



## **MELHORIA ENERGÉTICA NO SISTEMA DE BOMBEAMENTO COPASA CATAGUASES/MG, BRASIL**

### ***ENERGY IMPROVEMENT IN THE COPASA CATAGUASES / MG PUMPING SYSTEM, BRAZIL***

**Sílvia SOUSA<sup>1</sup>, Marcelle GUEDES<sup>2</sup>, Leonardo ROGGEN<sup>3</sup>**

*1. Universidade Maurício de Nassau, Braga - PT, [silvia.sousa@higra.com.br](mailto:silvia.sousa@higra.com.br),*

*2. ITEP-PE, Recife - BR, [marcelleguedes@hotmail.com](mailto:marcelleguedes@hotmail.com)*

*3. Universidade Federal de Santa Maria, São Leopoldo - BR, [leonardo.roggen@higra.com.br](mailto:leonardo.roggen@higra.com.br)*

#### **RESUMO**

A Redução no consumo energético é um grande desafio das indústrias de água em todo mundo, visto o crescimento populacional e impactos ambientais causados em suas obras de implementação. Desta forma, tecnologias que reduzam custos energéticos, simplificando as instalações, melhorando a operações em sistemas de bombeamento de água bruta e potável, tornam-se essenciais na viabilização de novos empreendimentos e em melhoria de sistemas existentes. Este artigo tem como objetivo, apresentar o ganho energético ocasionado pela substituição de bombas centrífugas tradicionais, pela tecnologia de bombas anfíbias, numa estação elevatória em Cataguases /MG, situado no Brasil.

**Palavras-Chave:** Tecnologia Anfíbia; Eficiência energética; Sistema de bombeamento de água.

#### **ABSTRACT**

The reduction in energy consumption is a major challenge for water industries worldwide, given the population growth and environmental impacts caused in their implementation works. In this way, technologies that reduce energy costs, simplifying installations, improving operations in raw and potable water pumping systems, become excellent in enabling new ventures and improving existing systems. This article aims to present the energy gain caused by the replacement of traditional centrifugal pumps, by the technology of amphibious pumps, in a pumping station in Cataguases / MG, located in Brazil.

**Keywords:** Amphibious technology; Energy efficiency; water supply pumping systems.

#### **1. INTRODUÇÃO**

O uso irresponsável dos recursos naturais vem fazendo da espécie humana refém de seus próprios erros. Em particular, o abastecimento público de água, que até há poucos anos era feito por meio de fontes limpas captadas nas encostas e trazidas às comunidades pela ação da gravidade, atualmente depende praticamente na totalidade de bombeamento (Eletrobras 2005). Diante deste panorama o surgimento de opções de uso, que propiciem redução dos gastos energéticos, dentre outros custos, são importantes para o bom atendimento das empresas de saneamento no Brasil e em todo mundo.

As etapas que envolvem um sistema de abastecimento geram grandes intervenções a partir de obras complexas de engenharia e, para continuar a crescer e se desenvolver no ritmo atual, a humanidade deve planejar seu desenvolvimento pautado em preocupações com o binômio água e energia (ONU, 2017; GOŁAŚ; ZAREŃBSKA; NOSEK, 2019). Estudos estimam que cerca de 3% do consumo mundial de eletricidade é utilizada em sistemas de abastecimento de água, sendo que 90% deste consumo total provém dos conjuntos motobomba existentes nas estações elevatórias, tanto de água bruta, como para o recalque de água tratada (TSUTIYA, 2001; GOMES, 2004; WATERGY, 2009; SARBU, 2016).

A substituição dos conjuntos motobomba por equipamentos de alto rendimento é uma das práticas mais utilizadas por operadores das companhias de abastecimento. O rendimento destes equipamentos é um parâmetro que indica sua capacidade em converter energia elétrica absorvida da rede em energia mecânica e posteriormente em energia hidráulica. Quanto menores as perdas, maior o rendimento da máquina e, por consequência, menor é a quantidade de energia necessária para executar um determinado trabalho.

A redução do consumo de energia elétrica através da eficiência energética está diretamente atrelada aos motores elétricos que compõem os conjuntos motobomba. No entanto, o termo “eficiência hidroenergética” vem de encontro a somar forças para a melhoria dos sistemas, uma vez que, além da busca por motores com melhores performances, fomenta-se também a utilização de bombas capazes de atingirem rendimentos hidráulicos mais coerentes com a demanda. Em outros termos, a eficiência hidroenergética busca por soluções capazes de reduzir o custo com energia elétrica e, ainda, promover o atingimento de maiores vazões e pressões, por meio de equipamentos de menores potências instalados nas estações elevatórias.

Os conjuntos motobomba anfíbios se apresentam como uma solução disposta a preencher o gap de mercado existente no que se diz respeito a aplicação efetiva da eficiência hidroenergética. A partir da capacidade de operar tanto dentro como fora d’água e do conceito monobloco, todo o volume do fluido bombeado, passa ao longo do motor, garantindo uma excelente troca térmica, sendo uma de suas mais importantes características, que auxilia em seu ganho energético. A versatilidade de instalação de tais equipamentos permite a operação em situações hídricas extremas, ocasionando reduções significativas dos impactos ambientais, em gastos com energia elétrica, bem como dispêndios inerentes a manutenção do sistema.

Frente a isso, esse artigo irá avaliar a eficiência hidroenergética da estação elevatória da COPASA em Cataguases, a partir da substituição dos equipamentos de eixo horizontal por conjuntos motobombas anfíbios, focando na elucidação das peculiaridades técnicas, econômicas e socioambientais da tecnologia anfíbia nesta aplicação.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Características da áreas de estudo

Cataguases é um município brasileiro do estado de Minas Gerais. De acordo com o IBGE em 2019, sua população foi estimada em 74 171 habitantes (IBGE, 2019). A COPASA é responsável por todo abastecimento de água e esgoto desta região, sendo responsável por vários investimentos de melhorias em seus sistemas (COPASA, 2019). A elevatória de água bruta em questão é de suma importância para o abastecimento da população, movimentando altos volumes de água.

### 2.2 Levantamentos de dados e indicador de rendimento

Para realização deste artigo foram utilizados dados fornecidos pelo fabricante das bombas anfíbias - HIGRA, pesquisa em artigos técnicos e autores renomados, afim de embasar toda nossa arguição. A análise se pautará sobre dados fornecidos pela empresa HIGRA, fornecedora dos equipamentos e do estudo de eficiência energética do sistema, conforme a seguir:

Quadro 1- Dados levantados

<b>Elevatória</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>
<b>Tipo motor</b>	Seco (refrigerado a ar)	Submerso (refrigerado a água)
<b>Tipo Bomba</b>	Centrífuga eixo horizontal	Anfíbia
<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>	198	396
<b>Pressão (mca)</b>	95	95
<b>Potencia do motor CV ( Kwh)</b>	200 (147)	200 (147)
<b>Quantidade Bombas</b>	4	4

<b>Elevatória</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>
<b>Índice Hidro energético (kW/m<sup>3</sup>/h)</b>	0,743	0,372
<b>ConsumoKwh/ano – (4CMB)</b>	5.080.320,00	2.543.616,00
<b>Custo Total mês ( R\$)</b>	110.073,60	55,111,68
<b>Custo Total ano (R\$)</b>	1.320.876,00	661.340,16

**Fonte: Autores (2021)**

## 2.2 Consumo Específico Normalizado de Energia Elétrica (CEN)

O CEN é utilizado para comparar a eficiência de equipamentos (EPE, 2020), de acordo com “a quantidade média de energia gasta para elevar 1 metro cúbico de água a 100 metros de altura por meio de instalações de bombeamento”. É um indicador que leva em consideração as diferentes configurações de sistema de abastecimento de água. Este indicador reduz as alturas manométricas (H) de diferentes instalações a uma única altura, de modo a permitir a comparação do desempenho. Calcula-se o indicador pela Equação 1:

$$CEN = \frac{Pa \cdot t}{V \times \frac{H_{man}}{100}} \quad (Kwh/m^3/100) \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo que Pa = Potencia elétrica medida em (KW); t = Tempo de bombeamento em (h), V= volume de água bombeada (m<sup>3</sup>) e H= altura manométrica de recalque (m).

## 3. RESULTADOS & DISCUSSÕES

A partir das informações contidas no Quadro 1, foi possível entender o desempenho energético dos conjuntos motobombas em estudo. Os CMB centrífugos convencionais apresentaram um CEN de 78%, enquanto as bombas anfíbias apresentam um CEN de 39%.

### 3.1 Perdas mecânicas em bombas de eixo horizontal

Segundo Neto 1998, As perdas mecânicas, são causadas devido a seus vários componentes de transmissão, tais como rolamentos radiais, axiais vedantes do eixo etc. Desta forma a potência útil é reduzida, e sempre menor que a potência fornecida pelo eixo do motor. Com sua utilização, o alinhamento inicial vai perdendo sua eficácia, causando aumento de ruídos e trepidação, provocando desgastes e cavitações ao longo do tempo (MANCINTYRE, 2013).

### 3.2 Bombas Anfíbias

Este princípio de bombeamento centrífugo, com rotores fechados e semi abertos de fluxo radial, misto ou axial, foi concebido para ter a capacidade de operar tanto dentro quanto fora da água, com pressões negativas ou positivas de sucção. É um equipamento monobloco, onde motor e bomba forma um único corpo, sem necessidade de acoplamentos entre as partes, desta forma reduz consideravelmente as perdas de carga por atrito. A passagem de todo o volume de fluido bombeado ao longo do motor garante uma troca térmica excelente e em níveis muito mais altos que a refrigeração por ventilação forçada, usualmente utilizada nos motores elétricos convencionais. Conta com um equalizador de pressão montado diretamente em seu conjunto motor, cuja função é fazer com que a pressão existente dentro do motor se equalize com a pressão externa, não resultando em diferencial de pressão e por consequência não gerando esforços em seus componentes de vedação. A possibilidade de trabalhar dentro e fora d'água traz uma vantagem significativa na questão do NPSH (Net Pressure Suction Head) e da consequência da não-observância dos limites deste, que é a cavitação (HIGRA 2019).



#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com o indicador apresentado, as bombas centrífugas anteriores, necessitam de 78 % da energia produzida, para elevar 1 m<sup>3</sup> de água a 100 m de altura, enquanto as bombas anfíbias necessitam apenas de 39% para realiza o mesmo trabalho. A baixa existencia de engrenagens, sua concepção monobloco com motor sempre refrigerado pelo próprio líquido bomebeado, bem como seu sistema de mancalização, ocasionou reduções significativas, referente as perdas térmicas e por atrito, em comparação com as bombas centrífugas convencionais, proporcionando assim uma execlente eficiencia energética. A substituição das bombas, geraram um ganho de aproximadamente 90% na vazão do sistema, havendo uma redução direta no consumo energético em torno de 50%, promovendo assim uma melhoria substancial em seu sistema de bombeamento.

#### REFERÊNCIAS

COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Disponível em: [www.copasa.com.br](http://www.copasa.com.br). Acesso em: 15 de jan. 2021.

ELETOBRAS (2005). MONTEIRO, M.A.G.; ROCHA, C.A. Eficiência energética em sistemas de bombeamento. Rio de Janeiro, Eletrobras; Procel, 2005. 86 p.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional: Ano Base 2014. 2015. Disponível em: . Acesso em: 26 mai. 2020.

GOŁAŚ, J., ZARĘBSKA, K., NOSEK, K. Energy and environment as the foundations for sustainable development. Environ Sci Pollut Res 26, 8359–8361 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04299-8>.

GOMES, H. P. (2004). Sistemas de Abastecimento de Água: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes e Elevatórias. 2 Edição. 242p. ISBN 85-237-0345-4.

HIGRA. (2019). Hígra Industrial Ltda. Disponível em: [www.higra.com.br](http://www.higra.com.br). Acesso em: 05 de set. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 15 de fev. 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. Relatório Nacional Voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento. Brasil, 2017. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/>. Acesso em: 10 de fev. 2021.

SARBU, I. (2016). A Study of Energy Optimisation of Urban Water Distribution Systems Using Potential Elements. Water, 8, 593. <https://doi.org/10.3390/w8120593>.

TSUTIYA, M. T. (2001). Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água. 1 Edição. 185p. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ISBN 85- 900823-4-2.

WATERGY. 2009. Disponível em: <http://www.watergy.net/-overview/why.php>. Acesso em: 15 de jan. 2021.