

## 104 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA DA SABESP

### **Celso Haguiuda**

Engenheiro eletricitista pela Universidade Mackenzie, com MBA em Energia, pela USP, atuando em eficiência energética no Departamento de Gestão de Energia da Sabesp.

**Endereço:** Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9656 - e-mail: [chaguiuda@sabesp.com.br](mailto:chaguiuda@sabesp.com.br).

### **RESUMO**

A avaliação da eficiência energética é uma parte importante na operação dos sistemas de saneamento pois possibilita a identificação de sistemas com baixo rendimento e, por conseguinte, auxilia na definição de ações para a melhoria da eficiência operacional.

A avaliação nos sistemas de bombeamento de água da Sabesp está em andamento e a experiência acumulada, seja em termos dos critérios de medição, qualidade dos dados e valores de eficiência encontrados serão abordados neste trabalho.

O indicador utilizado para avaliar e comparar diferentes sistemas de bombeamento é o consumo específico de energia normalizado, por meio do qual os indicadores de cada sistema de bombeamento são referenciados à uma altura manométrica de 100 metros ( $\text{kWh/m}^3 \cdot 100\text{m}$ ), que é o indicador Ph5 da IWA – International Water Association.

**PALAVRAS-CHAVE:** eficiência energética, bombeamento de água, ProEESA.

### **INTRODUÇÃO**

A despesa com energia elétrica representa, em média, o terceiro maior item da despesa de exploração das empresas de saneamento do Brasil, conforme consta do relatório do SNIS, 2017. Considerando que 89,7% dessa despesa refere-se ao abastecimento de água, foi este o segmento selecionado para iniciar a realização da avaliação da eficiência energética na Sabesp.

### **OBJETIVO**

O objetivo do trabalho é apresentar as atividades de avaliação da eficiência energética nos sistemas de bombeamento que, até o momento, foram avaliados 332 sistemas de bombeamento, que representam 47% do consumo de energia elétrica do segmento de água da Sabesp.

A partir das informações coletadas em campo, do cálculo dos indicadores de eficiência energética são selecionadas as unidades consumidoras para a definição das ações de melhoria da eficiência energética a serem aplicadas, incluindo os estudos de viabilidade econômica e a implantação das medidas de eficiência energética, com consequente redução do gasto com esse item de despesa.

### **METODOLOGIA UTILIZADA**

Este trabalho apresenta as formas utilizadas para a avaliação da eficiência energética em sistemas de bombeamento de água, utilizando o indicador de consumo específico de energia normalizado.

Na primeira etapa foi utilizada a metodologia tradicional, por meio da medição das grandezas hidráulicas e elétricas (vazão, pressão, energia elétrica e frequência) pelo período de quinze dias.

De posse dos dados coletados, foi realizado um estudo estatístico no qual foi constatado que, de forma geral, o desvio padrão desses períodos não são iguais ou tendem a ser menores no período de maior tempo. No entanto,

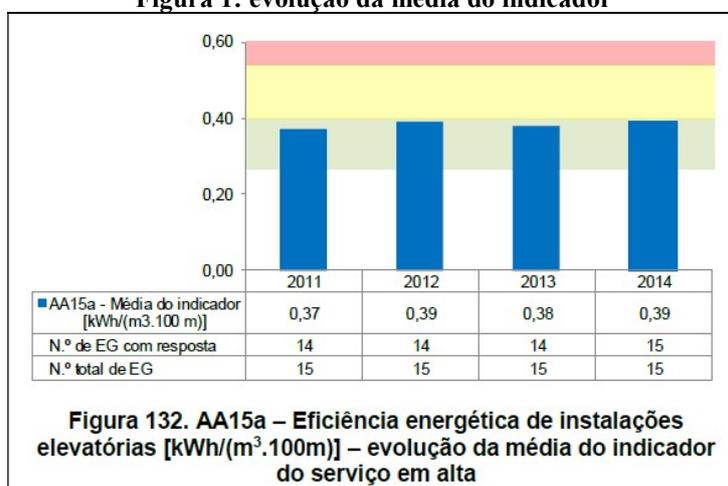
o período de medição por uma semana mostrou-se adequado em termos de comparação do desvio padrão semanal frente ao desvio padrão quinzenal. Assim, foi adotada a medição semanal.

O indicador Ph5 da IWA está indicado na Equação (1) (ALEGRE, 2006) e será destacada a sua utilização em Portugal, México e na Sabesp.

Em Portugal é utilizado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos - ERSAR - como um dos indicadores da qualidade dos serviços de águas e resíduos das prestadoras de serviço à população (ERSAR, 2015).

A ERSAR publicou o Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2015) – Volume 1 - Caracterização do Setor de Águas e Resíduos (ERSAR, 2015), que apresenta a Figura 1 com a evolução da média do indicador de 2011 a 2014, variando de 0,37 a 0,39 kWh/m<sup>3</sup>.100m.

**Figura 1: evolução da média do indicador**

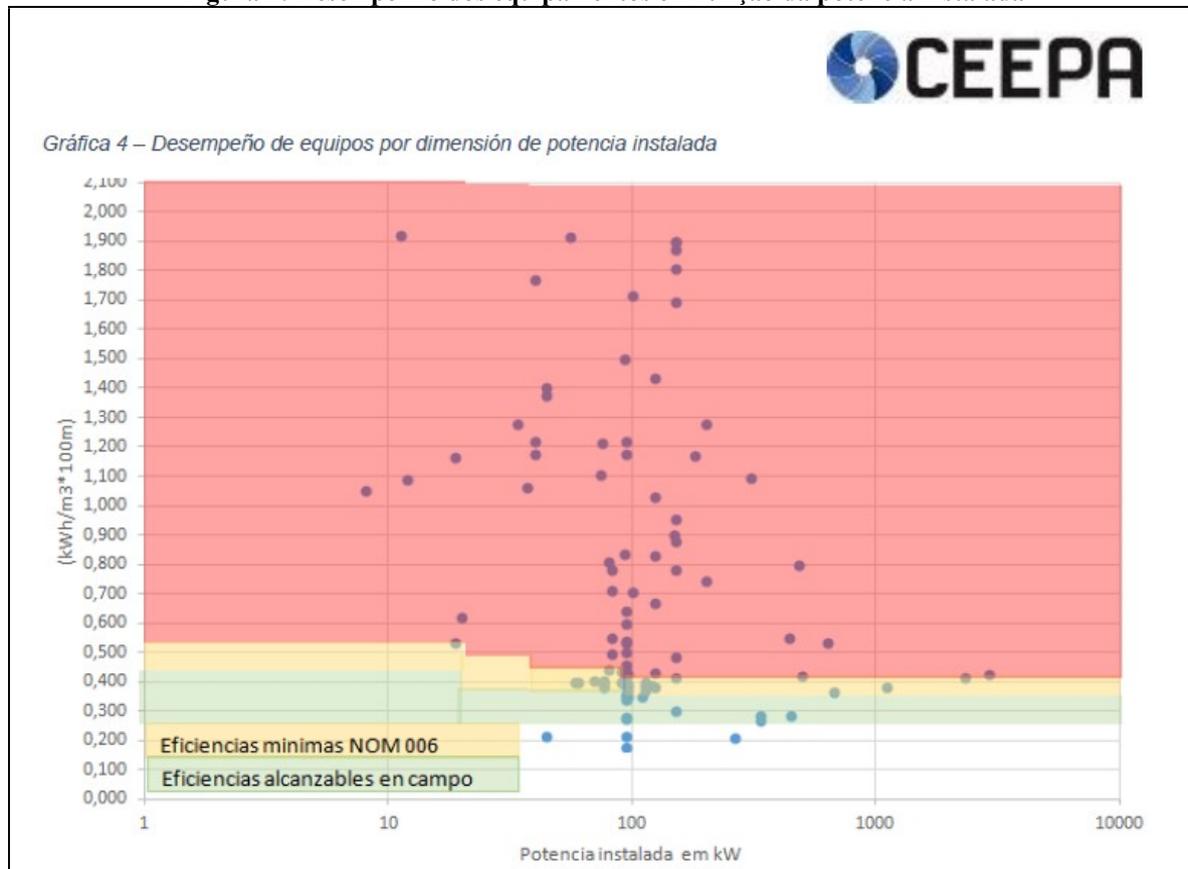


No México a Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento de México – ANEAS utiliza este indicador para o Cálculo de la Eficiencia Energética y del Potencial de Ahorro de energia em sistemas de bombeo de água – CEEPA, divulgando, a cada ano os resultados alcançados (ANEAS, 2014).

A Figura 2 apresenta o desempenho dos equipamentos em função da potência instalada no bombeamento de água, indicando a classificação boa, mediana e insatisfatória, conforme estabelece a ANEAS.



**Figura 2: Desempenho dos equipamentos em função da potência instalada**



No Brasil é recomendado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, como um indicador que permite a comparação entre várias instalações (COURA, 2007).

É necessário que se obtenha, para cada instalação, o consumo de energia elétrica em determinado período, o volume bombeado e a altura manométrica.

A fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\text{CEN} = \frac{\text{consumo} * 100}{\text{volume} * \text{Hman}} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

CEN: consumo específico de energia normalizado [kWh/m³.100m]  
consumo: consumo de energia elétrica no período (t) [kWh]  
volume: volume bombeado no período (t) [m³]  
Hman: altura manométrica total [mca]

Como parâmetro de comparação entre os indicadores obtidos nas avaliações de eficiência energética, foram utilizados os valores de referência do indicador AA15 das estações elevatórias adotados pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos – ERSAR, de Portugal, conforme Tabela 1.

**Tabela 1: valores de referência do indicador**

Eficiência	Valores de referência [ kWh/m <sup>3</sup> .100m ]	Eficiências médias de referência
Boa	0,27 a 0,40	Acima de 68%
Mediana	0,40 a 0,54	50% a 68%
Insatisfatória	>0,54	Abaixo de 50%

Na segunda etapa foi utilizado a metodologia adotada pelo ProEESA – Projeto de eficiência energética em sistemas de abastecimento de água, que foi pactuado entre a Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional e o Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha, sendo a parceria executada pela Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

O ProEESA adota o critério de avaliação da eficiência indicado na Tabela 2.

**Tabela 2: valores de referência do indicador**

Eficiência	Valores de referência [ kWh/m <sup>3</sup> .100m ]	Eficiências médias de referência
Boa	0,27 a 0,4258	Acima de 64%
Mediana	0,4258 a 0,57978	47% a 64%
Insatisfatória	>0,57978	Abaixo de 47%

Visando a celeridade e a redução dos custos das avaliações de eficiência energética dos sistemas de bombeamentos e, como alternativa à avaliação da eficiência energética por meio da medição em campo de todas as grandezas (energia, volume bombeado e altura manométrica) utilizada na primeira etapa, a metodologia adotada pelo ProEESA preconiza a medição do consumo de energia e a possibilidade de utilização da estimativa de até duas das demais grandezas (volume de água e altura manométrica) e adota uma classificação para o grau de confiabilidade dos seus valores obtidos com o uso de estrelas, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3: valores de referência do indicador**

Qualidade dos dados	Grandezas medidas	Grandezas estimada
☆☆☆	Volume de água (m <sup>3</sup> ) Altura manométrica total (mca) Energia elétrica (kWh)	
☆☆	Volume de água (m <sup>3</sup> ) Energia elétrica (kWh)	Altura manométrica total (mca)
☆	Energia elétrica (kWh)	Volume de água (m <sup>3</sup> ) Altura manométrica total (mca)

Para os sistemas de bombeamento classificados com eficiência insatisfatória e não tenham, a curto prazo, obra ou alteração do sistema será feita medição de todas as grandezas hidráulicas e elétricas por uma semana e verificadas as condições para a proposição de ações de eficiência energética, visando à contratação da implantação das ações.

## RESULTADOS OBTIDOS

As medições das grandezas hidráulicas e elétricas e o cálculo do indicador de consumo de energia elétrica específico normalizado continua em atividade e, até o momento, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4: Resultados**

Eficiência ProEESA	Valores de referência [ kWh/m <sup>3</sup> .100m ]	Eficiência média	Quantidade de sistemas de bombeamento	Participação no consumo em sistemas de água da Sabesp
Boa	0,27 a 0,4258	Acima de 64%	61	32,7%
Mediana	0,4258 a 0,57978	47% a 64%	109	9,1%
Insatisfatória	>0,57978	Abaixo de 47%	141	4,6%
Não aplicável			21	0,5%
<b>Total</b>			<b>332</b>	<b>47,0%</b>

Os resultados referentes à qualidade dos dados estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5: Qualidade dos dados**

Eficiência	Eficiência média	☆☆☆	☆☆	☆	Quantidade de sistemas de bombeamento
Boa	Acima de 64%	39	16	6	61
Mediana	47% a 64%	77	27	5	109
Insatisfatória	Abaixo de 47%	87	47	7	141
Não aplicável			21		21
<b>Total</b>		<b>203</b>	<b>111</b>	<b>18</b>	<b>332</b>
<b>Percentual</b>		<b>61%</b>	<b>33%</b>	<b>6%</b>	

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dos resultados indicados na Tabela 4 pode-se destacar que, até o momento foram avaliadas a eficiência energética dos sistemas de bombeamento que correspondem a 47% do consumo de energia elétrica do segmento água da Sabesp e que 32,7% desse consumo apresentam eficiência acima de 64%, classificada como boa, significando que há boas práticas na implantação, operação e manutenção desses sistemas e que apenas 4,6% apresentam eficiência insatisfatória. Daí, tem-se, também, informações para o planejamento das ações para a melhoria da eficiência energéticas nesses sistemas.

Dos resultados indicados na Tabela 5 pode-se destacar que 61% dos sistemas de bombeamento de água possuem dados de vazão e pressão, que complementados com a medição de potência elétrica, permitem avaliação da eficiência energética com boa qualidade de dados, porém 39% possuem deficiência em um ou dois desses parâmetros e que ações devem ser implementadas para a obtenção desses dados operacionais, permitindo avaliação periódica desses sistemas.

## CONCLUSÕES

A análise dos dados da Figura 1, contendo os indicadores de eficiência energética de 2011 a 2014 mostra que a avaliação periódica pode levar os prestadores de serviço de saneamento à operação em patamares de boa qualidade em eficiência energética.

Há a necessidade de continuidade das avaliações em curso, seja com mão de obra própria, seja por meio de contratação das medições das grandezas hidráulicas e elétricas, tendo em vista que a gestão energética somente pode ser feita com informação de qualidade.

Os sistemas de bombeamento com eficiência energética considerada insatisfatória serão submetidos a novas medições por uma semana e, ratificada a situação, serão adotadas medidas para a implantação de ações, visando à melhoria da eficiência energética, após análise de viabilidade técnica e econômica.

A utilização do indicador consumo específico de energia normalizado apresenta como resultado uma referência para ser aplicada ao longo do ciclo de vida da instalação, verificando periodicamente a eficiência dos sistemas de bombeamento, bem como é útil para comparar com outros sistemas, permitindo a priorização de ações no planejamento em eficiência energética das operadoras de saneamento.

Esta é uma atividade permanente, de forma a avaliar continuamente a eficiência energética e detectar possíveis desvios e adotar ações corretivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H., BAPTISTA, J.M., CABRERA JR., E., CUBILLO, F., DUARTE, P., HIRNER, W., MERKEL, E., PARENA, R. Performance indicators for water supply services - second edition. IWA, London, jun 2006.
2. ASSOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE MEXICO A.C. - ANEAS. Informe de la iniciativa CEEPA 2014. Disponível em [http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/2015/ANEAS\\_PRESENTACIONES2014/Presentaciones%20C%20y%20T/6%20Eficiencia%20Energetica%20en%20bombeo/Informe%20Benchmarking%20CEEPA\\_2014.pdf](http://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/2015/ANEAS_PRESENTACIONES2014/Presentaciones%20C%20y%20T/6%20Eficiencia%20Energetica%20en%20bombeo/Informe%20Benchmarking%20CEEPA_2014.pdf). Acessado em 13/12/2016. México, nov 2014.
3. COURA, S.P., GOMES, A.S. A conta de energia elétrica no saneamento - Volume 5. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2007.
4. ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS - ERSAR. Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores - 2ª geração do sistema de avaliação. Cor comum - Serviços gráficos Lda. Lisboa, out 2013.
5. ENTIDADE REGULADORA DOS SERVIÇOS DE ÁGUAS E RESÍDUOS - ERSAR. Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (2015) - Volume 1 - Caracterização do Setor de Águas e Resíduos. Disponível em <http://www.ersar.pt/website/ViewContent.aspx?SubFolderPath=%5cRoot%5cContents%5cSitio%5cMenuPrincipal%5cDocumentacao%5cPublicacoesIRAR&BookCategoryID=1&BookTypeID=3>. Acessado em 13/12/2016.
6. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017. Brasília, 2019.