

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA: MICRO USINAS HIDRELÉTRICAS****TECHNICAL FEASIBILITY STUDY: MICRO HYDROELECTRIC MACHINES**

Andre Gustavo Staniski; Cleber Luiz Marque; Leonardo Doris; Kaique Fernandes dos Santos;  
Nicolli Gomes Müller

*STANISKI, Andre Gustavo et al. Estudo de viabilidade técnica: Micro Usinas Hidrelétricas. Revista Tecnológica da FATEC-PR, v.1, n.10, p. 27-35, jan/dez, 2019.*

**RESUMO**

Neste trabalho foi aplicado um estudo de viabilidade técnica para implantação de uma Micro Usina Hidrelétrica, no qual informações sobre o funcionamento de Hidrelétricas convencionais foram de extrema importância na avaliação de possíveis aplicações em níveis menores de geração de energia limpa. Dados coletados e um estudo sobre uma usina de pequeno porte no Estado do Paraná, serviram de base para a elucidação do dimensionamento de características relacionadas a viabilização de uma usina micro.

**Palavras chave:** Energia Limpa. Hidrelétrica. Crise Energética.

**ABSTRACT**

*In this work a technical feasibility study was applied for the implementation of a Hydroelectric Micro Plant, in which information about the operation of conventional hydroelectric plants were extremely important in the evaluation of possible applications in lower levels of clean energy generation. Data collected and a study about a small plant in the State of Paraná, served as a basis for the elucidation of the sizing of characteristics related to the viability of a micro plant.*

**Keywords:** Clean energy. Hydroelectric Power. Energy Crises.

**1 INTRODUÇÃO**

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso à rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica).

Com a demanda de eletricidade aumentando há um grande incentivo para a revitalização e criação de micro usina principalmente hidrelétrica, ambientalmente menos impactante e de custos baixos tendem a crescerem sua participação no mix da eletricidade (CONSTRUNIVEL, 2018)

O Brasil tem uma posição privilegiada na matriz energética, com 82% de sua eletricidade sendo gerada por fontes renováveis com a maior parte sendo obtida por hidrelétricas e cerca de 18% usinas termoeletricas alimentadas por combustíveis fósseis e nuclear. Cerca de 2% é gerada por pequenas centrais e usinas isoladas ou S.I. (sistemas isolados da rede de distribuição) (BRASIL, 2017)

## **2 OBJETIVOS**

Este estudo tem por objetivo analisar a importância da micro hidrelétrica como solução viável para o problema do consumo de energia elétrica. Dessa forma, haverá necessidade de estudar a viabilidade técnica sobre a utilização deste tipo de energia limpa, a qual será realizada por meio dos objetivos específicos: a) Demonstrar o aumento do consumo por energia elétrica no Brasil; b) Identificar as possíveis soluções para a crise energética num cenário ecologicamente viável; c) Demonstrar sistemas já sendo utilizados no cenário nacional dentro dos limites de energias renováveis ou limpas.

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica. A pesquisa bibliográfica representa um importante instrumento utilizado para a construção de um processo de investigação, sua finalidade é colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu a respeito do seu tema (MARCONI & LAKATOS, 2011).

## **3 JUSTIFICATIVA**

O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada na matriz energética mundial, segundo a E.P.E. (Empresa de Pesquisa Energética, dados de 01/2017), o Brasil possui 80% de sua eletricidade sendo gerada por fontes renováveis, sendo obtidas por hidrelétricas, sendo 18% usinas termoeletricas alimentadas por combustíveis fósseis e nuclear e somente 2% é gerada por pequenas centrais e usinas isoladas ou S.I. (sistemas isolados da rede de distribuição). A principal justificativa para este levantamento se dá devido ao aumento de consumo energético. Com o aumento demográfico há também maior demanda de eletricidade, o que se torna um grande incentivo para a revitalização e criação de micro usinas, principalmente hidrelétricas, ambientalmente menos impactantes e de custos baixos tendem a crescerem sua participação no ramo da eletricidade.

## **4 AUMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

O consumo de energia elétrica vem apresentando um ritmo de crescimento robusto no Brasil. Entre os anos de 1995 e 2011, o consumo anual passou de 243 mil Gwh para 433 mil Gwh, um

aumento de 78%. Segundo projeções da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017), a demanda total crescerá a uma taxa média de 3,9% ao ano (a.a.) até 2026, chegando a 653 mil Gwh no fim deste período. (BRASIL, 2017).

Impulsionado pelo processo de melhoria de renda e crescimento da quantidade de eletroeletrônicos nos domicílios, bem como pelo aumento de acesso à rede elétrica nas áreas rurais, o consumo de energia elétrica da classe residencial vem acompanhando essa tendência de forte crescimento. A taxa de crescimento média observada no período entre 1995 e 2011 foi de 4,2% a.a., com o consumo total residencial passando de 63 mil Gwh para 112 mil Gwh. (BRASIL, 2017).

Além do desenvolvimento econômico, outra variável que determina o consumo de energia é o crescimento da população – indicador obtido tanto pela comparação entre as taxas de natalidade e mortalidade quanto pela medição de fluxos migratórios. Segundo IBGE estimasse a média nacional da taxa de crescimento populacional do período será de 6% no período de 2016 a 2016.

## **5 SOLUÇÕES PARA A CRISE ENERGÉTICA**

A matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, ao contrário da matriz elétrica mundial. Isso é ótimo para o Brasil, pois além de possuírem menores custos de operação, as usinas que geram energia a partir de fontes renováveis em geral emitem bem menos gases de estufa. O fluxo das águas é o combustível da geração de eletricidade a partir da fonte hidráulica. Para aproveitar a queda d'água de um rio, por exemplo, estuda-se o melhor local para a construção de uma usina, levando-se em conta o projeto de engenharia, os impactos ambientais, sociais e econômicos na região, além da viabilidade econômica do empreendimento (PERIUS e CARREGARO, 2012).

Um projeto que vem ganhando força são as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), as quais se definem por usinas hidrelétricas de tamanho e potência relativamente reduzidos (DAMASCENO, 2014). Conforme classificação feita pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em 1997, esses empreendimentos devem ter, obrigatoriamente, entre 5 e 30 megawatts (MW) de potência e abranger menos de 13 km<sup>2</sup> de área de reservatório. Atualmente as PCHs são responsáveis por cerca de 3,5% de toda a capacidade instalada do sistema interligado nacional, quando foi extinto o monopólio do Estado no setor elétrico, centenas de empresas empenharam recursos na elaboração de estudos e projetos de geração de energia renovável. Daquela época até hoje, mais de R\$ 1 bilhão foram aplicados por investidores privados na elaboração e no licenciamento ambiental de cerca de 1000 projetos de PCH segundo dados de 2017 da ABRAPCH (Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas).

## **6 CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS (CGH) E PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCH)**

Essas geradoras de eletricidade com seu baixo impacto ambiental e de extrema eficiência energética estão no cenário nacional desde 1883 com a usina de Ribeirão do Inferno em Diamantina sendo uma pioneira até anos 60. De certa maneira, a retomada das micro e pequenas centrais energéticas representa uma volta as origens da hidro eletricidade no Brasil (MOREIRA, 2012).

## 6.1 FUNCIONAMENTO

Seu funcionamento é semelhante a uma grande hidrelétrica, consiste em concentrar o fluxo de água em um canal ou tubo proveniente de um acumulador pra movimentar um mecanismo, fazendo dar torque a um gerador, e esse por vez gera a eletricidade, após esse ciclo a água voltar ao seu curso normal. Quando a vazão do rio na sua época de estiagem supre a produção da demanda máxima estimada, o volume do reservatório criado pela barragem não é considerado. Esse sistema deverá ser projetado para o aproveitamento total da eficiência extravasando o excesso de água.

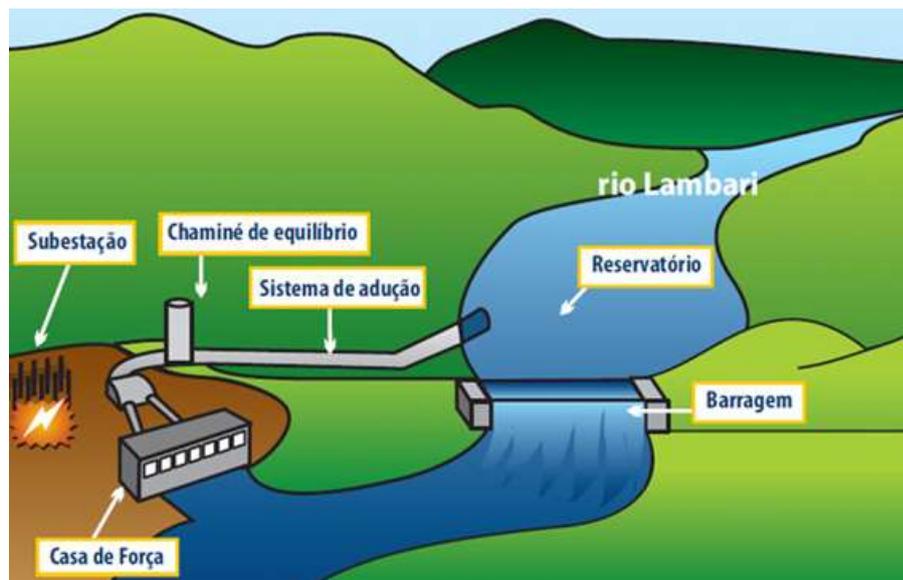


Figura 1 - PCH Cristina-Rio Lambari-Cristina/MG.  
Fonte: ALBARELLO, 2014.

Esta modalidade de PCH dispensa estudos de regularização de vazões, sazonalidade de carga elétrica do consumidor e facilita os estudos e a concepção da tomada de água. (ALBARELLO, 2014).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) adota três classificações:

- Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH, com até 1 MW de potência instalada);
- Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH, entre 1,1 MW e 30 MW de potência instalada);
- Usina Hidrelétrica de Energia (UHE, com mais de 30 MW de potência instalada).

## 6.2 TIPOS DE CGH E PCGH

### 6.2.1 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 (ALBARELLO, 2014).

### 6.2.2 A fio d'água

Sistema montado geralmente ao longo de um rio ou córrego coletando a água pela lateral do mesmo para o funcionamento de um gerador, não requer a criação de reservatório ou represa, estudos apontam geralmente em locais onde existe um constante fluxo sem muitas alterações ao longo das mudanças de estações climáticas. (ALBARELLO, 2014).

### 6.2.3 Acumulação diária com regularização diária ou mensal do reservatório

Sistema que utiliza de uma represa ou reservatório para acumulo de água sendo regulado seu acumulo de águas ao longo do tempo podendo ser diário ou mensal, pra ter uma constante produção de energia (ALBARELLO, 2014).

### 6.2.4 Adução de água

Essa por vez alimenta a turbina geradora de energia, pode ser por canais de baixa pressão fazendo a mesma girar pela simples queda geralmente em forma de caracóis, ou por alta pressão tendo desníveis naturais ou projetados para acelerar o deslocamento de água, geralmente usado na usina que são próximo ao rio. O mesmo se aplica a tubos, que são usados para o transporte do fluido, em locais onde não é possível a concepção do empreendimento, tendo que deslocar para mais longe ou pra maior obtenção de pressão (ALBARELLO, 2014).

## 7 ESTUDO DE CASO: DESCRIÇÃO CENTRAL HIDROELÉTRICA (CGH GENEROSO)

Nesta seção da pesquisa, será avaliado estudo de dimensionamento de uma CGH. A Central Geradora Hidrelétrica Generoso, no Rio Chopim, em Cruzeiro do Iguaçu, construída e operada pela Construnível, de Xanxerê (SC) - também responsável por todo o projeto, a CGH gera 1000 KW de energia em um sistema de fio d'água, sem a necessidade de utilizar barramento e lago, somente fazendo um desvio no rio para implantar a usina, tornando-se um empreendimento sem impacto ambiental.

Tipo de empreendimento: Central Geradora Hidrelétrica– CGH O artigo 8º da Lei nº 9.074, de 1995 e o art. 5º do Decreto nº 2.003, de 1996, regulamentam sobre a dispensa de concessão,

permissão ou autorização de empreendimentos hidrelétricos com potência inferior a 1.000 kW. Localização e área do empreendimento.

O empreendimento localiza-se no município de Cruzeiro do Iguaçu - PR. Área de empreendimento: Ocupa uma área de 0,22 ha, incluindo a área do reservatório e estruturas. Roteiro de acesso ao rio Chopim: A CGH Generoso encontra-se no rio Chopim, localizado no estado do Paraná, pertencente à sub-bacia 65 (Paraná, Iguaçu), e bacia 06 (Bacia dos rios Paraná-Paraguai), sendo afluente direto pela margem esquerda do rio Iguaçu. (IAP, 2015).

O acesso à CGH Generoso é realizado, partindo do município de Cruzeiro do Iguaçu – PR, sentido a Dois Vizinhos - PR, pela rodovia PR-473, percorrendo uma distância de aproximadamente de 3,98 quilômetros até o acesso secundário à esquerda, onde se percorre aproximadamente 3,68 quilômetros até destino final. Os dados gerais do empreendimento podem ser observados no quadro a seguir, no qual se especificam: localização, área, vazão, dentre outros parâmetros para estudo de viabilidade de implantação.

<b>DADOS GERAIS DO EMPREENDIMENTO</b>	
Rio	Rio Chopim
Distância da Foz	19,3
Município	Cruzeiro do Iguaçu-PR
Sub-bacia	Rio Iguaçu (65)
Bacia	Rio Paraná (06)
Estado	Paraná
Área de drenagem	7394,6Km <sup>2</sup>
Vazão média de longo termo Q <sub>mlt</sub>	245,87 m <sup>3</sup> /s
Vazão sanitária	18,35 m <sup>3</sup> /s
Vazão turbinada	14,57 m <sup>3</sup> /s
Nível de água normal de montante NAM	357,00m
Nível de água mínimo de montante NAM <sub>mim</sub>	357,00m
Nível de água normal da jusante NAJ	349,00m
Queda bruta média	8,00 m
Perda de carga no circuito hidráulico	1,00%
Queda líquida	7,92m
Potência instalada	1,00 MW

Fator de capacidade p/ energia MLT	0,97
Energia média anual gerada	0,97 MWmed

Quadro 1 - Dados gerais do empreendimento.  
Fonte: IAP, 2018.

Mesmo sendo uma tecnologia promissora, as microusinas possuem algumas limitações como: é necessário ter fonte de água próximo a residência onde o projeto será implantado, e uma queda natural de pelo menos 15 metros de altura para que a correnteza tenha força suficiente para acionar a turbina da usina, como mostra o esquema da Figura 2.



Figura 2 - Esquema de funcionamento.  
Fonte: METHASOLUÇÕES, 2018.

Para a instalação da usina é preciso substituir o relógio comum da concessionária de energia por outro bidirecional, que serve para medir a quantidade de energia usada na rede da operadora e o volume devolvido a rede. O relógio serve para calcular a diferença e se a pessoa consumiu mais energia da rede do que da microusina, paga só esta diferença. O custo da instalação de cada módulo é de R\$ 19.900,00, mas o valor reduz se forem instalados mais do que um (METHASOLUÇÕES, 2018).

## 8 CONCLUSÕES

O consumo energético reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis, eletrodomésticos e eletroeletrônicos.

Frente a este cenário o estudo demonstrou que uma das possíveis soluções são as Micro Usinas Hidrelétricas, o que se tornou uma alternativa plausível para a sociedade na medida em que oferece condições técnico/econômicas aliada às novas tecnologias, sem contudo contar que hoje a realidade em função da alta demanda e a escassez energética do planeta é muito mais complexa do que se pode imaginar.

O estudo evidenciou que não é mais necessário grandes caudais para que pequenas propriedades rurais tenham sua própria energia elétrica. Com a tecnologia das Micro Usinas Hidrelétricas até mesmo um pequeno córrego é capaz de gerar energia para atender suas necessidades. Podendo optar por maior ou menor produção de energia de acordo com o volume de água e desnível topográfico (queda d'água). Verificando que a geração de energia a partir do potencial energético da água é uma forma de baixo custo financeiro, fazendo com que continue sendo utilizada por muitos anos. Gerando energia com baixo impacto para o meio ambiente, baixo ruído e poluição do ar e constante fornecimento de eletricidade.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARELLO, L. **Guia para implantação de pequenas centrais hidrelétricas PCHs**. UFSM. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/1366>>. Acesso em: 30 de ago 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Projeção da demanda de energia elétrica**: para os próximos 10 anos (2017-2026). Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Sistemas isolados**: planejamento do atendimento aos sistemas isolados. Empresa de Pesquisa Energética, EPE. Brasília, 2018.

CONSTRUNÍVEL - ENERGIAS RENOVÁVEIS. Disponível em: <<http://www.energiasmazp.com.br/>> Acesso em: 7 nov. 2018.

DAMASCENO, I. A. **Pequenas centrais hidrelétricas (PCHs)**: conceitos, normas e a PCH Malagone. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014. Acesso em: 10 nov. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16193>>. Acesso em: 15 de out. 2018.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Dados CGH Generoso**. Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/2015\\_RAS/RAS\\_da\\_CGH\\_Generoso.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/2015_RAS/RAS_da_CGH_Generoso.pdf)>. Acesso em: 20 de ago. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. ed. São Paulo: Atlas: 2011.

METHASOLUÇÕES. Micro usina Metha Soluções. Disponível em:

<<https://methasolucoes.com.br/>>. Acesso em: 23 out. 2018.> Acesso em: 06 de out. de 2018.

MOREIRA, Lilian. Ribeirão do Inferno: a primeira hidrelétrica do Brasil. **Isto é**, São Paulo. 31 mai 2012.

ABRAPCH. **PCH's | Pequenas centrais hidrelétricas**. Disponível em

<<http://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PERIUS, M.R; CARREGARO, J. B. Pequenas centrais hidrelétricas como forma de redução de impactos ambientais e crises energéticas. Brasília, DF. **Revista eletrônica Ensaio e Ciência: Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Vol. 16 n. 2, ano 2012. p. 135 a 150. Disponíveis em:

<<http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/ensaioeciencia/article/view/2813/2666>>. Acesso em: 23 de ago. 2018.

VIANA, F. G.; VIANA, A. N.C. **Microcentrais hidrelétricas**: alternativa às comunidades rurais isoladas. Campinas: UNICAMP, 2005. Disponível em:

<<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBPE2004/Artigos/MICROCENTRAIS%20HIDREL%20-%20ALTERNATIVA%20-%20COMUNIDADES%20RU.pdf>> Acesso em: 15 de out. 2018.