

**PRÊMIO GLP INOVAÇÃO E TECNOLOGIA**

**EDIÇÃO 2018**



**RELATÓRIO TÉCNICO GDST**

**Comparação da Curva de Carga de uma Bomba de Canal Lateral  
Utilizando GLP e Água como Fluido de Trabalho**

**Categoria: Projetos de instalações**

**Autores:**

**Elaborado por:**

Rodrigo Solha Pazzini de Freitas

Elcio Augusto Rocha Sarti – Liquigás Distribuidora S.A.

Alyne Freitas da Silva Bordalo Rodrigues – Liquigás Liquigás Distribuidora S.A.

Marcel Stéfano Zola Ramin – Liquigás Liquigás Distribuidora S.A.

Bruno Henrique Vincentim – Liquigás Liquigás Distribuidora S.A.

Ronaldo Moretti – Bombas Climax

## Sumário

1. Problema .....	6
2. Objetivo .....	6
3. Procedimento Realizado .....	7
4. Resultados .....	9
5. Conclusões.....	11

## Histórico Liquigás

A Liquigás, uma empresa do Sistema Petrobras, é líder no mercado de botijões de gás de até 13 kg e uma das maiores distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) do Brasil. Fornece gás para uso doméstico e industrial em embalagens de 8, 13, 20 e 45 kg, atendendo mensalmente em torno de 8 milhões de residências, por meio de uma rede de aproximadamente 5.000 revendedores.

No segmento de GLP a granel, oferece produtos e serviços para diversos setores, como comércio, indústria, agronegócios e condomínios, atendendo a mais de 46.000 clientes no Sistema de Medição Individualizada e acima de 20.000 nos diversos segmentos da economia brasileira, totalizando quase 35.000 instalações. A empresa conta atualmente com cerca de 3.100 funcionários e investe constantemente em tecnologia e inovações para garantir ao consumidor final um produto de qualidade, com segurança e responsabilidade social e ambiental.



**Figura 1** - Centro Operativo de Capuava – Fonte: Liquigás Distribuidora S.A

## Histórico Bombas Climax

A empresa BOMBAS CLIMAX INDUSTRIA E COMERCIO LTDA., foi fundada em 01/01/1952 e é sucessora da firma individual "E. OTTO". Ela está estabelecida à Rua Marques de Olinda, 668, Ipiranga, São Paulo - SP CEP 04277-000.

As bombas centrifugas convencionais deixam de funcionar se entrar ar no tubo de sucção. Tais desarranjos não acontecem com as bombas autoaspirantes que são capazes de retirar o ar do tubo de sucção, ficando assim sempre disponíveis para o trabalho seguro e sem falhas. As bombas "CLIMAX" são bombas autoaspirantes de canal lateral e são capazes de bombear ar ou gás junto com o líquido, e apresentam um baixo NPSH.

As bombas Climax são construídas em diversas combinações de materiais e diversos tipos de selagem do eixo, apropriando-se ao líquido a ser bombeado. Exemplo de alguns líquidos bombeados: Água, GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), Amônia, Gasolina, Óleo Diesel, Álcool, Solventes, Acetatos, Óleo SAE 10,20,30, Shampoo, Cremes diversos, etc. São excelentes quando usados em poços semi-artesianos, poços ponteiros, etc. São excelentes quando usados em Tanatopraxia.

## 1. Problema

Bombear GLP é uma atividade comum em qualquer Distribuidora de GLP, tanto para envasar os vasilhames de diversos tamanhos comercializados, como para abastecer os caminhões e carretas utilizados para a comercialização do produto granel.

Para essa tarefa, é empregada uma grande variedade de bombas, que é, selecionada e dimensionada de acordo com a necessidade do processo ao qual está inserida. Uma das etapas da seleção da bomba adequada para o processo é a análise de suas curvas características, que determinam as propriedades importantes para o dimensionamento do equipamento. Essas curvas são elaboradas pelos fabricantes, através de ensaios em bancadas próprias, dotadas de equipamentos de medição adequados. Porém, o fluido de trabalho comumente utilizado nesses testes é a água, por questões de simplicidade e facilidade de seu manuseio, obtenção e armazenamento.

Estudos científicos e acadêmicos elaborados anteriormente comparam as variações observadas nas curvas características dos principais tipos de bombas quando utilizados fluidos de trabalho com diferentes densidades e características. Não são encontrados, porém, estudos que utilizem GLP, ou seus principais constituintes (butano e propano) para a elaboração das curvas e comparação dos resultados obtidos com a água.

## 2. Objetivo

O objetivo desse trabalho é realizar os ensaios de uma bomba de canal lateral utilizando GLP como fluido de trabalho e comparar os resultados obtidos com testes realizados com água. A partir dos resultados obtidos, será possível obter a magnitude dos desvios que deverão ser considerados na hora de dimensionar o equipamento utilizando as curvas apresentadas pelos fabricantes para água. A divergência esperada é decorrente não só das diferenças de densidade entre ambos os fluidos comparados, mas também com a principal característica do GLP: um fluido que é manipulado no estado líquido e, que se apresenta em um estado de saturação dentro do reservatório.

### 3. Procedimento Realizado

Para a realização dos testes e ensaios, foi elaborada uma instalação-teste composta por:

- 2 reservatórios de 1000L verticais;
- 1 bomba Climax modelo DA-6003, cedida pela Bombas Climax, para estudo;
- 1 medidor de vazão Contech SVTG;
- Manômetros dotados de glicerina, montados à montante e jusante da bomba;

Todos os equipamentos e acessórios foram montados sobre uma estrutura metálica que permite a movimentação e deslocamento da instalação-teste, como um sistema SKID. Para o dimensionamento e projeto da instalação, foram considerados os distanciamentos de segurança e demais características da ABNT NBR 13523. As instalações da bomba e medidores respeitam os distanciamentos e posicionamentos determinados pelos fabricantes.



**Figura 2** - Instalação-teste utilizada para os ensaios



Figura 3 - Detalhe da instalação da bomba

O procedimento seguido na execução dos testes foi:

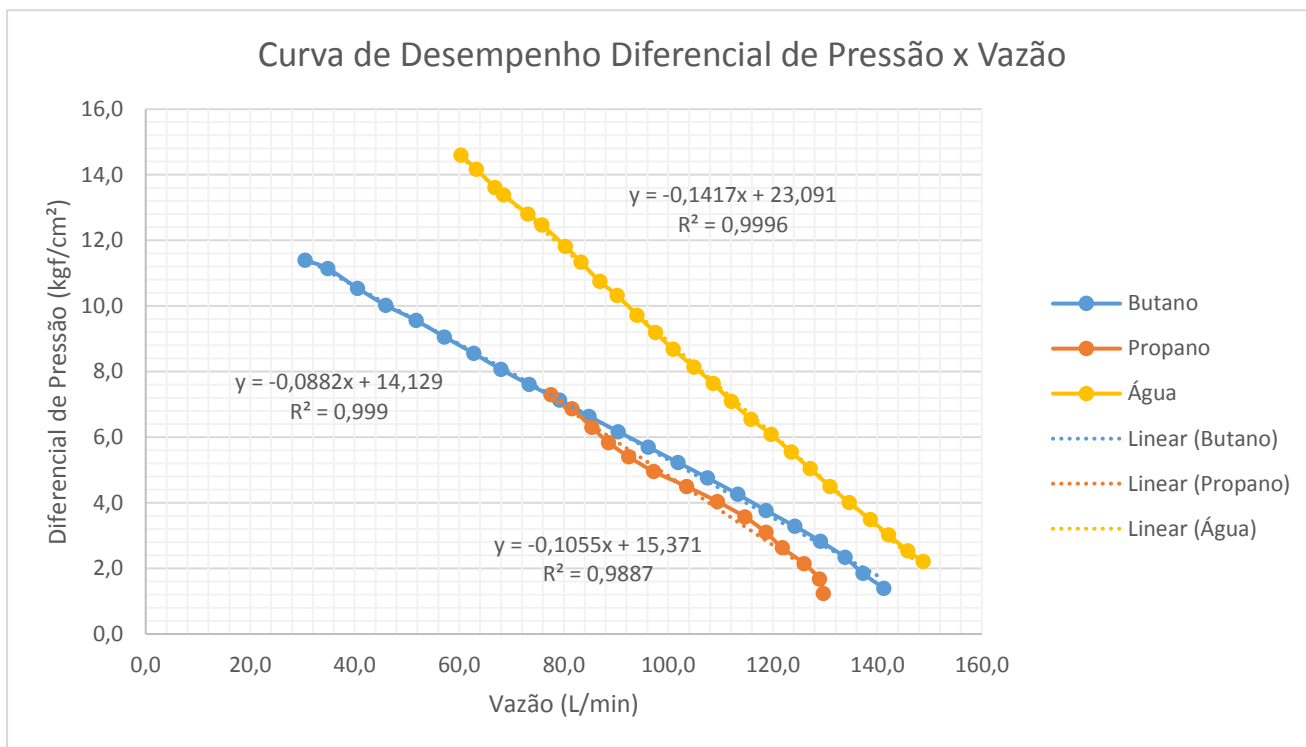
1. Tomada da pressão do reservatório de sucção;
2. Tomada da pressão de entrada e saída da bomba;
3. Tomada da vazão na tubulação de descarga da bomba;
4. Redução da vazão através da válvula de controle instalada à jusante da bomba;
5. Tomada da pressão de entrada e saída da bomba;
6. Repetição dos itens 4 e 5 até que ao menos 15 pontos fossem anotados.

Para a obtenção de dados confiáveis, os ensaios foram repetidos 10 vezes, em dias diferentes, com condições climáticas diferentes. Os ensaios foram executados inicialmente utilizando-se água como fluido de trabalho, para que os resultados pudessem ser comparados com o GLP. Uma vez obtidos os resultados para água, foram realizados ensaios com butano puro e propano puro, para que pudessem ser verificados os limites de densidade superior e inferior das diversas misturas de GLP. Para a realização dos testes com butano e propano, o mesmo procedimento de realização dos ensaios com água foi seguido.

As vazões foram monitoradas em L/min, da mesma forma em que a curva de carga do fabricante é apresentada. O diferencial de pressão da bomba foi obtido através dos manômetros instalados à montante e à jusante, medido em  $\text{kgf/cm}^2$ .

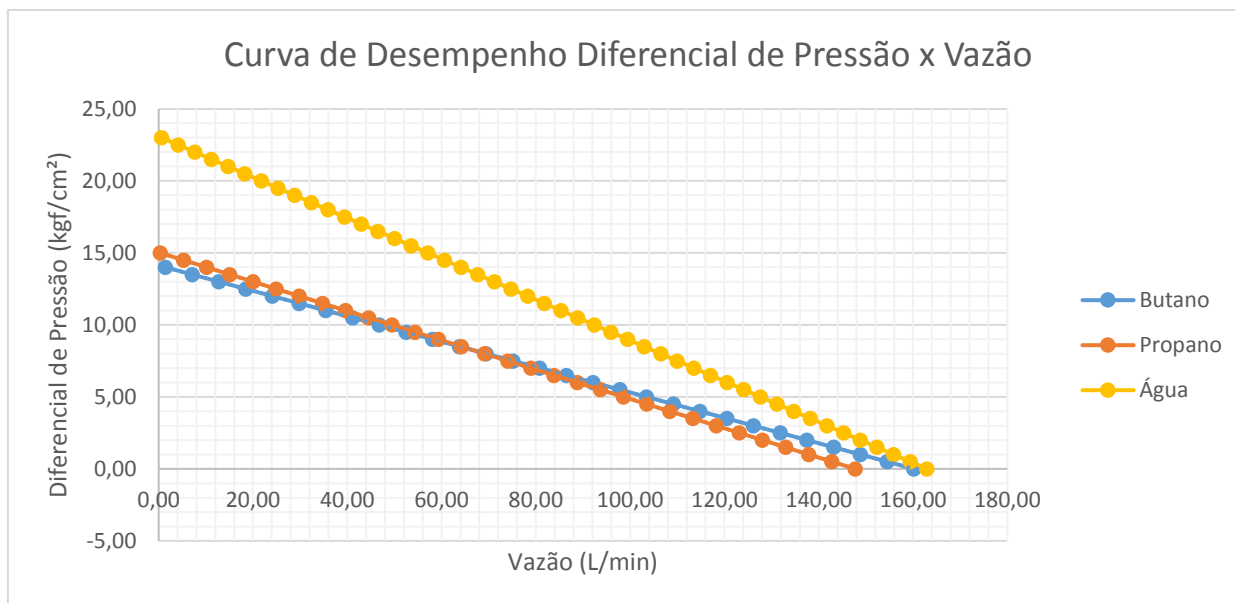
## 4. Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios foram tratados em Excel, de forma a verificar os desvios e erros associados aos testes. As curvas foram levantadas e comparadas, para cada fluido de trabalho, em um gráfico único.



**Figura 4** - Resultados obtidos para as Curvas de Desempenho de Diferencial de Pressão x Vazão

As curvas obtidas foram linearizadas através do ajuste linear do software e extrapoladas para novas curvas, com o range completo de vazões e diferenciais de pressão disponíveis para a bomba ensaiada. Para a extrapolação, foram utilizadas as equações de reta determinadas pelos coeficientes lineares do ajuste feito pelo software.



**Figura 5** - Resultados obtidos após extrapolação das Curvas de Desempenho de Diferencial de Pressão x Vazão

Os desvios médios calculados após a realização de 10 ensaios para cada fluido de trabalho são apresentados na **tabela 1**. Os desvios percentuais são apresentados na **tabela 2**, mostrando uma relação mais direta e qualitativa sobre os resultados, e validando o método utilizado.

Fluido de trabalho	DESVIO MÉDIO	
	Vazão (L/min)	Diferencial de Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )
Água	1,939692794	0,304186663
Butano	1,854264978	0,194849278
Propano	2,241636521	0,174668645

**Tabela 1** - Desvios médios obtidos após a realização de 10 ensaios, para cada fluido de trabalho.

Fluido de trabalho	DESVIO MÉDIO PERCENTUAL	
	Vazão (L/min)	Diferencial de Pressão (kgf/cm <sup>2</sup> )
Água	2,41%	3,52%
Butano	2,55%	4,03%
Propano	1,76%	3,64%

**Tabela 2** - Desvios médios percentuais dos resultados obtidos após a realização de 10 ensaios, para cada fluido de trabalho.

## 5. Conclusões

A realização dos ensaios permitiu uma análise mais precisa sobre as características de funcionamento da bomba. Pode-se observar que a performance com GLP é cerca de 40% menor, no diferencial de pressão, que com água. Ainda, nota-se que a diferença entre butano e propano não é relevante, mostrando que as diferentes densidades de GLP possuem um comportamento similar durante o bombeio.