



## Análise de viabilidade da Implantação de uma PCH como Fonte Alternativa de Energia na Bacia do Rio Turvo/RS

**Sheron Maciel Manganeli<sup>1</sup>, Martha M. Junges Fabrin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria (sheronmanganeli@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria (marthajunges@gmail.com)

### Resumo

A questão da demanda de por energia apresenta, ainda, grandes desafios para a sociedade brasileira, tanto na periferia de grandes centros urbanos como em regiões pouco desenvolvidas. Portanto, o planejamento e a regulamentação da oferta de energia devem ir em busca de formas de suprimento energético compatíveis com o potencial energético e as necessidades socioeconômicas nacionais e regionais. Sendo assim, é preciso que cada recurso energético seja estrategicamente estudado e aproveitado, visando à maximização dos benefícios proporcionados, promovendo o desenvolvimento econômico, e à minimização dos impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade. Para microrregiões, como a região da Bacia do Rio Turvo, esse desenvolvimento é de grande importância, também de um âmbito macro regional, além de que a demanda por energia elétrica é crescente nessas regiões. O presente trabalho apresenta um estudo feito sobre a viabilidade de implementação de uma nova Pequena Central Hidrelétrica (PCH) no Eixo Esperança do Sul, que se encontra disponível para atividade deste fim. O estudo engloba vários levantamentos inerentes à empreendimentos destinados ao aproveitamento energético por meio de hidroeletricidade.

**Palavras-chave:** Pequena Central Hidrelétrica. Viabilidade. Aproveitamento Energético.

**Área Temática:** Energia e energias renováveis.

## **Feasibility analysis of the implementation of a SHP as Alternative Energy Source in the Bacia Do Rio Turvo/RS**

### **Abstract**

*The demand for energy also presents great challenges for a Brazilian society, both in the periphery of large urban centers and in developed versions. Therefore, the planning and regulation of the energy supply should go in search of forms of energy supply compatible with the energy potential and the national and regional socioeconomic needs. Therefore, it is necessary that each energy resource is strategically studied and harnessed, aiming at maximizing the benefits provided, promoting economic development, and minimizing negative impacts on the environment and society. For micro-regions, such as the Bacia do Rio Turvo, this development is of great importance, also of a macro-regional scope, in addition to that the demand for electric energy is increasing in these regions. This work presents a study about the feasibility of implementing a new Small Hydroelectric Power Plant (SHP) in the Esperança do Sul Axis, which is available for this purpose. The study encompasses several surveys related to the projects destined to the energetic use by means of hydroelectricity.*

**Key words:** *Small Hydropower Plant. Feasibility. Energy Utilization.*

**Theme Area:** *Energy and renewable energies.*



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

### 1 Introdução

Devido à crescente melhora na qualidade de vida do indivíduo a necessidade por maior geração de energia, fez com que, a energia proveniente do trabalho animal, fosse substituída pela hidráulica (ANEEL, 2008). Por ser um mecanismo energético com grande abundância e renovável, a hidrelétricidade tem sido o pilar do sistema elétrico no Brasil (TOLMASQUIM, 2016). Porém, os empreendimentos hidrelétricos têm sido apontados como insustentáveis, devido a presença de problemas físicos, químicos e biológicos, no ambiente em que estão em interação, provenientes das suas grandes construções (BERMANN, 2007). O setor elétrico, no Brasil, passou por modificações recentes, vindo a estimular fontes não-convencionais, além de uma descentralização na geração (TOLMASQUIM, 2016). Essa reformulação foi fundamental para aumentar a importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas (ANEEL, 2008).

Muitos dos pequenos aproveitamentos hidrelétricos do Brasil localizam-se nas regiões Sul e Sudeste (ANEEL, 2008). No Rio Grande do Sul, segundo a FEPAM (2017), na região da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo pode-se destacar o uso dos recursos hídricos para a geração de energia, que, segundo a SEMA (2005), auxilia no desenvolvimento macrorregional. Desse modo, o presente trabalho objetiva avaliar a viabilidade da implantação de uma PCH na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo.

### 2 Metodologia

Como metodologia utilizada neste trabalho foram feitos levantamentos de estudos sobre aspectos inerentes à aproveitamentos hidrelétricos e sobre as características do Eixo Esperança do Sul disponível para tal fim na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo. Esses levantamentos foram realizados por meio de pesquisas bibliográficas acerca do assunto pretendido em diversos documentos de diversas autorias.

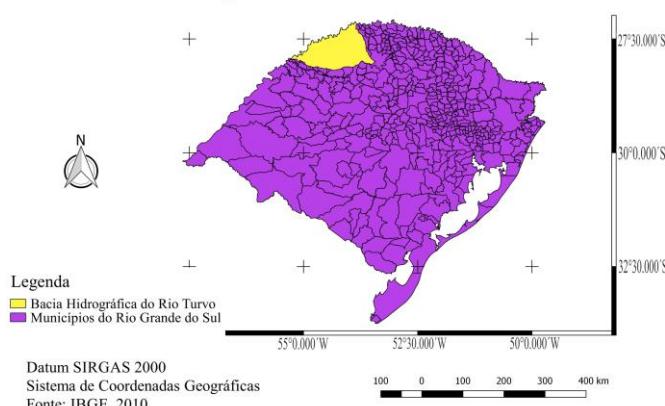
### 3 Resultados

#### 3.1 Localização e caracterização territorial

Segundo ANEEL (2016), um dos eixos disponíveis na Bacia do Rio Turvo (Figura 1), no Estado do Rio Grande do Sul, pertence à PCH Esperança do Sul, localizada no município de Esperança do Sul, entre Três Passos e Tenente Portela (ANEEL, 2016).

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo

Localização da BH do Rio Turvo no RS



Fonte: Autoras, 2017.



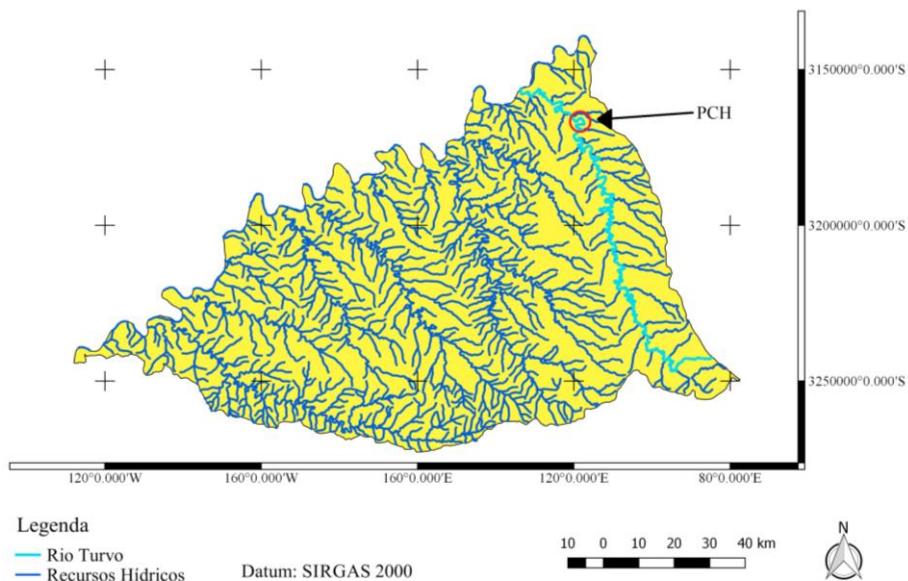
## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

O Rio Turvo (Figura 2) está na Região Hidrográfica Uruguai, que possui área de 174.110,0 km<sup>2</sup>, onde os principais usos da água se destinam a dessedentação animal, abastecimento humano e irrigação. A estrutura agrária é baseada predominantemente nas pequena e média propriedades (FEPAM, 2017).

Figura 2 – Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Turvo

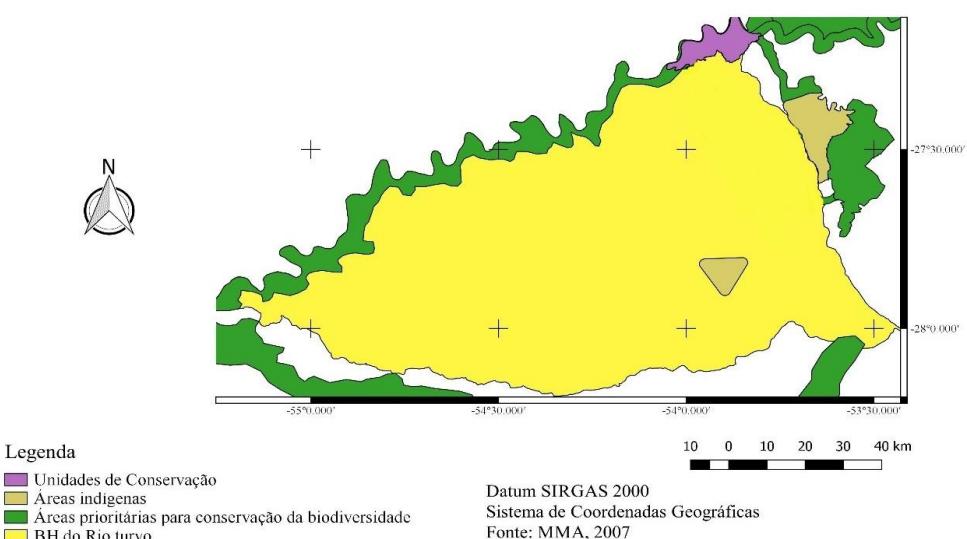
### Recursos Hídricos da Bacia do Rio Turvo



Fonte: Autoras, 2017.

De acordo com MMA (2006), a área da sub-bacia do Uruguai 1 é de 10.810 km<sup>2</sup> e possui grande potencial de geração de energia através de pequenas centrais (MMA, 2006). A bacia do Rio Turvo conta com uma unidades de conservação (Figura 3), como o Parque Estadual do Turvo, no município de Derrubadas com 7.491,40 há (FEPAM, 2017).

Figura 3 - Áreas restritas de preservação para implementação de PCH na Bacia do Rio Turvo  
Áreas de restrição para implementação de uma PCH na BH do Rio Turvo



Fonte: Autoras, 2017.



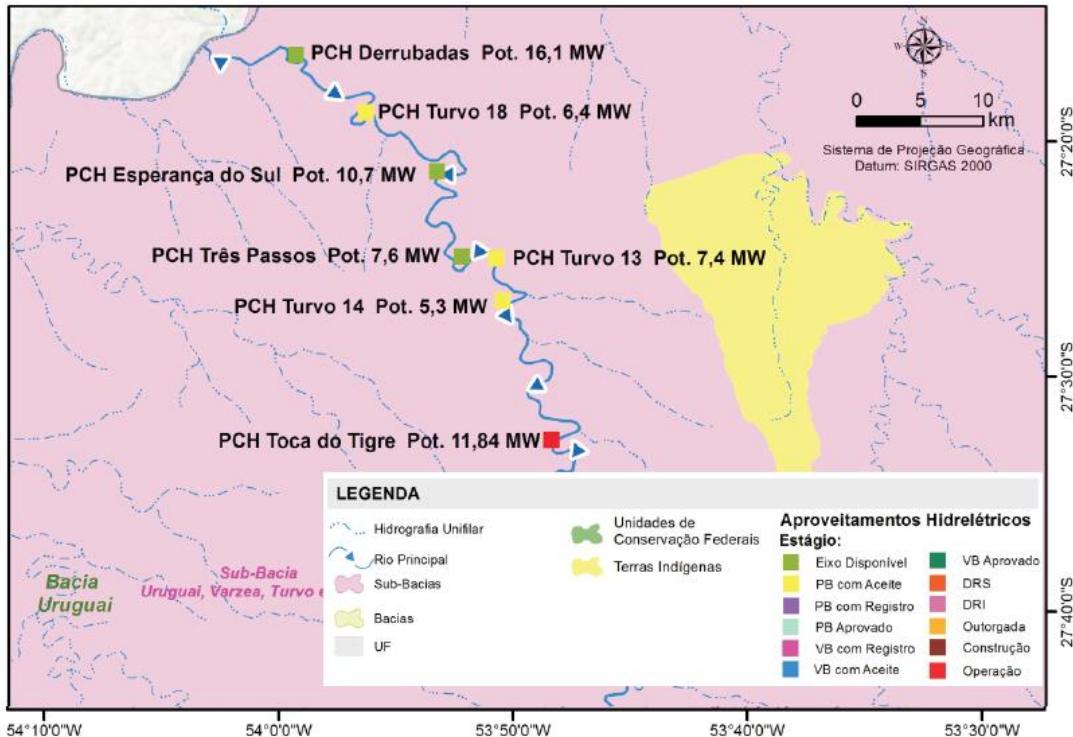
## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

### 3.2 Caracterização do eixo disponível

De acordo com a ANEEL (2016), a implementação de uma PCH na área de interesse apresenta viabilidade, desse modo caracterizou a área como um eixo disponível (Figura 4) para aproveitamento hidrelétrico, divulgando ainda dados (Tabela 1) do local estudado.

Figura 4 - Eixos disponíveis para aproveitamento hidrelétrico na Bacia do Rio Turvo



Fonte: adaptado de ANEEL, 2016.

Tabela 1 - Dados referentes ao eixo disponível de Esperança do Sul para implementação de nova PCH

Nome	Esperança do Sul
Município 1/UF	Três Passos/RS
Município 2/UF	Tenente Portela/RS
Rio	Rio Turvo
Latitude do Eixo	27°21'16,22"S
Longitude do Eixo	53°53'18,44"W
Potência (KW)	10700
Nível d'água máximo a montante (m)	202
Nível d'água normal a jusante (m)	180

Fonte: adaptado de ANEEL, 2016.

### 3.3 Fases dos estudos do projeto

Os estudos são feitos por toda a estrutura do setor elétrico (Figura 9) da seguinte maneira: o inventário é feito pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), esse inventário é enviado ao Ministério de Minas e Energia (MME) e é comparado com os estudos feitos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), se os estudos forem compatíveis são então enviados para a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e esta última é responsável

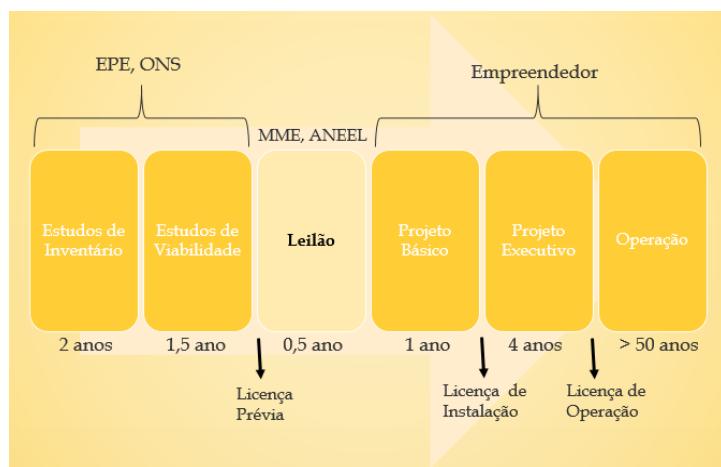


## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

por licitar, através de leilões ou não, e autorizar a implementação de uma nova usina hidrelétrica (ONS, 2013). Essas etapas para implantação de uma usina hidrelétrica encontram-se na Figura 5.

Figura 5 - Etapas para implantação de uma usina hidrelétrica.



Fonte: adaptado de ONS, 2013.

### 3.4 Inventário ou Plano Diretor

Basicamente, trata-se da escolha de locais prováveis de barramento em uma bacia hidrográfica específica, com a melhor divisão das quedas. O melhor local é determinado através da geologia e topografia do local, caracterizando-se de maneira superficial os eixos barráveis prováveis e os materiais naturais do qual pode ser feita a construção (PINHEIRO, 2015).

### 3.5 Estudos Preliminares e de Viabilidade

Na fase de estudos preliminares leva-se em conta a localização e a dimensão que irá tomar a obra e seu reservatório. Os levantamentos topográficos, os estudos geológicos e geotécnicos do terreno e as medições de área e a proporção da obra são estudos de base e são necessários para o desenvolvimento do empreendimento (ANA, 2015).

Já na etapa de viabilidade, os estudos são em função da viabilidade técnica, econômica e ambiental da construção e operação da usina, da barragem e do seu reservatório, a melhor posição do eixo barrável, o tipo de barragem mais adequado, bem como o material da qual será feita a barragem, a posição dos elementos da obra (PINHEIRO, 2015). Além dos elementos já citados, fazem parte desta etapa os estudos ambientais que sustentam a elaboração do EIA/RIMA (quando necessário), que, de acordo com MMA (2005), ambiental devem levar em consideração alguns critérios, sendo eles avaliados nos meios físico, biótico e antrópico.

### 3.6 Projeto Básico

Nesta fase do projeto os estudos e investigações feitas serão analisados para poder ser feita a configuração final das obras do projeto (PINHEIRO, 2015). Dentro os elementos necessários, devem haver elementos escritos e visuais, como desenhos ou outros meios, que possibilitem e facilitem o estudo. Os materiais de construção que serão empregados à obra, a localização de um canteiro junto à obra, as medições quantitativas do que será utilizado, farão parte desta etapa, além dos orçamentos finais e especificações técnicas, como os resultados



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

dos ensaios laboratoriais e de campo, com a definição final e o dimensionamento, para, então, poder ser conseguida a licitação e dar-se início à construção da obra (ANA, 2015).

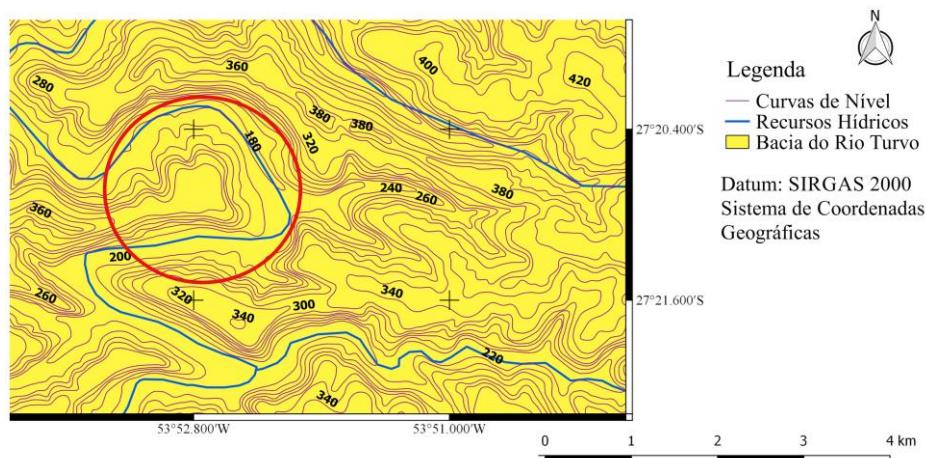
Então, estudos foram realizados de modo a caracterizar a área de implantação com critérios referentes à criação de projetos de barragem (ANA, 2015). Primordialmente, devem ser realizados estudos quanto à hidrologia da região, como pode ser visto na Figura 6. Após, é necessário ser feita a caracterização geológica e topográfica da região (Figura 7).

Figura 6 - Vazões dos Cursos d'água do Parque Estadual do Turvo.

Rios	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Vazão média de longo período (m <sup>3</sup> /s)
Turvo	2.011	47,19
Parizinho	196	5,05
Arroio Calixto	48	1,30

Fonte: adaptado de SEMA, 2005.

Figura 7 - Curvas de nível do local de implementação da PCH na Bacia do Rio Turvo  
Curvas de Nível do Local de Implantação da PCH



Fonte: Autoras, 2017.

De acordo com o DRH (2012), o tipo de solo da área de implementação da PCH compreende Gleissolo Háplico Ta eutrófico típico + Gleissolo Háplico Ta eutrófico típico e Latossolo Vermelho distroférreo típico e esse tipo de solo tem suscetibilidade à erosão nula ou muito baixa. E, outra característica importante é a estimativa da área da bacia hidráulica, formada pelo reservatório criado pela barragem (Figura 8), é estimada em 1,6 km<sup>2</sup>.

Figura 8 - Área da Bacia Hidráulica da PCH



Fonte: Adaptado de Google Satélite, 2017.



### 3.7 Projeto Executivo

O Projeto Executivo consiste no detalhamento do projeto básico, e é realizado durante a construção, uma vez que as condições reais encontradas na implantação podem otimizar custos importantes. Nele devem ser detalhadas as soluções preconizadas no Projeto Básico das obras civis e dos equipamentos hidromecânicos e elétricos adaptando-os às condições reais encontradas durante a construção (ANA, 2015). Como ainda a implementação da PCH está em fase de levantamento de dados para o Projeto Básico e envio para o MME, essa fase será realizada posteriormente, juntamente com a implantação da PCH, pois os levantamentos a serem feitos nessa etapa são feitos na fase construtiva.

A implantação da fonte alternativa de energia, no caso a PCH, se dá em conjunto com o Projeto Executivo, e nessa fase, além do detalhamento do Projeto Básico, são levantados estudos acerca da viabilidade econômica e algumas especificações técnicas primordiais. Como estamos ainda em fase de Projeto Básico, as informações levantadas referentes à essa etapa serão: Potência instalada; Tipo de turbina; Custos; Valor de venda de energia.

Conforme o Artigo 3º, da Resolução 652/2003, dentro dos critérios estabelecidos, será enquadrado como PCH o gerador de energia que possuir reservatório de área inferior a 3,0 km<sup>2</sup>. A área da bacia hidráulica, que é a bacia formada pelo reservatório criado pela barragem, é estimada em 1,6 km<sup>2</sup>, e ao utilizar a dimensão do reservatório determinada para este projeto, encontrou-se o valor de potência elétrica instalada de 2,46 MW. Ainda, pode-se constatar que, com a diferença de altura de água a montante e a jusante, a turbina indicada é a do tipo Kaplan, pois esta opera em alturas de queda d'água de 15 a 60 metros, combinando pressão e velocidade da corrente de água para acionar seu eixo, resultando em um rendimento elevado (SOUZA, 2013).

Quanto aos custos de uma PCH, o estudo feito por Neto (2013), mostra valores médios genéricos de custos da implantação de uma PCH com a criação cenários. No cenário base de seu estudo, Neto (2013) constatou que, para uma Tarifa de Venda de Energia de R\$ 145,00/MWh e um Investimento Total de R\$ 20.234.619,20, observou-se que todos os métodos de avaliação e análise apresentados apresentaram resultados positivos quanto aos critérios de aceitação para investimento no empreendimento.

## 4 Conclusão

O presente trabalho foi desenvolvido com o propósito de avaliar uma série de informações, sendo elas estruturais, econômicas e financeiras necessárias à implementação do projeto de uma PCH. De maneira geral, com os estudos levantados abrangendo todos os quesitos referentes ao aproveitamento energético de uma PCH, sendo eles planejamento, implementação, construção e impactos ambientais, conclui-se que essa implantação tem grande viabilidade econômica, ambiental e social.

## Referências

**ANA. Manual do Empreendedor:** Guia Para a Elaboração de Projetos de Barragens. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2015. Disponível em:<[http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/Aud\\_001\\_2015\\_Guia\\_Projetos\\_Barragens\\_V.pdf](http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/Aud_001_2015_Guia_Projetos_Barragens_V.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2017.

**ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil.** Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. Brasília, 2008.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

ANEEL. Resolução n. 652, de 9 de dezembro de 2003. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 dez. 2003. Disponível em:<[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura\\_arquivo/arquivos/res2003652.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/res2003652.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2017.

ANEEL. **Aproveitamentos Hidrelétricos Rio Grande do Sul:** Eixo Disponível. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2016. Disponível em:<[http://www2.aneel.gov.br/scg/Doc/Publicacao\\_PCH\\_RS\\_EixoDisponivel\\_2016.pdf](http://www2.aneel.gov.br/scg/Doc/Publicacao_PCH_RS_EixoDisponivel_2016.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2017.

BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidreletricidade. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 21, n. 59, p. 139-153, abr., 2007.

BRASIL. Ministério do Meio-Ambiente. Agência Nacional de Águas. Cadernos de recursos hídricos: **Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil / Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos** – Agência Nacional de Águas. Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda, 2005.

DRH. **Planejamento dos usos da água nas Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo.** Relatório Técnico - Departamento de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2012.

FEPAM. **Região Hidrográfica do Uruguai.** Disponível em <[http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/regiao\\_uruguai.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/regiao_uruguai.asp)>. Acesso em 30 nov. 2017.

MMA. **Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai.** 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

NETO, S.S.B. **Viabilidade Econômica e Financeira de uma Pequena Central Hidrelétrica e sua Inserção na Matriz Energética Brasileira.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Administração de Empresas, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

ONS. **Estrutura Institucional do Setor Elétrico.** Operador Nacional do Sistema Elétrico. Brasília, 2013.

PINHEIRO, R. **Notas de aula: Barragens.** Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

SEMA. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Turvo - RS.** Secretaria do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2005.

SOUZA, E. D. **Um Modelo de Análise de Confiabilidade sob Condições de Falha por Fadiga – Aplicação às pás de Hidroturbinas Kaplan.** Dissertação (Mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável:** Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.