo tamanho suficiente para manter a população viável da espécie em questão. Em síntese, o habitat é o local onde uma espécie em particular pode viver, seja temporariamente ou permanentemente.

Assim, a supressão da vegetação acarretará na alteração das espécies animais que se encontram na área atingida, através da falta de recursos como alimento, espaço, entre outros. As aves de hábitos florestais podem ser muito afetadas pela retirada da mata ciliar.

Sobre a fauna aquática, o Lactec (2011) explica que a supressão vegetal, “além da perda e fragmentação de habitat, pode provocar o início ou a aceleração de processos erosivos, que deverão alterar os sistemas de drenagem natural, impactando de forma indireta também a fauna aquática.”

O cuidado para que as áreas desmatadas sejam as mínimas possíveis é uma medida preventiva, além da proteção das áreas que ainda se encontram preservadas.

e) Aumento da ocorrência de acidentes com animais peçonhentos:

A supressão da vegetação, bem como as obras que serão realizadas para a construção da PCH, causará o deslocamento dos animais presentes na região para outras áreas em busca de presas e abrigo. Entre os animais, existem os que podem causar acidentes, como as serpentes e as aranhas.

Segundo a Fiocruz (2012, p.1), animais peçonhentos “são aqueles que possuem glândulas de veneno que se comunica com dentes ocos, ou ferrões, ou agulhões, por onde o veneno passa ativamente. Ex.: serpentes, aranhas, escorpiões, abelhas, araias.”

Assim, com essa dispersão de alguns animais peçonhentos em direção a moradias, em busca principalmente de alojamento, aumentarão os casos de acidentes.

Segundo o Lactec (2011) esse impacto é irreversível, com probabilidade de ocorrência alta e acontecerá durante a fase de implantação. Como medida preventiva, tem a conscientização da população quanto à conservação da fauna e o uso de equipamento de segurança por parte dos trabalhadores.

f) Isolamento de populações:

As mudanças da vegetação na região do empreendimento ocasionará a criação de barreiras que impedirão a dissipação de algumas espécies. Diz o Lactec (2011, p. 505) que “muitos pássaros tropicais e borboletas evitam cruzar rios ou áreas desflorestadas por inibições intrínsecas à dispersão.”

Esse impacto pode causar a diminuição ou até mesmo extinção de algumas espécies locais, pois essas precisam de locais alternados para a sobrevivência, por conta das variações climáticas, da busca por alimentos e água e dos cuidados com a prole.

O Programa de Monitoramento é um dos instrumentos que caracteriza as espécies que se encontram na margem esquerda do Rio dos Patos e o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas é o instrumento que optará pelos melhores locais para a colocação dos corredores de florestas que serão utilizados pela fauna, sendo essas as medidas de compensação dos impactos do empreendimento. (LACTEC, 2011)

g) Destruição de sítios arqueológicos na área dos canteiros, na abertura do túnel de adução e na ampliação e melhoria de estradas:

Buco (2014, p.15) diz que “os sítios arqueológicos são os locais privilegiados para encontrarmos as respostas sobre o passado. São áreas que abrigam quaisquer evidências da presença humana, tanto no passado mais recuado, quanto nos tempos mais recentes.”

Durante a execução das obras de implantação e a abertura de novas ruas para o empreendimento, poderá ocorrer destruição parcial de locais onde existam

possíveis sítios arqueológicos. Por isso a importância de que, antes de começar as obras, seja feita uma busca aprofundada a esses sítios para posterior cadastro dos mesmos.

No Lactec (2011, p.507) fica explícito que “[...] é necessário que se realize o monitoramento arqueológico durante as diferentes fases de construção do empreendimento.”

Sendo esse considerado um impacto de grande dano, é importante que o Programa de Preservação, Prospecção e Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial no Empreendimento Dois Saltos seja bem realizado.

h) Alteração no uso do solo e na renda de proprietários rurais:

As propriedades que se encontram na área afetada pela implantação do empreendimento sofrerão danos, podendo ter suas atividades prejudicadas, o que causará diminuição da renda dos proprietários.

Esse impacto é permanente e de alta pertinência, por isso o Lactec (2011, p. 36) diz que “avaliar individualmente cada propriedade e no caso de inviabilização parcial ou total de alguma propriedade prever medidas com o objetivo de reparar e/ou compensar estes proprietários.”

i) Alteração dos elementos de composição paisagística:

A margem esquerda do Rio dos Patos é destacada por ser uma área de grande preservação, fato dado devido as dificuldades de acesso a este local e com a presença de algumas pequenas cachoeiras. Esse cenário será modificado com a implantação de quatro elementos: canal de adução, construção do dique, formação do lago de regularização e a construção da casa de força e a subestação. (LACTEC, 2011)

As ações de compensação dos danos desse impacto estão no Programa de Apoio ao Desenvolvimento Turístico, que visa o amparo ao desenvolvimento do campo de turismo dos municípios de Prudentópolis e Guamiranga.

## 9 ALTERAÇÕES NAS PCHs EXISTENTES

No cenário onde será implantado a PCH Dois Saltos, isto é, o Rio dos Patos, no município de Prudentópolis, já encontram-se, como dito anteriormente, duas PCH em operação, a Rio dos Patos e Salto Rio Branco. Assim, essas duas PCHs sofrerão alterações em seu funcionamento a partir da instalação do novo empreendimento.

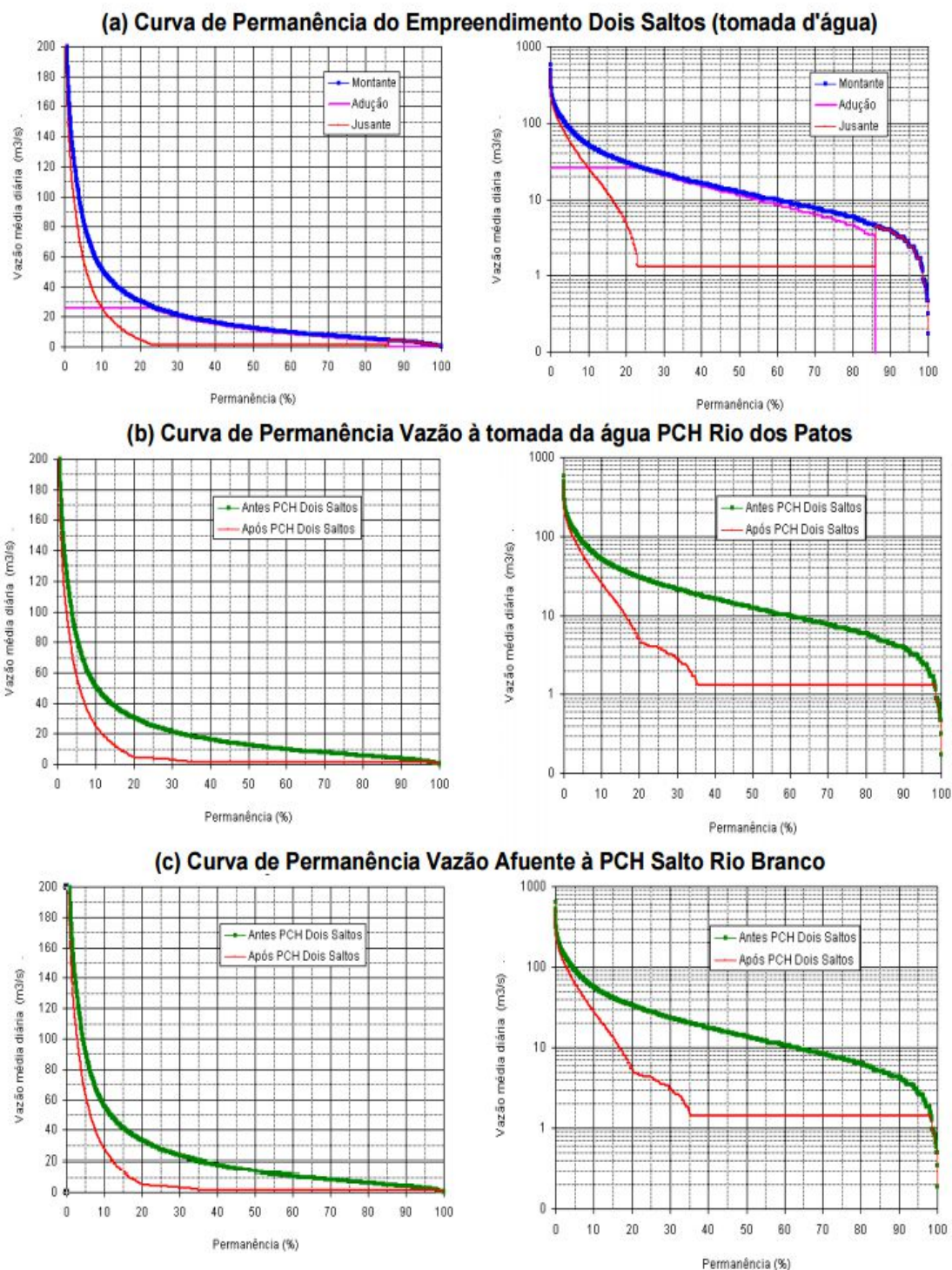
Primeiramente, é importante enfatizar que a futura operação das três usinas necessita estar de acordo com a vazão existente no rio, respeitando a vazão mínima remanescente de 1,3 m<sup>3</sup>/s, esta que foi encontrada a partir de estudos do Lactec, disponíveis no EIA Dois Saltos.

Vazão mínima remanescente pode ser definida segundo a Unisinos (2010, p.3) como “A vazão que deve permanecer (ou remanescer) no curso de água, independentemente das demandas hídricas retiradas ou lançamentos efetuados, com vistas a manter as condições ecológicas mínimas necessárias à manutenção da vida.”

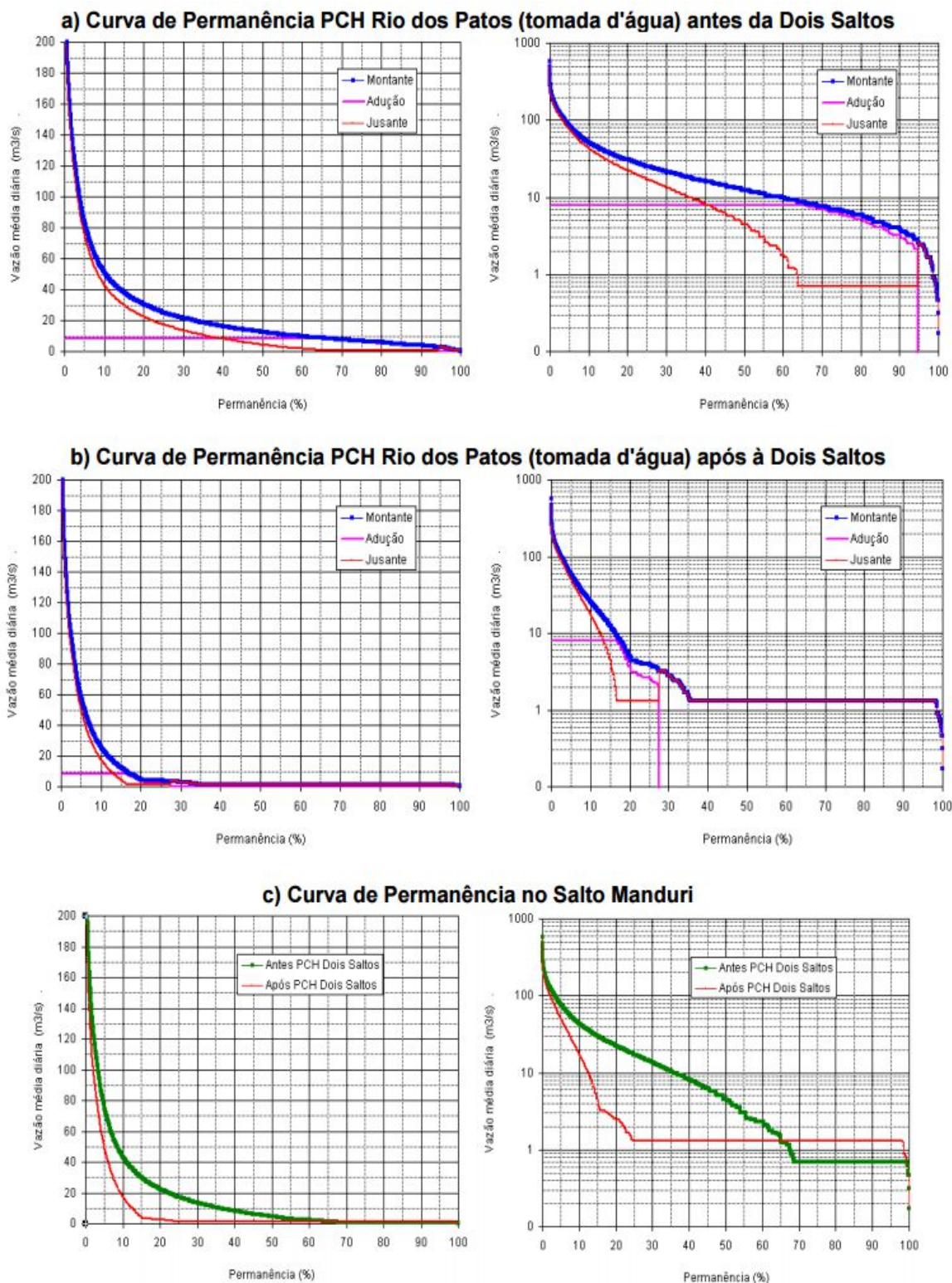
Para encontrar a essa vazão de 1,3m<sup>3</sup>/s, Lactec levou em consideração a vazão paisagística ou cênica, por conta da existência dos dois saltos, o Salto Manduri ou Rickli e o Salto Barão do Rio Branco, no trecho de vazão reduzida, que segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH (2011, p. 1) é o “trecho do curso de água compreendido entre a barragem ou o canal de adução e a seção do curso natural na qual as vazões são restituídas.”

Também foram utilizadas análises das curvas de permanências médias diárias (Figuras 12, 13 e 14), antes e após a instalação do novo empreendimento em alguns locais específicos. O eixo de vazão da curva de permanência está desenhado em escala aritmética nas figuras à esquerda, e à direita em escala logarítmica. (LACTEC, 2011)

Assim, com base na análise das figuras 12,13 e 14, e que o empreendimento Dois Saltos use o máximo disponível da vazão respeitando a vazão remanescente encontrada de 1,3m<sup>3</sup>/s a jusante, e as outras duas PCHs também mantenham a vazão mínima de 1,3 m<sup>3</sup>/s, é possível encontrar que, dos 100% do tempo da PCH Dois Saltos, 63% ela irá operar com uma vazão menor que 25,6 m<sup>3</sup>/s. Assim a PCH Rio dos Patos não terá geração e a PCH Salto Rio Branco somente irá funcionar com a vazão afluente do rio Manduri, em 14% não funcionará e em 23% do tempo terá capacidade máxima de geração de energia. (LACTEC, 2011)



**FIGURA 12** - Curvas de Permanência. a) Curvas de permanência no local da tomada da água do Empreendimento Dois Saltos, em azul a montante da tomada da água, em rosa a adução para o Empreendimento Dois Saltos e em vermelho a vazão que segue a jusante, que é a diferença entre montante e adução; b) Curva de permanência da vazão afluyente à tomada da água da PCH Rio dos Patos; c) Curva de permanência da vazão afluyente à tomada da água da PCH Salto Rio Branco. Fonte: Lactec(2011). Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016



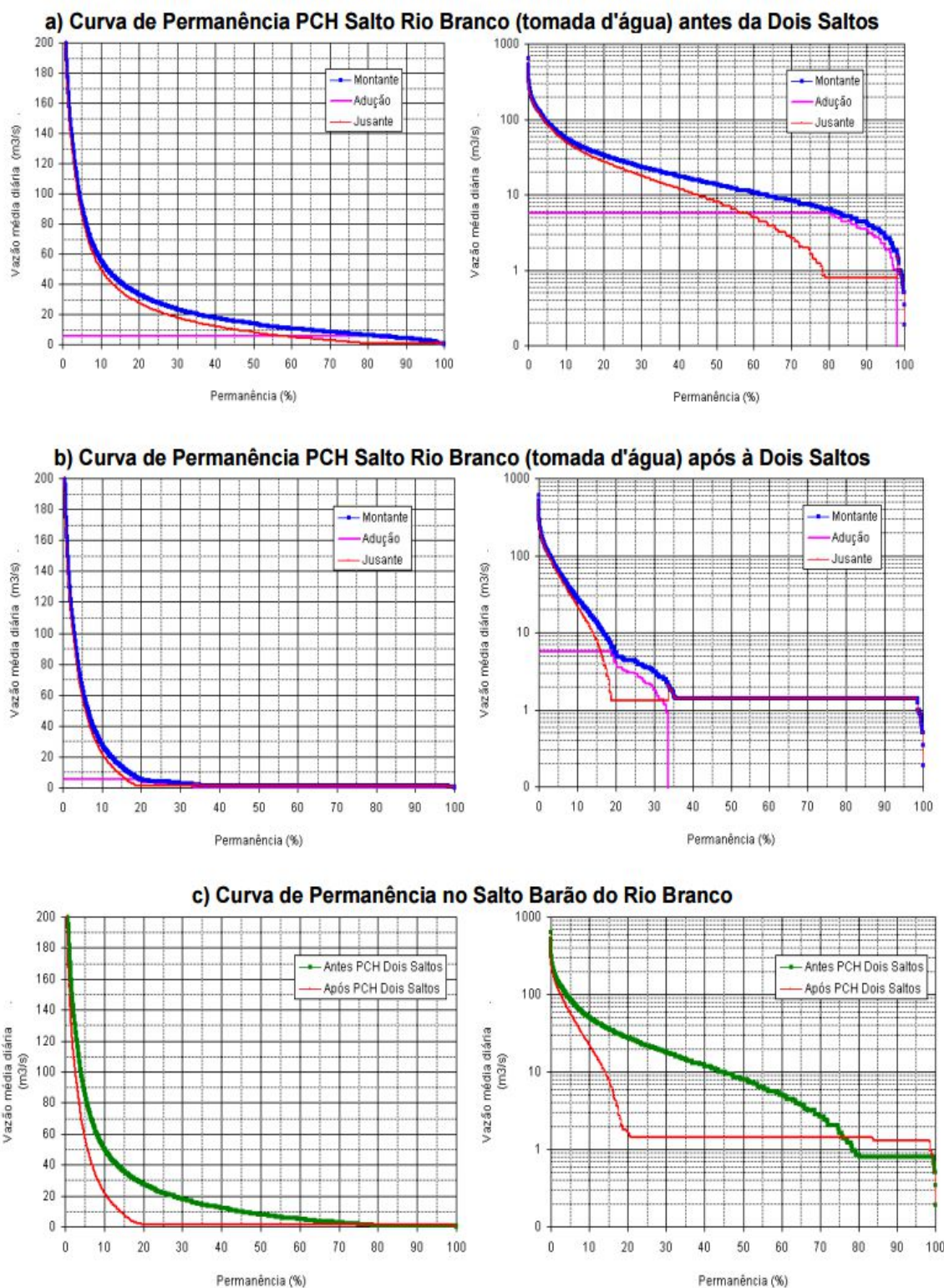
**FIGURA 13** - Curvas de Permanência. Curvas de permanência no local da tomada da água da PCH Rio dos Patos, cenários (a) sem e (b) com a existência do Empreendimento Dois Saltos, em azul a montante da tomada da água, em rosa a adução para PCH Rio dos Patos e em vermelho a vazão que segue a jusante pelo Salto Manduri, que é a diferença entre montante e adução; c) Curva de permanência da vazão no Salto Manduri, em verde anterior o Empreendimento Dois Saltos e em vermelho após o Empreendimento Dois Saltos.

Fonte: Lactec(2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf) >.

Acesso em: 17 set. 2016





**FIGURA 14** - Curvas de Permanência. Curvas de permanência no local da tomada da água da PCH Salto Rio Branco, cenários (a) antes e (b) após o Empreendimento Dois Saltos, em azul a montante da tomada da água, em rosa a adução para PCH Salto Rio Branco e em vermelho a vazão que segue a jusante pelo Salto Barão do Rio Branco, que é a diferença entre montante e adução; c) Curva de permanência da vazão no Salto Barão do Rio Branco, em verde anterior o Empreendimento Dois Saltos e em vermelho após o Empreendimento Dois Saltos.

Fonte: Lactec(2011). Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.

Acesso em: 17 set. 2016

Assim, de acordo com esses estudos do Lactec, as outras duas PCHs Rio dos Patos e Salto Rio Branco já existentes passarão a ficar sem operação durante 72% e 66% do tempo, respectivamente, sendo essa uma importante alteração do funcionamento destas.

**TABELA 08** - Aproveitamento das usinas já instaladas antes e após a implantação do Empreendimento Dois Saltos

APROVEITAMENTO	POTENCIA	ENERGIA MÉDIA		ENERGIA FIRMA	
	INSTALADA	MW	MW	MW	MW
	(MW)	atual	futura	atual	futura
Rio dos Patos	1,8	1,40	0,46	1,37	0,39
Salto Rio Branco	2,50	2,23	1,16	2,24	1,08

Fonte: Lactec (2011). Disponível em:  
 <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_EMPREENDIMENTO\\_DOIS\\_SALTOS\\_final\\_v2.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_EMPREENDIMENTO_DOIS_SALTOS_final_v2.pdf)>.  
 Acesso em: 17 set. 2016

Sendo a energia média medida durante um período normal de vazões do rio e a energia firma sendo definida pela ANEEL (2005, p. 9) como “[...] à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida, supondo a ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico de vazões do rio onde ela está instalada”, então durante a operação dessas duas PCHs existentes, com as vazões mínimas ambientais e não aproveitadas no empreendimento Dois Saltos, a potência delas passará por modificações representadas na Tabela 08. Durante os períodos de estiagem, nenhuma das três PCH irá operar, pois não atenderá a vazão mínima necessária para elas.

## 10 CONCLUSÃO

No Brasil, a busca por fontes alternativas de energia, com menores custos e menores impactos ambientais, alavancou o mercado das PCHs, já que essas são consideradas como energia limpa no mercado mundial, renovável e tem menos impactos quando comparadas com as usinas hidrelétricas e outras fontes não renováveis.

O presente trabalho buscou apresentar uma breve conceituação sobre as PCHs e seus componentes básicos, e também demonstrar os dados da implantação da PCH Dois Saltos no município de Prudentópolis e as mudanças que essa trará ao mesmo. Esse mesmo município já conta com duas PCH instaladas, a Rio dos Patos e Salto Rio Branco, e, por seu relevo muito favorável, é sempre muito procurado para a instalação de novos empreendimentos hidroelétricos.

Ao fato de que a PCH Dois Saltos não precisará de uma barragem e nem da formação do reservatório, pois fará a captação do reservatório já existente da PCH Rio dos Patos, seus impactos ambientais serão menores e ocorrerão em sua maioria durante a fase de instalação. Assim, mesmo que empreendimentos hidrelétricos sempre causem impactos, se todas as medidas, programas e planos ambientais forem cumpridos integralmente, o empreendimento pode se tornar ambientalmente viável.

Sobre como a implantação da PCH Dois Saltos afetará as duas já existentes no mesmo rio, é necessário primeiro que as três PCHs respeitem a vazão mínima encontrada, e que em períodos de vazão menor que a mínima, nenhuma das três PCHs opere. Haverá diminuição do tempo de funcionamento e da energia gerada pelas PCHs Rio dos Patos e Salto Rio Branco, porém como os donos do novo empreendimento são os mesmos donos das PCHs citadas, não haverá problemas quanto ao não funcionamento e a diminuição da energia gerada por essas duas PCHs.

Portanto, a implantação do empreendimento em questão é de suma importância porque fornecerá energia para suprir a demanda necessária para indústrias, comércios e residências rurais e urbanas, além de propiciar crescimento econômico, principalmente para o município de Prudentópolis.

## 11 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ralph de Medeiros; ANDRADE, Adriane de. **O estado do Paraná no alvo das eletroestratégias. XV Jornada do trabalho**, Guarapuava, PR, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3 ed.** Brasília, DF, 2008. 233 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Energia Assegurada / Cadernos Temáticos ANEEL; 3.** Brasília, DF, 2005. 82 p. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/caderno3capa.pdf>>. Acesso em 17 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **BIG - Banco de Informações de Geração: Capacidade de Geração do Brasil.** 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em 27 abr. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Relatório.** Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias\\_area/arquivos/48500000760200300.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/arquivos/48500000760200300.pdf)>. Acesso em 29 abr. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução Nº 652: Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH).** 2003. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/Cobranca\\_Uso/Cobranca/Resolucao\\_ANEEL\\_652\\_03.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/Cobranca_Uso/Cobranca/Resolucao_ANEEL_652_03.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2016.

ANDRADE, Adriane de. **Conflitos socioambientais ocasionados por pequenas centrais hidrelétricas no município de Prudentópolis-PR: o caso da PCH Dois Saltos.** 2014. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ANDRADE, José Sérgio de Oliveira. **Pequenas centrais hidrelétricas: análise das causas que impedem a rápida implantação de um programa de PCH no Brasil.** 2006. 105 f. Dissertação - Curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – Unifacs, Salvador, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PCHS E CGHS (ABRAPCH). **PCHs e o meio ambiente.** Disponível em: <<http://www.abrapch.org.br/pchs/pchs-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 03 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6445/1987. Turbinas hidráulicas, turbinas – bombas e bombas de acumulação.** Rio de Janeiro, RJ, 1987.

BASTOS, Leonardo Pussieldi. **Matriz e índice de avaliação de impactos ambientais para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas**. Dissertação, Curitiba, PR, 2013. Disponível em:

<<http://www.institutoslactec.org.br/menu-capacitacao/dissertacao-leonardo-pussieldi-bastos/>>. Acesso em 03 set. 2016.

BUCO, Cristiane de Andrade. **Sítios arqueológicos brasileiros**. Santos, SP, 2014. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002335/233500m.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.

CAMPIOLO, Sofia. **Fatores que limitam a distribuição de uma espécie: seleção de habitat**. In: Rossineide M. da Rocha. (Org.). Mecanismos de ajustamento ambiental e colonização. Palmas, TO, 2010, p. 172-181. Disponível em: <[http://www.aedi.ufpa.br/biologia/arquivos/Book\\_Mod\\_VI.pdf](http://www.aedi.ufpa.br/biologia/arquivos/Book_Mod_VI.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

CANDIANI, Giovano, et al. **Estudo de caso: aspectos socioambientais da pequena central hidrelétrica (PCH)-Queluz-SP, na bacia do Rio Paraíba do sul**. Revista do Departamento de Geografia – USP, Volume 25, p. 98-119, 2013.

CARNEIRO, Daniel Araújo. **PCHs: Pequenas centrais hidrelétricas**. Aspectos jurídicos, técnicos e comerciais. Rio de Janeiro: Canal Energia, 2010. 135 p.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A - ELETROBRÁS. **Plano nacional de energia elétrica 1993/2015**. Rio de Janeiro, 1994.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRÁS. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Rio de Janeiro, 2000.

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS. **O que é?** 2015. Disponível em: <<http://cerpch.unifei.edu.br/pt/o-que-e/>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

COMISSÃO NACIONAL DE BIODIVERSIDADE- CONABIO. **Resolução CONABIO nº 5 de 21 de outubro de 2009**. 2009. Disponível em: <[http://www.institutohorus.org.br/download/marcos\\_legais/Resolucao\\_CONABIO\\_n5\\_EEI\\_dez\\_2009.pdf](http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/Resolucao_CONABIO_n5_EEI_dez_2009.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1986\\_001.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf)>. Acesso em 17 set. 2016.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. **Análise Técnica do projeto civil da PCH Dois Saltos: Relatório de avaliação técnica**. Curitiba, 2006.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL. **Relatório ambiental usina hidrelétrica Rio dos Patos**. Guarapuava, 1999.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA – COPEL. **Usina Chaminé** 2016. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jspendereco2Fhpcopel2Froot2Fpagcopel2.nsf%2F044b34faa7cc1143032570bd0059aa292F67c8073745cd4819032574120051d421>>. Acesso em 25 jun. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. **Resolução Nº 129, de 29 de Junho de 2011**. Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14)>. Acesso em: 24 set. 2016.

CORSINI, Rodnei. **Ponte Rolante**. Equipamento acoplado sobre trilhos tem movimentação aérea para transportar cargas. 2014. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/37/ponte-rolante-308775-1.aspx>>. Acesso em: 10 out. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA - EPE. **Balço Energético Nacional**. EPE - Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2015. 289 p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA - EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2015**. EPE - Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, 2015. 232 p.

ERBER, Pietro. **Uma Política Energética para o Desenvolvimento Sustentável**. 2011. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/down\\_loads/eficiencia/politica\\_energetica\\_desenv\\_sust.pdf](http://www.inee.org.br/down_loads/eficiencia/politica_energetica_desenv_sust.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2016.

ERENO, Dinorah. **Pequenas em expansão: Novas hidrelétricas de até 30 megawatts e recuperação de usinas desativadas ampliam capacidade de geração**. Revista **Pesquisa FAPESP**, p.80-83, mar. 2009.

FARIAS, R. A. N. **Avaliação dos Procedimentos de Autorização e Outorga para Implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. 259 p. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM - 161/2014, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

FIOCRUZ - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Animais Peçonhentos e Venenosos**. 2012. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/sinitox/media/serpentes.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.

GUITARRARA, Gabriel Bozzola. **Estimativa de vazão para implantação de micro-centrais hidrelétricas com utilização do SIG**. 44 p. TCC – Curso de Engenharia

Elétrica, Escola de engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Conceitos Básicos**. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/iap/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=726>>. Acesso em: 17 set. 2016

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO - LACTEC. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA), para a Pequena Central Hidrelétrica Dois Saltos**. Curitiba, 2011.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO - LACTEC. **Relatório de impacto ambiental (RIMA) para a Pequena Central Hidrelétrica Dois Saltos**. Curitiba, 2011.

INATOMI, T. A. H. & UDAETA, M. E. M. **Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos**. Disponível em: <[http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI\\_TAHI\\_IMPACTOS\\_AMBIENTAIS.pdf](http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI_TAHI_IMPACTOS_AMBIENTAIS.pdf)> Acesso em: 27 abr. 2016.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. **Caderno Estatístico - Município de Prudentópolis**. 2016. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=84400>>. Acesso em: 17 set. 2016.

JASPER, Fernando. **Aumento de preço e mudança na Aneel reaquecem o mercado para PCHs**: Novo valor promete tirar do papel pequenas centrais hidrelétricas, que agora têm trâmite mais ágil na agência reguladora. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/aumento-de-preco-e-mudanca-na-aneel-reaquecem-o-mercado-para-pchs-esla0v818kyic5dbjz6ozh8l5>>. Acesso em 28 abr. 2016.

LIMA, Bruno Wilmer Fontes. **Centrais Hidrelétricas de Pequeno Porte e o Programa Brasileiro de PCHs**. 2009. 82 p. TCC - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, 2009.

MAKARON, Paula Matos. **Análise de viabilidade de projetos de pequenas centrais hidrelétricas: pontos críticos de sucesso a partir de estudos de caso no estado de Santa Catarina**. 2012. 157 f. Dissertação - Curso de Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MRS ESTUDOS AMBIENTAIS. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da Unidade 3 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto**. 2006. Disponível em: <<http://memoria.cnem.gov.br/manut/ImprimeCrono.asp?Ano=2006&seq=1&unidade=CNEN>>. Acesso em: 17 set. 2016.

NAHAS, Renato Luiz de Lima. **PCHs- Viabilidade e Inventário Hidrelétrico**. 2010. 32 f. TCC - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

NOWAKOWSKI, Geórgia Alana Andréas et al. **Pequenas centrais hidrelétricas no estado do paraná: dilemas e oportunidades**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2013, Salvador/BA. Salvador 2013. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/X-003.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

OLIVEIRA, Kellyn Pâmela de Carvalho; SILVA, Paula Alves da; SIGNORINI, Roberta. **ESTUDOS GERAIS PARA PROJETO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COM ENFOQUE NAS AVALIA OES HIDROLÓGICAS**. 2010. 95 f. TCC - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

POLIZEL, Luiz Henrique. **Metodologia de prospec o e avalia o de pré-viabilidade expedita de gera o distribuída (GD): caso eólico e hidráulico**. 2007. 139 f. Disserta o (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <[file:///C:/Users/Helluany Mehl/Downloads/2007\\_07\\_26\\_Dissert\\_Polizel.pdf](file:///C:/Users/Helluany%20Mehl/Downloads/2007_07_26_Dissert_Polizel.pdf)>. Acesso em 25 jun. 2016.

QUEIROZ, Rosemar de, et al. **Gera o de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais**. Revista Eletr nica em Gestão, Educa o e Tecnologia Ambiental – REGET. e-ISSN 2236 1170 - v. 13 n. 13 Ago. p. 2774- 2784, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/9124>>. Acesso em 28 abr. 2016.

SLOMPO Caio C. V.; KLOSTERMANN, Reinaldo, Z. **Estudo de parâmetros operacionais para otimiza o da opera o energética de PCHs**. Trabalho de conclusão de curso. Curitiba, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA. Governo do Estado do Paraná. **Bacia Hidrográficas do Paraná: Série Histórica**. Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista\\_Bacias\\_Hidrograficas\\_do\\_Parana.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/Revista_Bacias_Hidrograficas_do_Parana.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2016.

SECRETARIA DE MINAS E ENERGIA. **Plano energético do Rio Grande do Sul 2016/2025**. 2016. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/plano-energetico>>. Acesso em 25 jun. de 2016.

SOUZA, Marina Moura de; BARBOSA, Admilson Clayton. **Incentivos às pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) PROINFA e MDL**. 2009. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/9440149-Incentivos-as-pequenas-centrais-hidreletricas-pchs-proinfa-e-mdl.html>>. Acesso em 28 abr. de 2016.



UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos. **Plano Sinos – Plano de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. São Leopoldo, RS, 2009. Disponível em: <<http://www.consorcioprosinos.com.br/downloads/Meta3Ativ.3.3Situaçãorec.Hídricos.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.

ZATTONI, Célio Carlos. **Materiais para tubulação**. Volume 3. 2008. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZmF0ZWZzcC5icnxjZWxpb3xneDo3MzkwOWNkYjQwMzU1YjU>>. Acesso em: 10 out. 2006

ZILLER, Silvia Renate. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no Segundo Planalto do Paraná: Diagnóstico Ambiental com Enfoque à Contaminação Biológica**. 2000. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/download/artigos/Contbiocampostese.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2016