

CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E AMBIENTE

Levantamento do comportamento energético de uma válvula borboleta e uma válvula esférica de 500 mm de diâmetro

Eng^o César Augusto Sanders- COPASA

Eng^o João Andrade do Nascimento- COPASA

Eng^a Yvone de Faria Lemos De Lucca- CTH-DAEE-USP

São Paulo, 01 de agosto, 2013

1- INTRODUÇÃO



São Lucas Sul:

-2 Conjuntos moto-bomba de 570 cv em 440 V

ZA-18:

- 3 Conjuntos moto-bomba de 750 cv – 6000V

1- INTRODUÇÃO

Estudo realizado na Elevatória São Lucas Sul, da COPASA, em Belo Horizonte – MG.

Levantamento do comportamento energético de uma válvula borboleta e de uma válvula esfera, ambas de diâmetro 500 mm, instaladas após o conjunto moto bomba 2, com a seguinte especificação:

**bomba Worthington 20 LN 28;
880 rpm**

2- OBJETIVO

• Levantamento em campo de parâmetros que possibilitem a comparação do comportamento de uma válvula borboleta e uma válvula esférica, ambas de diâmetro de 500 mm.

• perda de carga localizada;
• vazão;
• consumo de energia elétrica.

Ensaio foram realizados em duas etapas:

• Válvula borboleta

• Válvula esférica

Foram instalados os instrumentos de medição

Executadas em vários dias ininterruptos

1º- válvula borboleta

2º- válvula esfera

3- EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

3.1- Medição da vazão



A equação representativa é:

$$Q = K.S.\sqrt{2.g.(h_2 - h_1)}$$

$K \rightarrow f\left(\frac{R}{D}\right)$ Nesse caso $R/D=1,524$,
Portanto $K=0,86$.

S Área da seção da tubulação(m^2)

$(h_2 - h_1)$ Diferença de carga de pressão entre as
tomadas de pressão interna e externa da
curva

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \text{onde:} \quad D = 0,500m$$

$$Q = 0,795 \cdot \sqrt{DP}$$

Essa equação leva em consideração um ajuste da constante em função da vazão fornecida pela COPASA, quando somente uma bomba estava em operação.

3.2- Medição da perda de carga através das válvulas

ü Transdutor de pressão, marca WIKA, a montante da válvula

ü Transdutor de pressão, marca WIKA, a jusante da válvula

ü Range : 0 a 6 bar.

A equação da perda de **carga** nas válvulas é:

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

H_1 = carga de pressão a montante válvula borboleta ou válvula esférica

H_2 = carga de pressão a jusante da válvula borboleta ou esfera

3.2- PERDA DE CARGA ATRAVÉS DA VÁLVULA BORBOLETA



3.2- PERDA DE CARGA ATRAVÉS DA VÁLVULA ESFERA



Indicação dos transdutores de pressão a montante e a jusante da válvula

3.2- PERDA DE CARGA ATRAVÉS DA VÁLVULA ESFERA



3.3- MEDIÇÃO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS



$$P_{ativa} = \sqrt{3}.V.I.\cos\varphi$$

$$\text{Consumo de energia} = P_{ativa} \cdot N^{\circ} \text{ de horas}$$

3.4- PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

• Marca Lynx- AqDados7

• Frequência de 120 Hz.

3.5- ANÁLISE DOS SINAIS

• Software da Lynx-AqDAnalysis

• Vazão

• Potência ativa

• Perda de carga através das válvulas

• Os valores sempre representam os valores médios!!!!!!

3.5- ANÁLISE DOS SINAIS

3.5.1- Válvula borboleta 31/03/2010 17h:25

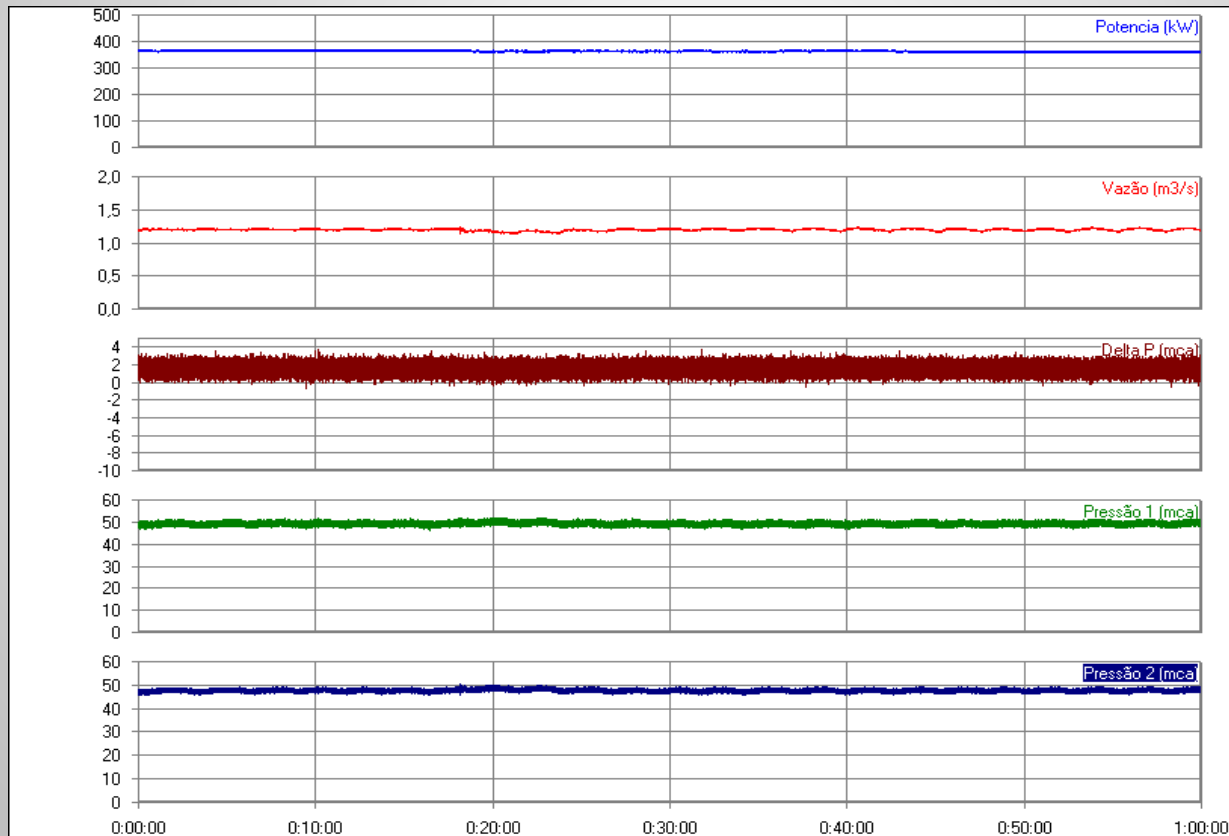


Tabela 1- Valores adquiridos em 31/03/2010- Válvula borboleta

	Potência (kW)	Vazão (m ³ /s)	Delta P (mca)	Pressão P1(mca)	Pressão P2(mca)
Amostras	436368	436368	436368	436368	436368
Máximo	370,704	1,23898	3,69409	52,0701	50,4009
Mínimo	356,11	1,13239	-0,65404	46,3191	45,8547
Máx-Mín	14,5934	0,10659	4,34813	5,75104	4,54613
Média	363,137	1,19782	1,55534	49,2436	47,6883
Desvio padrão	2,12557	0,015689	0,422521	0,580765	0,481736
Área	1,30741E +06	4312,19	5599,28	177278	171679
RMS	363,173	1,19792	1,61171	49,247	47,6907

4- RESULTADOS

Para cada dia de medição foram construídos arquivos de uma hora cada, e calculados os valores máximos, mínimos, médios, desvio padrão, RMS da potência ativa (kW), do diferencial de pressão na curva (m), das cargas de pressões a montante – P1 e a jusante -P2 das válvulas;

4- RESULTADOS

• Portanto, através das 436368 amostras, foram construídos, para cada válvula:

• Gráfico 1- consumo horário/volume em função da vazão;

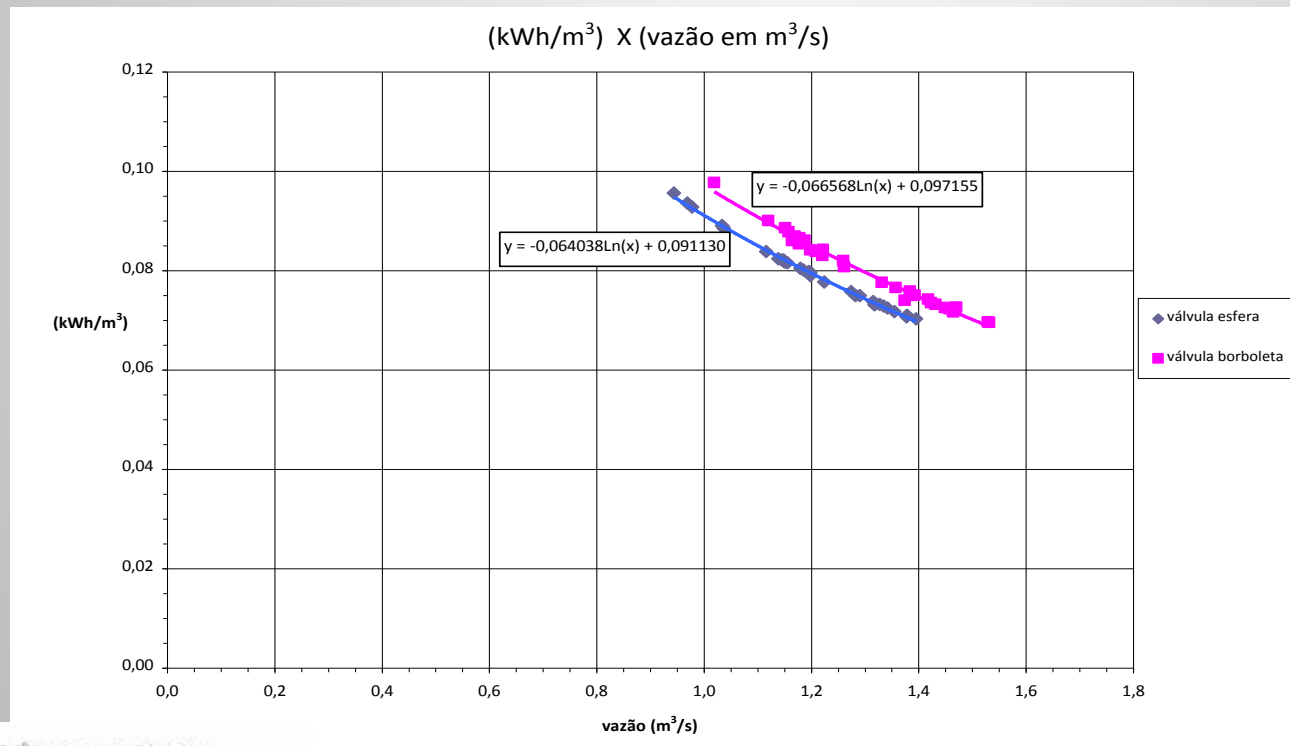
• Gráfico 2- potência ativa em função da vazão;

• Gráfico 3- perda de carga na válvula em função da vazão;

• Gráfico 4- coeficiente de perda de carga localizada (K) em função do número de Reynolds.

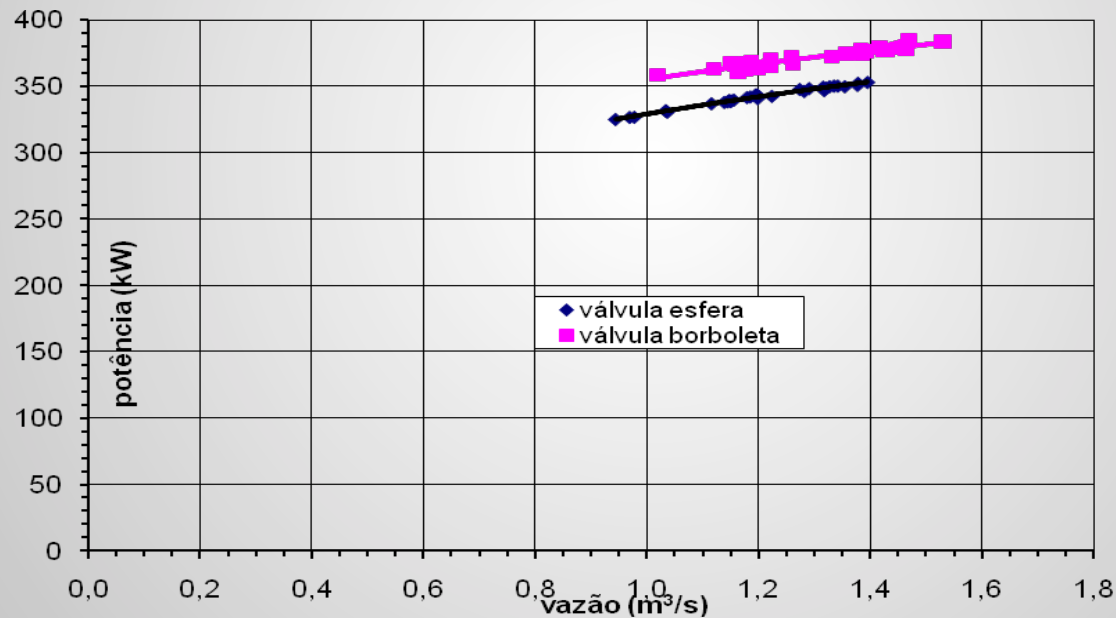
4- RESULTADOS

Gráfico 1- Consumo horário por volume versus a vazão



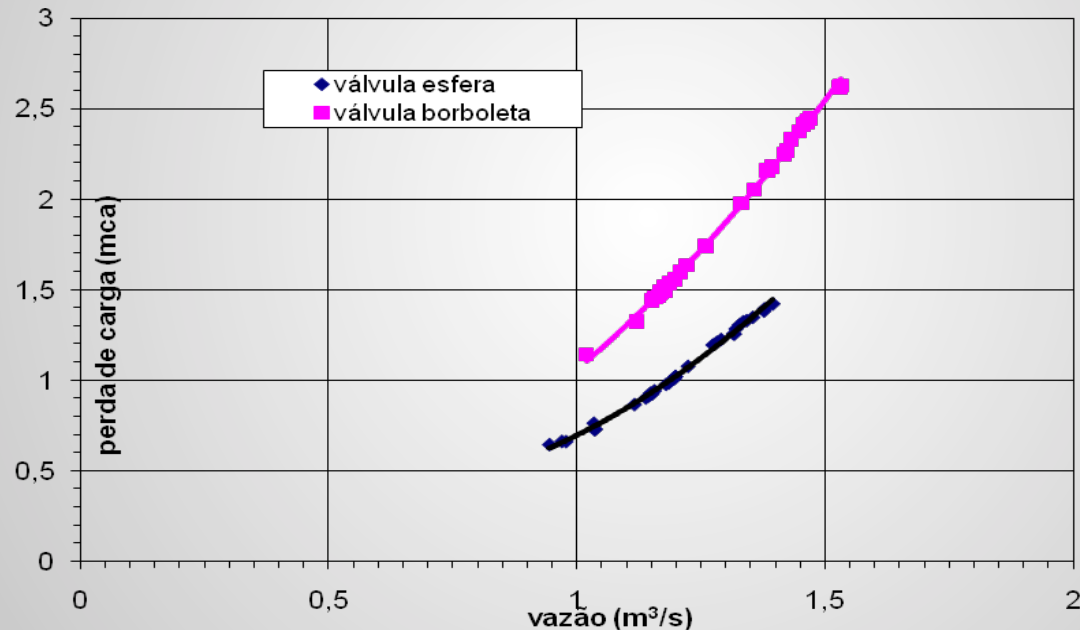
4- RESULTADOS

Gráfico 2-Curva da potência em função da vazão



4- RESULTADOS

Gráfico 3- Perda de carga em função da vazão

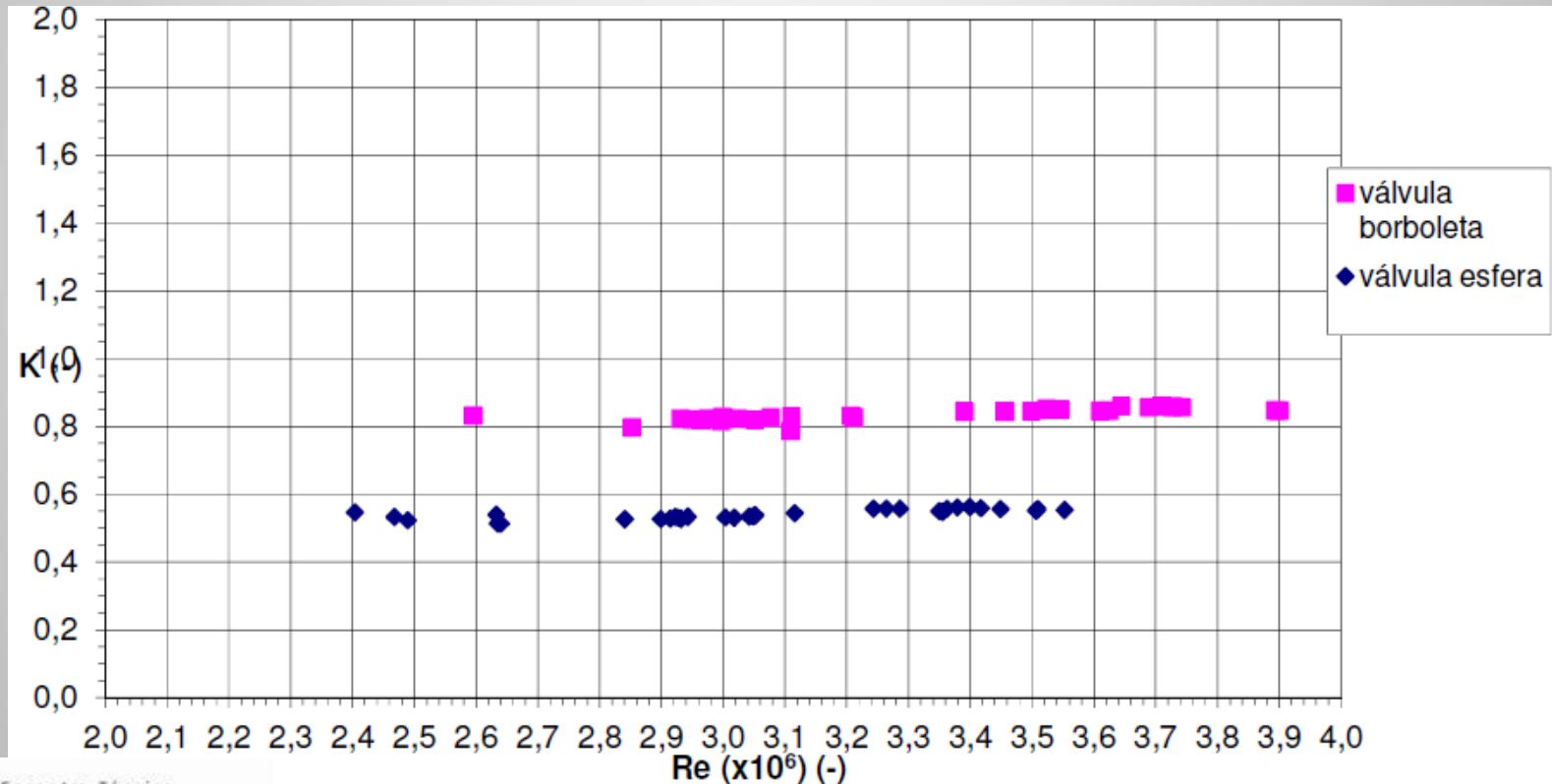


4- RESULTADOS

Gráfico 4- Variação do coeficiente de perda localizada (k) em função do número de Reynolds.

K médio da válvula borboleta = 0,8453

K médio da válvula esfera = 0,5409



5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

ü Melhor confiabilidade dos resultados, houve descarte de dados adquiridos em determinados períodos, apresentando grandes variações das grandezas em virtude de paradas no sistema, com consequentes falhas nas medições.

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üEconomia de custo de energia elétrica gasto na escolha da instalação com uma válvula esfera ou uma válvula borboleta, optou-se por usar os valores do custo de energia elétrica/kWh nos horários de ponta e fora de ponta.

üHorário fora de ponta: R\$ 0,1716/kWh;

üHorário de ponta: R\$ 0,2683/kWh.

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üFatura mensal de energia elétrica, mês de referência 07/2010;

üCusto da energia elétrica no horário fora de ponta=
 $\text{R\$ } 79.882,35 / 465.500 = \text{R\$ } 0,1716/\text{kWh}$;

üCusto da energia no horário de ponta= $\text{R\$ } 7888,47 / 29.400 = \text{R\$ } 0,2683/\text{kWh}$.

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üMelhor visualização do comportamento das válvulas, através das curvas do gráfico 1, foram ajustadas as equações das curvas do consumo horário/volume em função da vazão.

Válvula borboleta:

$$CH = -0,066232 \cdot \ln(Q) + 0,097130$$

Válvula esférica:

$$CH = -0,064038 \cdot \ln(Q) + 0,091130$$

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

CH = Consumo horário em (kWh/m³);

Q = Vazão em (m³/s).

Equações e a tabela 02 referente a dez dias de aquisição, a vazão média é igual a 1,294 m³/s, que corresponde a uma vazão média de 4659,9 m³/h.

Tabela 2- Válvula Borboleta- valores médios diários

Dia	(kW)	(m3/s)	Total (kWh)	(kWs)	(m3)
01/04	368,95	1,319	8854,75	31877100	113967
02/04	367,09	1,226	8810,361	31717300	105948
03/04	365,74	1,228	7314,972	26333900	88416,8
09/04	374,20	1,367	8980,972	32331500	118147
10/04	372,00	1,306	8926,556	32135600	112783
11/04	374,14	1,302	8979,444	32326000	112452
12/04	371,28	1,302	8910,944	32079400	112469
13/04	372,04	1,306	8928,083	32141100	112788
14/04	371,83	1,32	8924,111	32126800	114067
15/04	368,49	1,269	8843,972	31838300	109644

Vazão média(m3/s)=1,294

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Tabela 3- Consumo horário para cada tipo de válvula

Tipo de válvula	Consumo horário(kWh/m3)
Borboleta	0,0800
esfera	0,0746

Tabela 4- Custo do kWh

Horário de ponta	R\$ 0,2683
Horário fora de ponta	R\$0,1716

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Tabela 5- Quantidade de horas no mês

Horas no mês	De ponta	Fora de ponta
8 dias fins de semana(h)		192
22 dias (h)	66	462
Total (h)	66	654

Tabela 6- Custo total mensal da energia elétrica para cada tipo de válvula

Valor em R\$	De ponta	Fora de ponta	Total(R\$)
Borboleta	6604,49	41857,13	48461,62
esfera	6156,10	39015,42	45171,53

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üCusto mensal da instalação representa uma diferença de 6,8%!!!!!!!

üNo período de um mês, a instalação com a válvula esfera ao invés da válvula borboleta haverá uma economia no custo da energia elétrica de R\$ 3290,09, e que representa uma economia de R\$ 39481,08 no período de um ano!!!!!!!

üEsses valores referem-se a somente um conjunto moto bomba!!!!

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üGráfico 1-O consumo horário por volume na válvula borboleta é maior do que na válvula esfera, para uma mesma vazão!!!!!!

üGráfico 2-A potência ativa da válvula borboleta é maior do que na válvula esfera, para uma mesma vazão!!!!!!

üGráficos 3 e 4 - A perda de carga na válvula borboleta é maior do que na válvula esfera, para uma mesma vazão!!!!!!

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üAtravés da tabela 6, concluimos que o custo mensal da instalação com uma válvula esfera é igual a R\$ 45.171,53, representando uma diferença de 6,8% sobre o custo com a válvula borboleta que é R\$ 48.461,62!!!!

üSe a instalação funcionar um mês com a válvula esfera ao invés da válvula borboleta, haverá uma economia no custo da energia elétrica de R\$ 3.290,09!!!!

5- COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

üRepresentando essa economia ao longo do período de um ano será R\$ 39.481,08!!!!!!

üGráfico 4, os valores médios dos coeficiente de perda de carga localizada das válvulas borboleta e esférica totalmente abertas, foram iguais a 0,8453 e 0,5409 respectivamente. No entanto, de acordo com as Leis de Semelhança todas as válvulas geométricamente semelhantes terão esse mesmo coeficiente!!!!

6- REFERÊNCIAS

- FUNDAÇÃO DE ESTUDOS E PESQUISAS AQUÁTICAS - FUNDESPA:
Levantamento do comportamento energético de uma válvula borboleta e de uma válvula esfera, ambas de diâmetro de 500 mm, instaladas na Elevatória S. Lucas Sul, em Belo Horizonte- MG: FUNDESPA, setembro de 2011. 96p. Relatório final, revisão 1.
- De Lucca, Y. F. L., NASCIMENTO, J.A. Levantamento do comportamento energético de uma válvula borboleta e de uma válvula esfera, ambas de diâmetro de 500 mm, instaladas na Elevatória São Lucas Sul, em Belo Horizonte- MG. Hidro&hydro – PCH Notícias & SHP News, Itajubá, n. 53, p. 24-27, ABR./JUN. 2012.
- Trabalhos técnicos desenvolvidos pela COPASA/ DVAP - Divisão de Serviços de Apoio Eletromecânica e Automação .

6- REFERÊNCIAS



FIM!

Muito obrigado!!!!

cesar.sanders@copasa.com.br

joaoandrade.nascimento@copasa.com.br

yvone.lucca@gmail.com

