



## ANÁLISE DO POTENCIAL GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA DA BARRAGEM ÁGUA LIMPA, SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO JOÃO DIAS, MINAS DO CAMAQUÃ/RS

**WEBER, Éderson Fiss<sup>1</sup>; BRUCH, Alexandre Felipe<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica, Centro Federal de Educação Tecnológica-CEFET/RS,  
edweber@pop.com.br

<sup>2</sup>Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

### **Introdução**

Na localidade de Minas do Camaquã, no interior do município de Caçapava do Sul/RS, a mais de um século é área de extração de minerais metálicos, principalmente de cobre e ouro. A retirada deste minério é feita de duas formas: a céu aberto e subterrâneo, sendo que este último com o uso significativo de energia elétrica para o abastecimento de ar aos mineiros e bombeamento da água aflorante nas galerias, CBC (1996).

Sendo a energia elétrica um recurso indispensável nesta área para o mantimento das operações de lavra e sobrevivência dos mineiros, a mais de 90 anos busca-se uma alternativa para geração própria de energia elétrica, principalmente para eventos críticos de falta desta energia.

Portanto este estudo busca corroborar com o estudo preliminar da viabilidade da instalação de uma pequena usina hidrelétrica na Sub-bacia Hidrográfica do Arroio João Dias, em seu curso médio inferior (Figura 1).

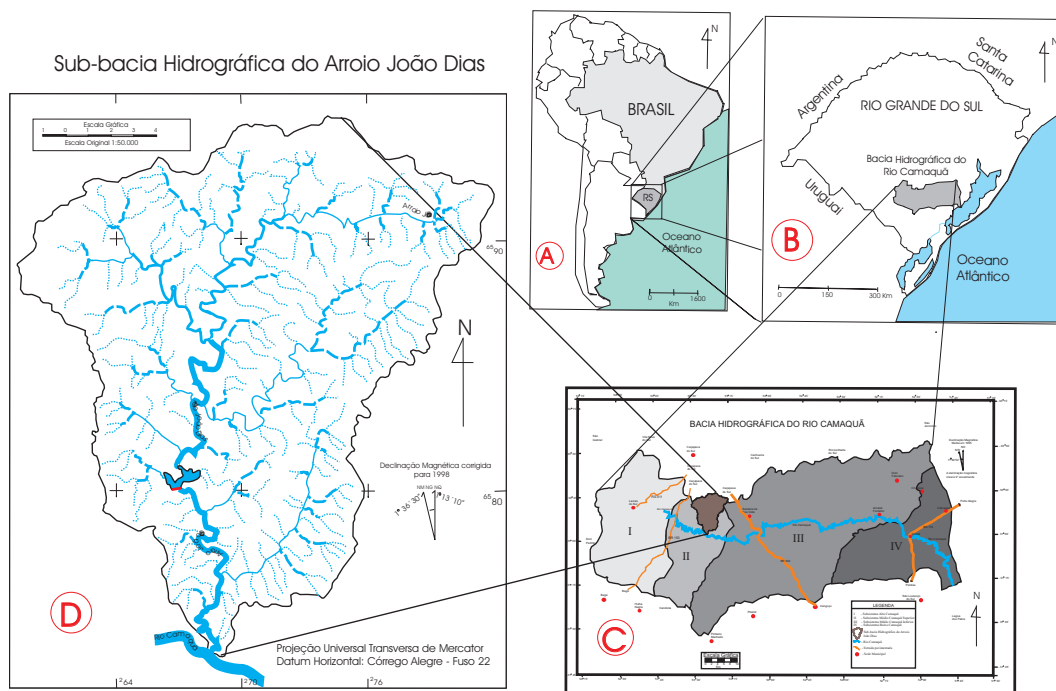


Figura 1: (A) Localização do Estado do RS na América do Sul, (B) localização da BHRC no RS, (C) localização da SbHAJD na BHRC e (D) área da SbHAJD.

### Material e Métodos

Para a execução do trabalho foi adquirida a carta do exército de folha (SH.22-Y-A-V-3:MI-2996/3) das Minas do Camaquã, a qual foi georeferenciada no SIG Spring 4.2 para o cálculo da área da sub-bacia.

Os dados meteorológicos são baseados nos trabalhos da Embrapa (2007), com séries dos decênios da estação climatológica de Caçapava do Sul.

De posse dos dados foram calculados o Balanço Hídrico médio mensal através da metodologia proposta por Thornthwaite (1954), onde se usa apenas a temperatura média do ar (que define o índice calométrico anual, mais o fator de correção, que varia em função da latitude e mês do ano).

No cálculo do Modelo Hidrológico utilizado na simulação das vazões, denominado de “Precipitação Vazão” de Tucci *et al.*, (1990). Este modelo baseia-se principalmente num algoritmo de separação de escoamento, desenvolvido por Berthelot (1970), que utiliza a equação de continuidade, combinada com a equação de Horton e uma função empírica para percolação.

Estes cálculos foram necessários para a quantificação da vazão do arroio João Dias, e por conseguinte, o seu potencial hidroelétrico.

### Resultados e Discussão

O regime de chuvas nas Minas do Camaquã é conhecidamente irregular, alternado principalmente pelos períodos sazonais das estações do ano. A Tabela 1 demonstra estas diferenças pluviométricas.

ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1977	178,0	170,9	104,5	199,9	101,0	112,8	354,3	75,3	72,2	199,0	123,7	31,2	1722,8

1978	82,6	97,1	104,5	52,0	92,9	111,9	198,7	43,8	76,2	108,8	106,3	68,3	1143,1
1979	16,7	92,2	41,3	133,8	65,0	8,4	92,5	185,1	230,6	110,9	83,6	171,3	1231,4
1980	43,9	62,8	224,4	148,6	52,6	135,2	126,3	55,9	55,6	280,7	102,4	98,1	1386,2
1981	115,2	119,2	32,8	65,6	120,9	95,0	76,9	23,0	148,9	35,5	95,8	105,1	1033,8
1982	33,0	276,0	39,0	18,0	135,0	155,3	187,0	140,6	169,4	176,2	177,0	74,6	1581,0
1983	180,4	277,5	123,3	94,7	123,0	173,4	196,0	71,8	89,7	75,8	90,5	76,5	1572,3
1984	246,7	137,4	83,0	158,5	330,8	207,6	86,2	71,0	148,4	124,5	72,9	85,2	1752,0
1985	113,2	55,0	246,7	175,5	122,0	148,5	173,3	117,6	191,1	65,1	2,6	11,9	1442,2
1986	99,1	105,0	181,5	211,1	256,0	91,5	90,4	146,8	88,0	111,2	224,0	47,1	1651,5
1987	114,8	44,2	204,3	229,6	150,9	101,5	241,0	261,1	110,2	60,5	131,0	111,7	1760,7
1988	163,5	23,3	43,2	77,2	18,9	72,1	40,1	59,9	193,2	83,3	108,8	21,9	905,3
1989	194,1	12,3	69,1	123,2	6,4	37,4	43,3	107,7	106,3	76,1	155,8	54,4	986,0
1990	30,8	170,8	249,4	132,4	55,0	14,5	56,3	23,7	186,0	176,7	182,2	134,4	1412,0
1991	36,0	60,0	59,0	278,0	64,0	111,0	126,0	15,0	53,0	127,0	80,0	151,0	1160,0
1992	149,0	194,0	136,0	325,0	166,0	254,0	251,7	29,8	174,3	158,8	51,6	102,7	1992,9
1993	280,8	83,0	16,6	110,9	274,9	130,3	163,0	45,7	26,4	206,2	132,3	190,7	1660,8

Após o levantamento dos decênios das precipitações, passou-se para o cálculo do Balanço Hídrico (Gráfico 1) onde se evidencia um déficit hídrico nos meses de dezembro e janeiro, expressos na forma de valores negativos, indicando que as perdas médias nesses meses são mais significativas do que as entradas de água no sistema. A redução da pluviosidade, nesse período, gera uma diminuição do escoamento superficial (vazões), e conseqüentemente o potencial hidrelétrico evidenciado em m<sup>3</sup>/s (Gráfico 2).

Gráfico 1: Balanço hídrico médio mensal, utilizando-se dados de evapotranspiração potencial segundo Thomthwaite na estação das Minas do Camaquã.

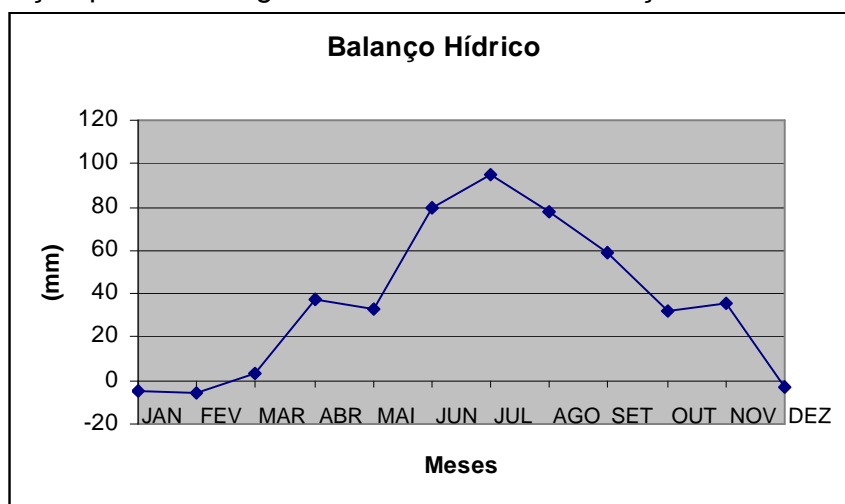
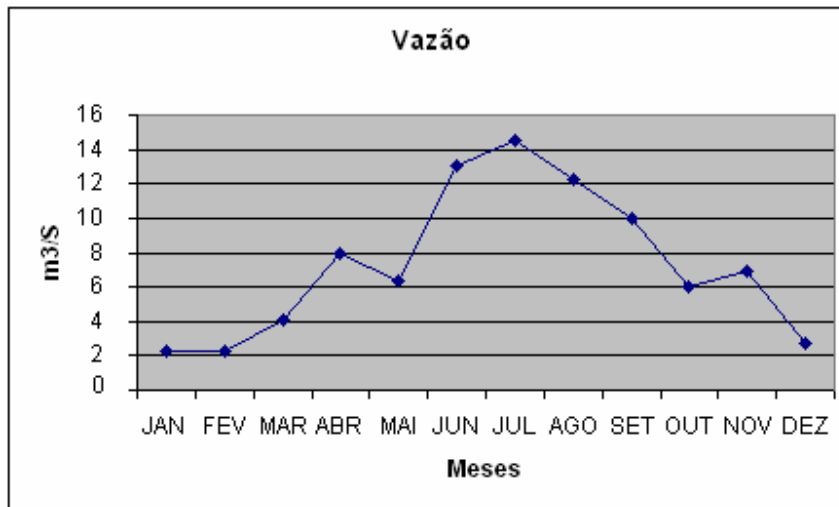


Gráfico 2: Média da vazão a partir do balanço hídrico.



A partir dos dados de vazão mensal obteve-se por média simples a vazão média anual em 6,25 m<sup>3</sup>/s.

A partir dos resultados da vazão do Arroio João Dias e da já existente infraestrutura da barragem Água Limpa (Figura 2a), passou-se para a pesquisa dos melhores modelos de turbina para a configuração desta Pequena Central Hidrelétrica (PCH), FARRET (1999), ANEEL (2008).

Este resultado demonstra a bacia possuir uma contribuição suficiente para a montagem de uma turbina Francis de 2.000KW (Figura 2b), com controle de vazão por válvula tipo borboleta e capacidade de engolimento de 4,6 m<sup>3</sup> e necessidade de desnível de queda a partir de 4m de altura.

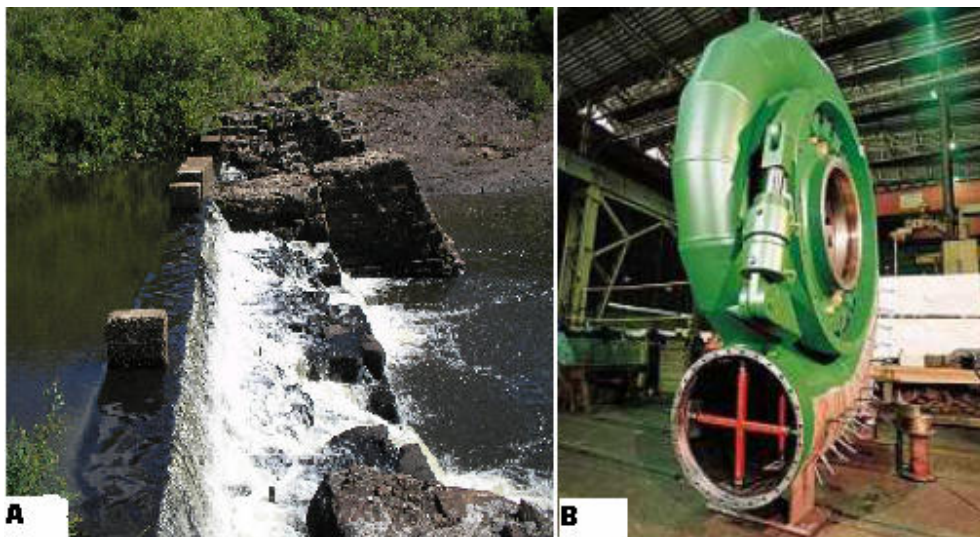


Figura 2: (A) Barragem Água Limpa, (B) turbina Francis de 2000 KW.

### Conclusão

A partir dos dados preliminares, pode-se afirmar a viabilidade técnica da implantação de uma PCH, com desprendimento de pequena monta de recursos para a

sua construção, pois parte da infra-estrutura já está instalada e os dados de vazão são positivos para esta capacidade de geração de energia elétrica.

Pondera-se que devem ser feitos novos estudos referentes à conversão e transmissão da energia gerada e sua demanda pela principal interessada, a Companhia Brasileira do Cobre, e se esta energia produzida é suficiente para o mantimento dos processos considerados essenciais em eventos extremos como, bombas de ar e água.

#### **Referências Bibliográficas**

Agencia Nacional de energia Elétrica – ANNEL. **Pequena Centrais Hidrelétricas**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=68>, acessado em: 25/08/2008.

BERTHELOT, R. **Curso de Hidrologia Sintética**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas hidráulicas – UFRGS, 1970.

COMPANHIA BRASILEIRA DO COBRE. **Relatório de viabilidade da Jazida Santa Maria, Minas do Camaquã – Caçapava do Sul/R.S.** Boletim de setembro de 1996.

FARRET, A. F. Aproveitamento de Pequenas Fontes de energia Elétrica. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999.

THORNTHWAITE, C.W. **The mensure of Potencial Evapotranspiration**. New Jersey: John P. Mather Scabrook, 1954.

TUCCI, C.E.M.; DAMIANI, A.R.R.; PERRIT, R. Potenciais Impactos no Escoamento Devido a Modificação Climática: Avaliação Preliminar. **Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de recursos Hídricos**, V. 8, n. 1, p. 65-79.