

ESTUDO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA CGH

Clodoaldo Antonio Périco¹

Alysson de Assis²

RESUMO

Este artigo apresenta estudo preliminar para implantação de Central Geradora Hidroeletrica – CGH no rio Chapecózinho, localizado na região Oeste de Santa Catarina, no município de Ponte Serrada. O trabalho inicia com uma revisão literaria sobre o assunto, trazendo um breve histórico do setor de energia elétrica no Brasil, definição de CGH e os benefícios trazidos pela nova lei nº 13.097, de 2015 que deu nova redação ao texto passando os aproveitamentos de potenciais hidráulicos iguais ou inferiores a 3.000 Kwa serem considerados como Centrais Geradoras Hidrelétricas- CGH's. O estudo desenvolvido apresenta os cálculos e os resultados encontrados para a análise de viabilidade do empreendimento, que não demonstrou ser atrativo em função do baixo potencial energético do ponto escolhido do rio em estudo.

Palavras-chave: CGH. Energia. Hidraulicos..

ABSTRACT

This paper presents preliminary study for the implementation of Central Hydroelectric Generating -CGH in Chapecozinho river, located in the western region of Santa Catarina, in the municipality of Ponte Serrada. The work begins with a literary review on the subject, bringing a brief history of the electricity industry in Brazil, definition of CGH and the benefits brought by the new law nº 13,097, 2015 that gave new wording to the text through the hydraulic potential of exploitations equal to or less than 3,000 KW be considered as generating stations Hidrelétricas- CGH's. The study developed shows the calculations and the results for the feasibility analysis of the project, which proved not to be attractive due to the low energy potential of the chosen point of the river under study.

Keywords: CGH. Energy. Hydraulic.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Professor Orientador. Graduado em Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste documento é realizar estudos preliminares para implantação de uma Central Geradora Hidroelétrica - CGH, no rio Chapecózinho, localizado na região Oeste de Santa Catarina, no município de Ponte Serrada. Os objetivos específicos são:

- a) Apresentar referencial bibliográfico para elaboração do estudo preliminar de viabilidade técnica de se implantar uma central geradora Hidroelétrica –CGH no rio Chapecózinho.
- b) Levantar dados para estudo da vazão do rio no ponto escolhido;
- c) Verificar a diferença de nível entre a barragem e a casa de máquinas do empreendimento;
- d) Levantar dados para estudo do potencial energético do empreendimento;
- e) Dimensionar o volume útil do reservatório.

A iniciativa deste trabalho deve-se ao fato que o crescimento no consumo de energia elétrica e o rigor nas leis ambientais obrigam o país a desenvolver fontes renováveis de geração de energia, diante deste cenário as CGH's se tornam uma opção importante para suprir essa demanda, devido apresentarem menor dano ao meio ambiente e baixo custo de implantação. Com a necessidade de novos empreendimentos, se faz necessária a elaboração de estudos de viabilidade para a implantação de novas CGH's que proporcionam empregos e desenvolvimento da região na qual estão instaladas.

Na tentativa de desburocratizar, o governo sancionou a Lei nº 13.097, que conta com a ampliação do limite de potência das Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH de 1 megawatt (MW) para 3 (MW) . Com essa ampliação, os empreendimentos entre 1(MW) e 3 (MW) de potência passam a classificação de Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGH e não mais Pequenas Centrais Hidrelétricas-PCH. Assim, respondem também à regulamentação específica desta categoria.

A metodologia utilizada para desenvolver este trabalho foi a pesquisa bibliográfica, aliado a levantamento de campo e estudos preliminares do potencial energético do rio.

Na primeira parte temos a metodologia e material onde caracterizamos a bacia hidrográfica e delimitamos o referencial teórico com os estudos preliminares de viabilidade técnica para levantamento do potencial energético do rio.

Na segunda parte apresentamos a análise dos dados e resultados encontrados, respondendo ao seguinte problema: Existe viabilidade em implantar uma Central Geradora Hidrelétrica no rio Chapecozinho?

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. METODOLOGIA E MATERIAL

2.1.1. Caracterização da Bacia Hidrográfica

O rio Chapecozinho está localizado na região Oeste do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas 26°40'4"S e 51°30'23"W, e 26°54'05"S e 52°37'32"W, no município de Ponte serrada. Seu percurso é de aproximadamente 137,70 Km. A área de drenagem é igual a 1645,00 km². É afluente do rio Chapecó, e pertence à Bacia 7, Rio Uruguai.

2.1.2. Determinação da descarga Líquida baseado em dados meteorológicos

Segundo Pedrazzi (1999), para avaliar a quantidade da água que entra na bacia hidrográfica, utiliza-se a Equação (01) do balanço Hídrico, representada abaixo:

$$\Delta R = P - EVT - Q \quad (01)$$

Onde: P = Total anual precipitado sobre a bacia, em mm;

EVT = Perda anual de água por evapotranspiração, em mm;

Q = Altura média anual da lâmina da água, em mm/s.

Quando o período de observação é superior a um ano, considerar a Equação (02):

$$Q = P - EVT \quad (02)$$

2.1.3. Determinação da Vazão Remanescente

A resolução número 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, define como a vazão mínima a jusante de usos da água numa bacia hidrográfica. Como balizamento, poderá ser adotado 80% da vazão de abastecimento, $Q_{7,10}$, que representa a menor média em sete dias consecutivos com recorrência de 10 anos (ELETROBRAS, 2000).

Para tal é necessário dados da bacia hidrográfica estabelecendo uma série de vazões médias mensais derivadas de um posto no mesmo rio. A correlação é definida Equação (03).

$$Q_1 = (A_1/A_2) \times Q_2 \quad (03)$$

Onde: Q_1 = Vazão do local do aproveitamento, em m³/s;
 Q_2 = Vazão do posto existente, em m³/s;
 A_1 = Área de drenagem do local do aproveitamento, em km²;
 A_2 = Área de drenagem do posto existente, em km².

2.1.4. Determinação da Queda de Projeto

Conforme o manual da Eletrobras (2000), a queda de projeto é a queda bruta reduzida da perda de carga no sistema. A Equação (04) define a queda líquida do aproveitamento.

$$H_L = H - h_t \quad (04)$$

Onde: H_L = Queda de projeto ou queda líquida, em m;
 H = Queda bruta, em m;
 h_t = Perda de carga total no sistema de adução, em m.

Projetos que a distância estiver compreendida entre 80 e 320m, adotar valor da perda de carga total correspondente a 4% da queda bruta, Equação (05)(ELETROBRÁS, 2005).

$$H_L = 0,96 \times H \quad (05)$$

2.1.5. Determinação do Potencial Aproveitável

O máximo de potência que o local escolhido pode fornecer com suas características topográficas e vazão de água. Segundo a Eletrobrás é determinado pela Equação (06).

$$P = 7,16 \times H \times Q \quad (06)$$

Onde: P = Potência instalada do aproveitamento, em KW;
 Q = Descarga de projeto, em m³/s;
 H = Queda bruta de projeto, em m.

2.1.6. Determinação da Potencia Instalada

Segundo o manual da Eletrobrás(1985) a potência máxima é obtida pela Equação (07).

$$P = 7,16 \times H_L \times Q \quad (07)$$

Onde: H_L = Queda líquida de projeto, em m.

2.1.7. Determinação do Volume Útil do Reservatório pelo Método das diferenças totalizadas

Os reservatórios têm finalidade acumular as águas, exercendo um efeito regularizador das vazões em períodos de estiagem. Seguindo Pedrazzi (2005) a determinação do volume útil do reservatório pelo método das diferenças totalizadas, representa uma opção segura.

2.2 ANALISE DOS DADOS E RESULTADOS

2.2.1. Bacia Hidrográfica

A ponto considerado da bacia hidrográfica está nas coordenadas 26° 46'3,08" S e 51° 49'49,4" O, os dados referentes a seção estão localiza na Tabela 01 abaixo.

Tabela 01 – Dados da bacia hidrográfica do rio Chapecózinho na seção considerada

Área da Bacia (Km ²)	119,50
Comprimento talvegue principal (Km)	36,20
Ponto Máximo da bacia (m)	1349
Ponto Mínimo e Máximo do rio (m)	1047 e 1300

Fonte: CIRAM - EPAGRI (2016)

2.2.2. Descarga Líquida do Aproveitamento baseado em dados Meteorológicos

Segundo a CIRAM-EPAGRI (2015), os dados reais da Bacia do rio Chapecózinho de precipitação média (P) é 4,93 mm.d, e evapotranspiração (EVT) é 2,05 mm.d.

Aplicando as informações na Equação (02) multiplicando pela área de drenagem da bacia hidrográfica em estudo determinamos a vazão do rio no ponto escolhido.

$$Q = (4,93 - 2,05) \times 119,50 \text{ Km}^2 \rightarrow Q = 3,98 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.3. Vazão Remanescente

As avaliações utilizadas para o regime hidrológico no rio Chapecózinho basearam-se nos dados da estação fluviométrica (73690001) Coronel Passos Maia, com área de drenagem 740 km². As series de Abril/76 a Dez/2015 foram utilizadas por correlação entre áreas de drenagem para estimarmos a vazão do rio, através da Equação (03) e encontrarmos as vazões médias para aplicar na equação abaixo. Aplicando a média aritmética entre os valores médios das vazões mínimas, encontramos a vazão média mínima conforme demonstrado abaixo:

$$Q_{\text{med.min}} = (0,99 + 1,24 + 0,83 + 0,34 + 0,48 + 0,31 + 1,35 + 0,67 + 0,66 + 0,99 + 1,34 + 1,11) / 12$$

$$Q_{\text{med.min}} = 0,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

A vazão sanitária pode ser considerada em oitenta por cento da vazão média mínima:

$$Q_{\text{Rem.}} = 80\% \times 0,86 \rightarrow Q_{\text{Rem.}} = 0,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.4. Queda de Projeto

Levantamentos com GPS mostraram a altitude no ponto da barragem de 1047 m e da Casa de máquinas 1031 m. A queda bruta do aproveitamento foi encontrada com a expressão:

$$H = 1047 - 1031 \rightarrow H = 16 \text{ m}$$

2.2.5. Potencial Elétrico

A definição do Potencial Elétrico com parâmetros meteorológicos é definida por:

$$P = 7,16 \times (3,98 - 0,68) \times 16 \rightarrow P = 378,05 \text{ Kw ou } 0,38 \text{ MW}$$

2.2.6. Potencia Instalada

A distância entre o ponto de adução e casa de máquinas é 300 metros. A queda líquida pode ser definida com o uso da Equação (05).

$$H_L = 0,96 \times 16 \rightarrow H_L = 15,36$$

Para determinar a potencia instalada aplicamos a Equação (07).

$$P = 7,16 \times 15,36 \times (3,98 - 0,68) \rightarrow P = 362,93 \text{ Kw ou } 0,36 \text{ MW}$$

2.2.7. Volume Útil do Reservatório

O calculo do volume útil do reservatório por média aritmética das vazões médias mensais calculadas encontramos a vazão média anual que será utilizada.

$$Q_{med} = (2,89 + 3,45 + 2,63 + 2,90 + 4,36 + 4,33 + 4,94 + 3,94 + 4,34 + 5,87 + 4,58 + 3,24) / 12$$

$$Q_{med} = 3,95 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para encontrar a vazão regularizada utilizamos 70% da vazão média:

$$Q_{reg} = 70\% \times 3,95 \rightarrow Q_{reg} = 2,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

Com os resultados obtidos geramos a Tabela 02 para verificarmos o volume útil do reservatório, a fim de garantir setenta por cento de sua regularização.

Tabela 02 – Volume útil necessário para garantir 70% de regularização

Período Analisado	Média de Vazões (m ³ /s)	Vazão Regularizada (m ³ /s)	Regularização	Volume útil Acumulado (m ³)
1976 a 2015	3,95	2,76	70 %	52.743.960
Vazão projeto	3,3	2,31	70 %	38.552.760

3. CONCLUSÃO

O estudo elaborado sobre uma CGH foi pautado devido o crescimento do País e o significativo aumento na demanda de energia, levando em consideração a importância desta no desenvolvimento econômico do país.

Os objetivos do trabalho foram alcançados pois a análise dos resultados obtidos com base em informações meteorológicas, possibilitaram determinar a vazão do rio estimada em 3,98 m³/s. A queda de projeto, resultou em 16 metros e a vazão de projeto em 3,3m³/s.

Com os resultados de vazão do rio, vazão de projeto, vazão remanescente, queda bruta, potência aproveitável, potência instalada e volume útil do reservatório, apresentados neste pré estudo de viabilidade encontramos a potência estimada de 0,36 MW , até o momento mostrou-se pouco atrativo implantar uma Central Geradora Hidrelétrica no rio Chapecózinho, porém, devido a inexistência de levantamentos topográficos dos trechos analisados e falta de levantamento do perfil do rio tornam este estudo importante no desenvolvimento detalhados em um futuro inventário do rio em que a CGH foi estudada.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6022**: Informação e documentação – Artigo em publicação periódica científica impressa – Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

AGENCIA NACIONAL DE AGUAS – **ANA**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/cnbarragens>>. Acesso em: 12 de Outubro 2015.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELETRICA – **ANEEL**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/leitura_arquivo/arquivos/Formulario_de_Registro_CGH.pdf>. Acesso em: 25 de Agosto 2015.

CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEREOLOGIA DE SANTA CATARINA – **CIRAM** . Disponível em: <<http://www.ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 10 de Fevereiro 2016

CLEMENTE, L. **Seleção de potência instalada ótima de PCHs no contexto de mercados competitivos**. 2001. 270 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/dissertação_leonardo_clemente.pdf>. Acesso em: 13 de Setembro 2015.

PEDRAZZI, J.A. FACENS – **Hidrologia Aplicada**. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/03.PHidrologiaAmb-GRH-220909.pdf>. Acesso em: 20 de Outubro 2015.

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS – **SIG**. Disponível em: <<http://WWW.sigsc.sds.sc.gov.br>>. Acesso em: 05 de Setembro 2015

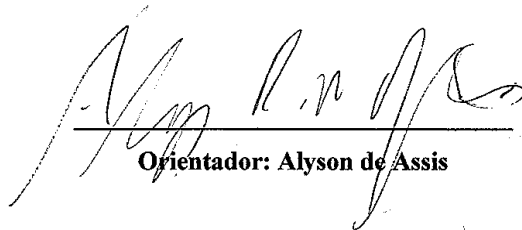
SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS – **HIDROWEB**. Disponível em: <<http://www.Hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 10 de Março 2016.

VILLELA, Swami M.; MATTOS, Artur, **Hidrologia Aplicada**. Ed. Megrow-Hill do Brasil, São Paulo, 1975. 244 p.

ASSINATURAS DOS RESPONSÁVEIS



Acadêmico: Clodoaldo Antonio Périco



Orientador: Alyson de Assis

Caçador 2016