

Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia 2017

**USO DE ALETAS PARA
ESTABILIZAÇÃO DA
VAPORIZAÇÃO DO GLP**

P-13 EXPERIMENTAL

Categoria:

Comitê de Inovação Fogás

Eng. Cláudio Dálio Albuquerque Júnior

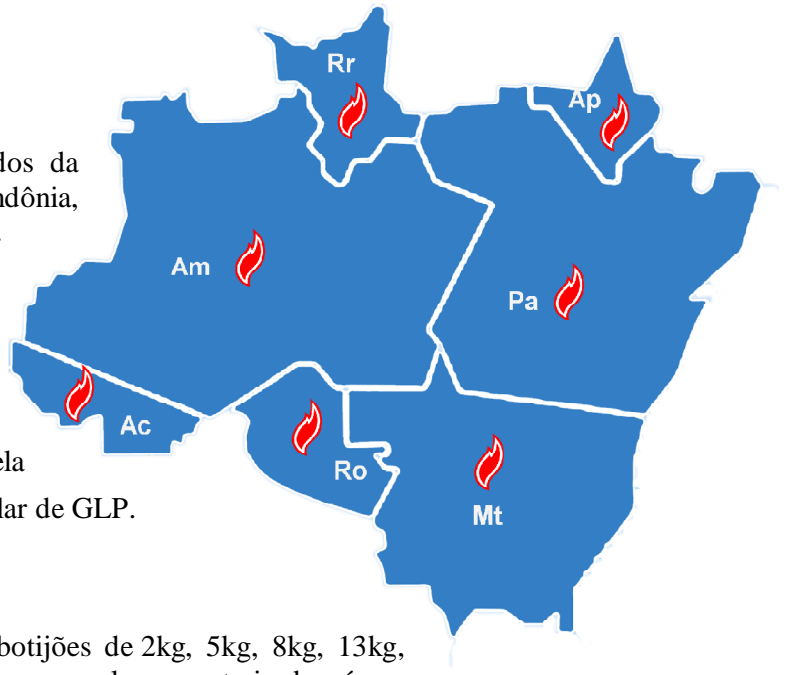
BREVE HISTÓRICO DA EMPRESA

Fundada pela família Benchimol no dia 20 de agosto de 1956 em Manaus, Amazonas. A Fogás foi uma das primeiras empresas a distribuir gás de cozinha no Brasil.

Atuação

A empresa atua em sete estados da Amazônia: Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Mato Grosso e Pará.

Programa Gás Legal: A Fogás não comercializa seus produtos em revendas não autorizadas e apoia o Programa Gás Legal desenvolvido pela ANP para combater o comércio irregular de GLP.



Produtos

Os principais produtos são os botijões de 2kg, 5kg, 8kg, 13kg, 20kg e 45Kg, além do abastecimento a granel em centrais de gás em tanques de 125Kg até 20.000Kg.

O Gás LP apresenta grandes vantagens de custo, conveniência e confiabilidade quando usado para a cozinhar alimentos, aquecer água, mover empilhadeiras e prover energia para grande número de aplicações industriais.

Certificações

Todas as bases de envasamento são certificadas nas normas de qualidade ISO 9001. As unidades de Manaus, Porto Velho e Santarém são certificadas também nas normas de Meio Ambiente ISO 14001 e Segurança e Saúde Ocupacional OSHAS 18001.



RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de evidenciar a influência do uso de aletas na vaporização do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). O estudo foi realizado em um vasilhame de capacidade de 13kg de gás LP.

Palavras chaves: Aletas, Vaporização, GLP.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe Fogás, especialmente:

- Jonathan Benchimol por apoiar a execução deste projeto;
- Mircela Alecrim, Ney Marcelo, Marcelo Andion, Willis Rocha, Marcelo Macedo e Mariana Leite por compartilharem seus conhecimentos;
- Thullgurney Araújo, Valber Melo e Diogo Aquino pelo suporte.

SUMÁRIO

1. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES	4
2. PLANO DE AÇÃO, OBJETIVOS, METAS E ESTRATÉGIAS	5
3. IMPLEMENTAÇÃO	6
4. INDICADORES DE DESEMPENHO.....	9
4.1. ANÁLISE DOS DADOS.....	15
4.1.1. Lei de Fourier.....	15

1. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES

Os recipientes que armazenam GLP, de modo geral, apresentam um problema comum, uma significativa perda de vazão quando a carga se aproxima do fim. Este estudo visa avaliar o desempenho do uso de aletas como forma de facilitar a absorção de calor necessária para a vaporização do GLP. Desta forma, evitamos um o resfriamento excessivo na superfície do vasilhame, visto que este fenômeno ocorre quando a demanda de GLP vapor é maior que a capacidade de vaporização do recipiente. Esta é a causa da condensação e até mesmo congelamento da água na parede externa do vasilhame.

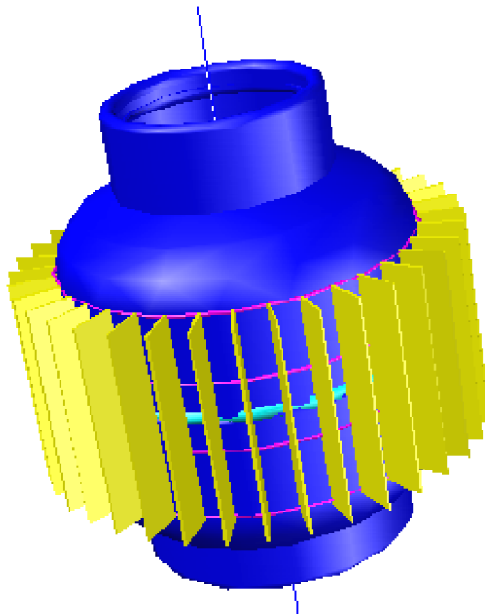


Figura 1 - Vasilhame modificado com aletas

2. PLANO DE AÇÃO, OBJETIVOS, METAS E ESTRATÉGIAS.

Foi desenvolvido um projeto em CAD 3D para execução do vasilhame pela equipe Fogás. Foram soldadas 36 aletas de dimensões de 22,8 cm x 5,00 cm no trecho “cilíndrico” do corpo de um vasilhame com capacidade para 13 kg de GLP.

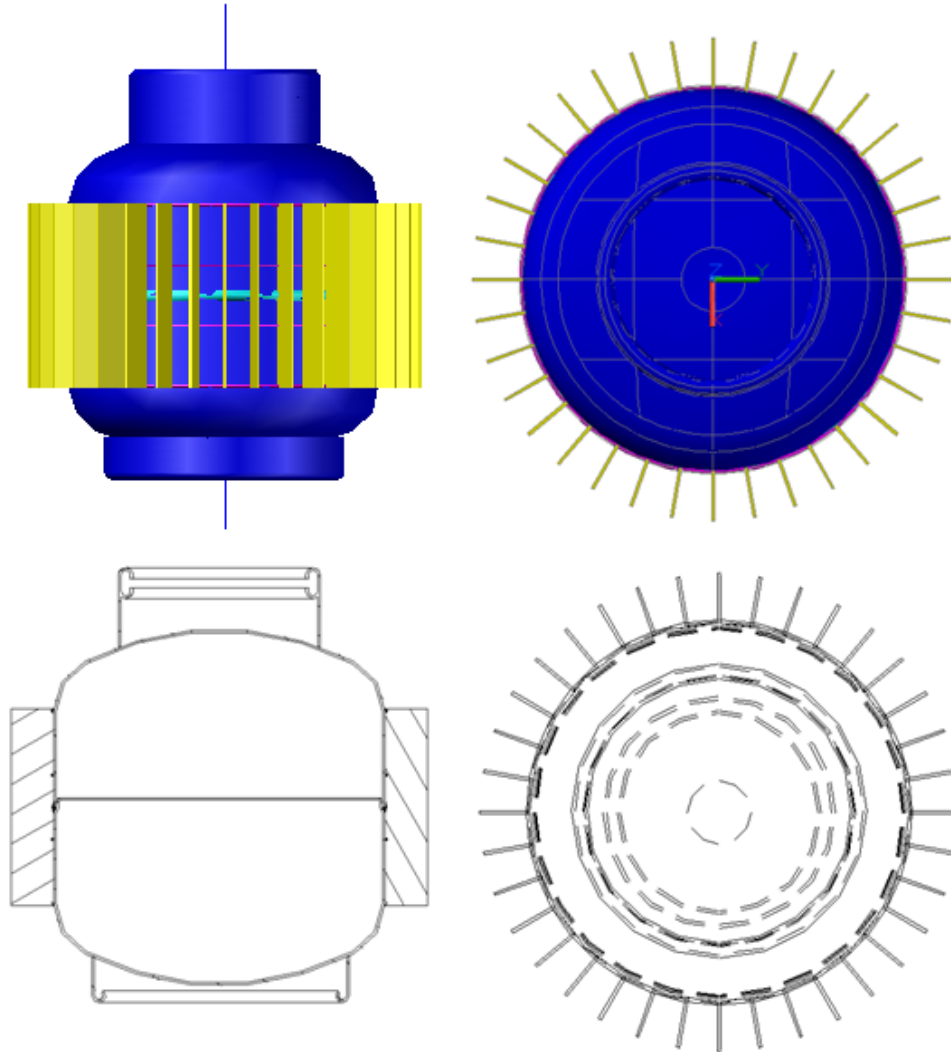


Figura 2 - Projetos em CAD 3D

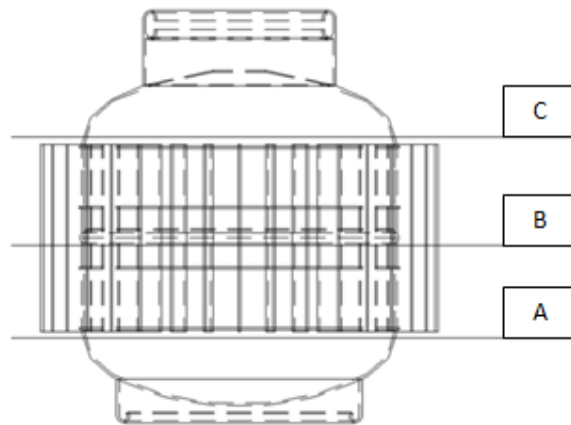
3. IMPLEMENTAÇÃO

Para que houvesse um melhor controle do cenário e condições climáticas semelhantes, o ensaio foi executado em dois dias consecutivos com a queima total do Gás LP contido em cada vasilhame. A queima ocorreu sob cobertura, em ambiente ventilado, sem insolação direta sobre o vasilhame. A temperatura ambiente e umidade foram monitoradas. Para a queima, foram utilizadas duas churrasqueiras da marca Char-Broil, modelos Advantage Inox 3B e Traditional 2 Burner Gas Grill.



Figura 3 - Churrasqueiras utilizadas no ensaio

Os pontos de medição de temperatura foram sempre tomados na mesma altura e em três linhas denominadas A, B e C. As leituras foram realizadas com termômetro infravermelho.



A medição do peso foi realizada em balança com precisão de 20g. O intervalo entre medições foi 30min.

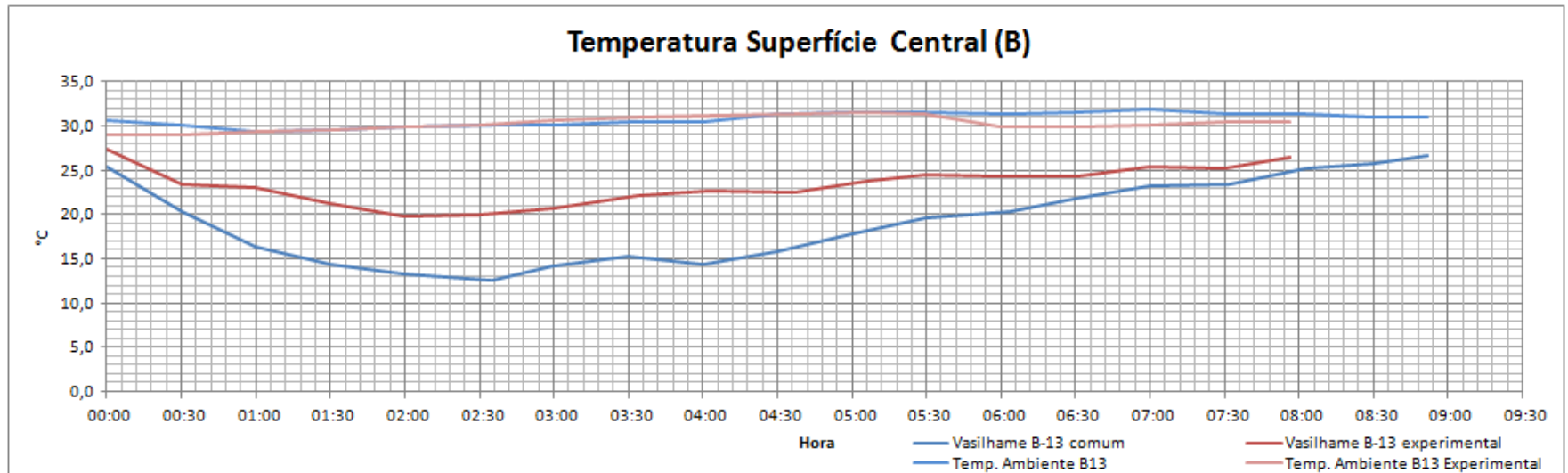
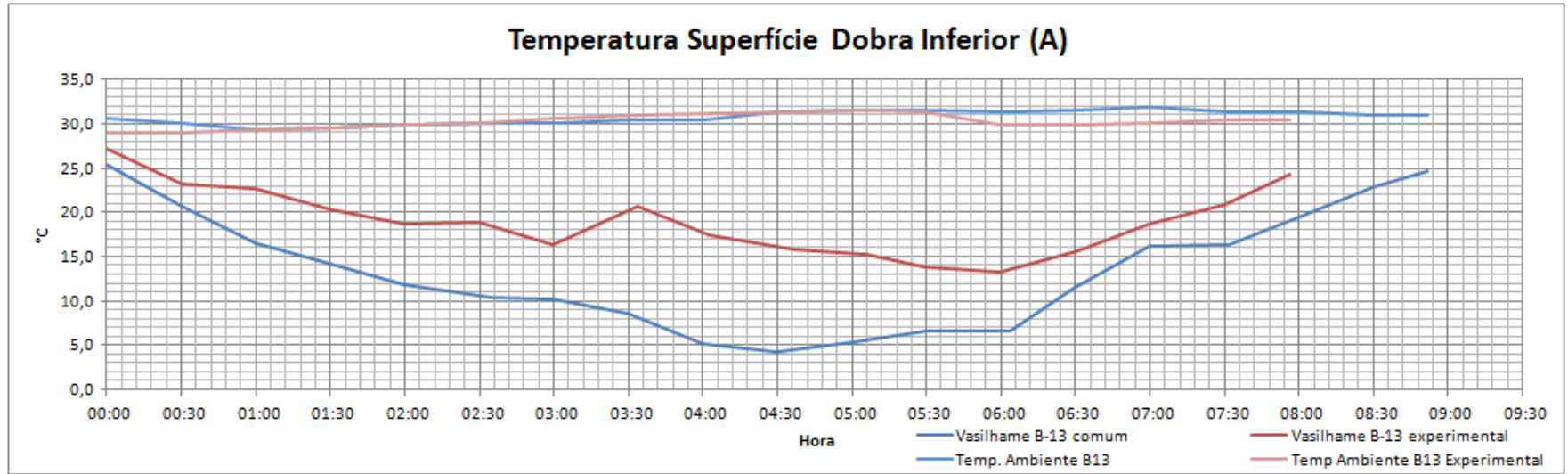


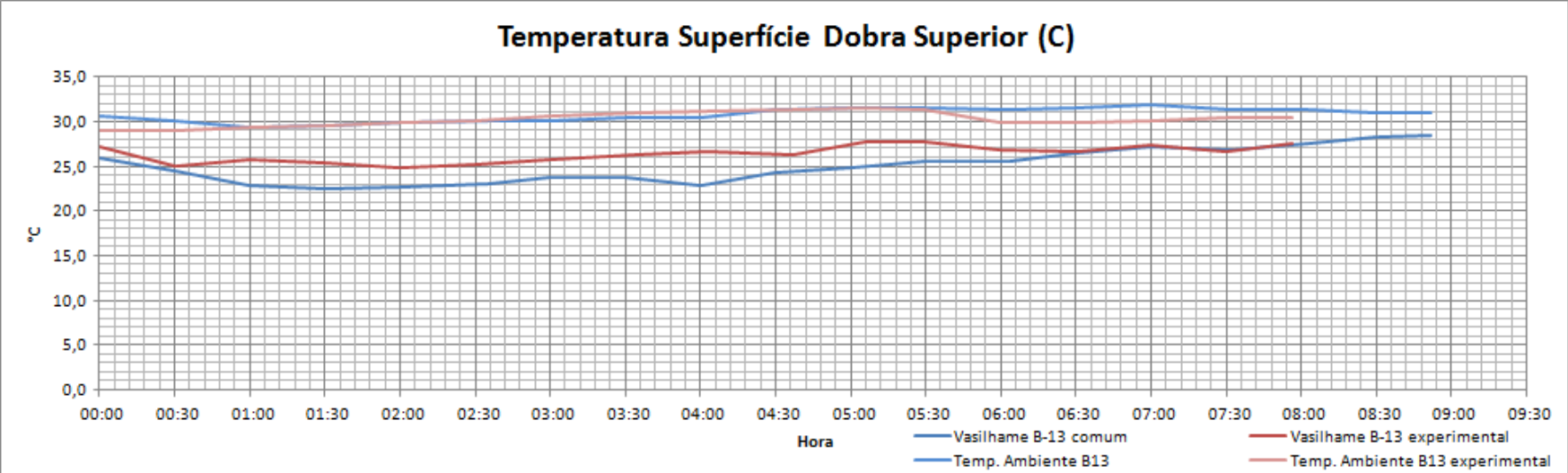
Figura 4 - Ensaio B-13 comum

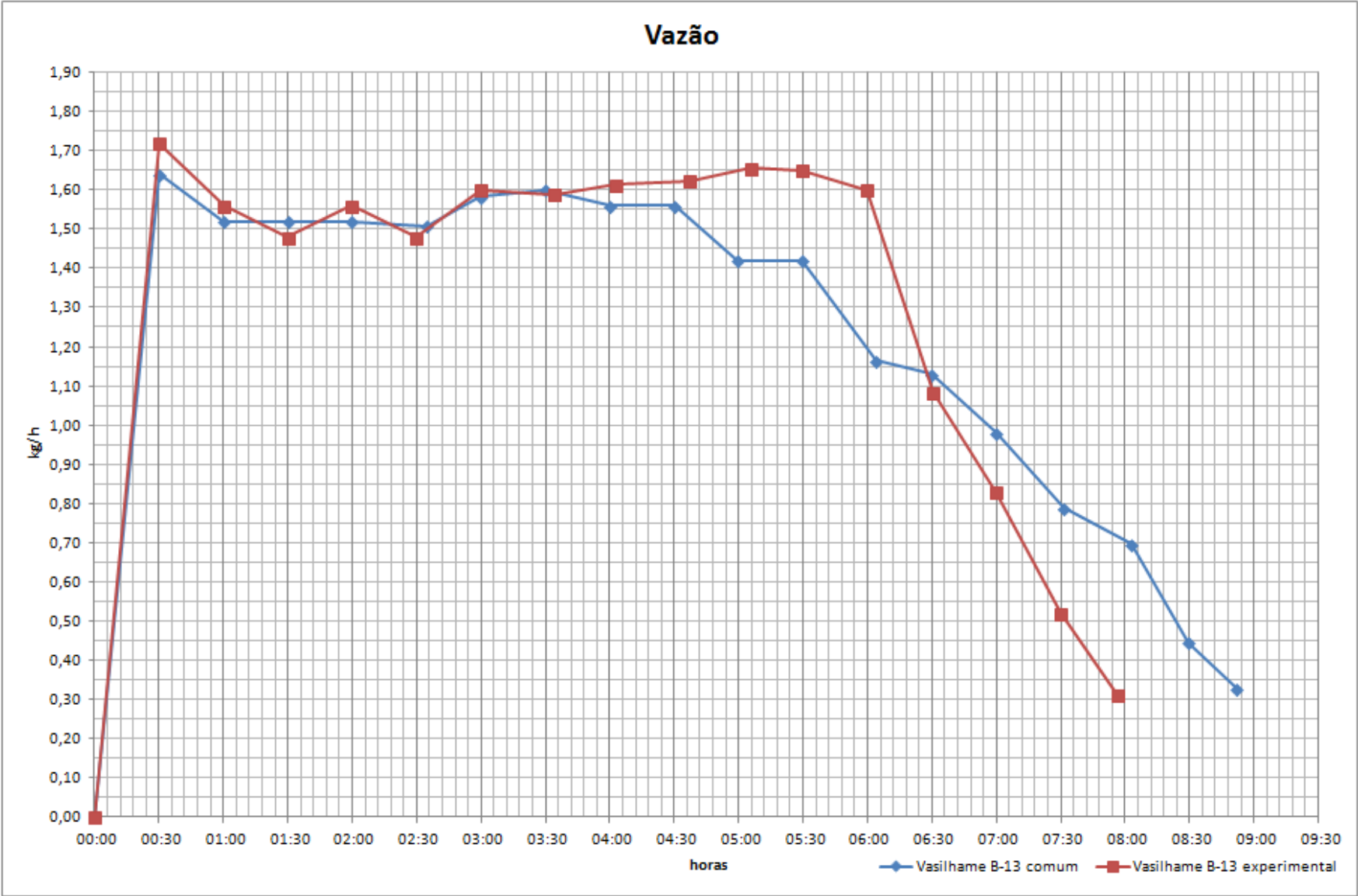


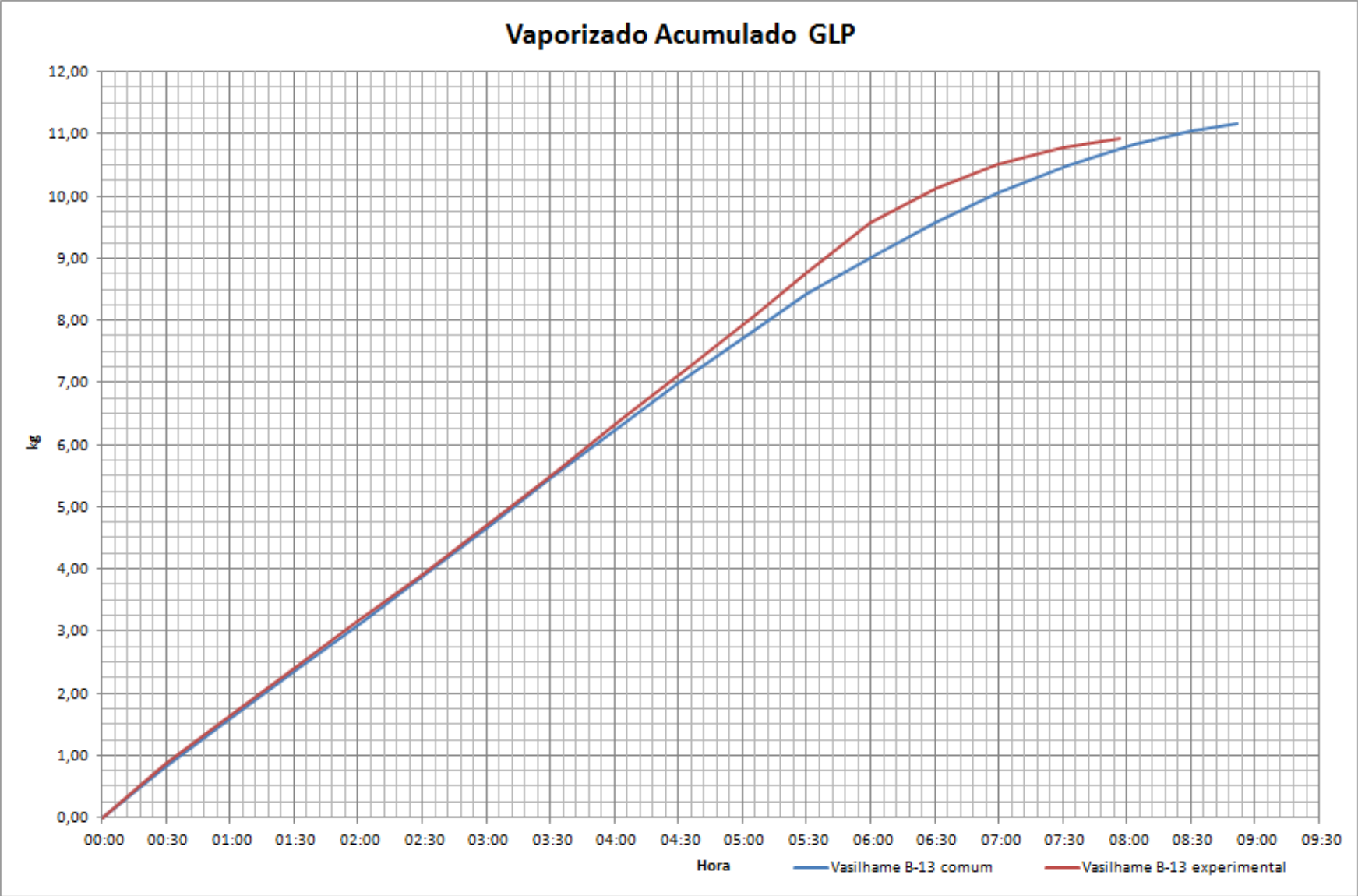
Figura 5 - Ensaio B-13 experimental

4. INDICADORES DE DESEMPENHO









Monitoramento - Vasilhame comum x experimental												
Data: 01/06/2016												
Etapa	Vasilhame B-13 comum										Tara:	14,05
	Início do ensaio (Hora)	Intervalo	Peso (com Regulador e Mangueira) kg	Vaporizado kg	Vap. Acumulado kg	Vazão kg/h	Temp. Ambiente	Temperatura na superfície vasilhame			Umidade	
								A	B	C		
1	08:12	00:00	26,38	0,00	0,00	0,00	30,6	25,4	25,4	26,0	60%	
2	08:42	00:30	25,56	0,82	0,82	1,64	30,0	20,6	20,4	24,4	66%	
3	09:12	01:00	24,80	0,76	1,58	1,52	29,4	16,6	16,4	22,8	71%	
4	09:42	01:30	24,04	0,76	2,34	1,52	29,6	14,2	14,4	22,4	72%	
5	10:12	02:00	23,28	0,76	3,10	1,52	29,8	11,8	13,2	22,6	73%	
6	10:47	02:35	22,40	0,88	3,98	1,51	30,1	10,4	12,6	23,0	68%	
7	11:12	03:00	21,74	0,66	4,64	1,58	30,1	10,2	14,2	23,8	66%	
8	11:42	03:30	20,94	0,80	5,44	1,60	30,4	8,6	15,2	23,8	66%	
9	12:12	04:00	20,16	0,78	6,22	1,56	30,4	5,2	14,4	22,8	65%	
10	12:42	04:30	19,38	0,78	7,00	1,56	31,4	4,2	15,8	24,2	63%	
11	13:12	05:00	18,7	0,71	7,71	1,42	31,5	5,4	17,7	24,9	63%	
12	13:42	05:30	17,96	0,71	8,42	1,42	31,6	6,6	19,6	25,6	63%	
13	14:16	06:04	17,30	0,66	9,08	1,16	31,4	6,6	20,4	25,6	63%	
14	14:42	06:30	16,81	0,49	9,57	1,13	31,6	11,4	21,8	26,4	63%	
15	15:12	07:00	16,32	0,49	10,06	0,98	31,8	16,2	23,2	27,2	62%	
16	15:44	07:32	15,90	0,42	10,48	0,79	31,4	16,4	23,4	26,8	66%	
17	16:15	08:03	15,54	0,36	10,84	0,70	31,4	19,8	25,2	27,6	67%	
18	16:42	08:30	15,34	0,20	11,04	0,44	30,9	22,8	25,8	28,2	68%	
19	17:04	08:52	15,22	0,12	11,16	0,33	30,9	24,6	26,6	28,4	69%	

Monitoramento - Vasilhame comum x experimental																			
Data: 02/06/2016																			
Vasilhame B-13 experimental																			Tara: 26,6
Início do ensaio (Hora)	Intervalo	Peso (com Regulador e Mangueira) kg	Vaporizado kg	Vap. Acumulado kg	Vazão kg/h	Temp. Ambiente	Temperatura na superfície vasilhame			Temperatura na aleta									Umidade
							A	B	C	A			B			C			
										Interna	Meio	Externa	Interna	Meio	Externa	Interna	Meio	Externa	
07:42	00:00	38,8	0	0,00	0,00	28,9	27,2	27,4	27,2	27,4	27,6	27,8	26,8	27	27,2	27,2	26,8	27,2	75%
08:12	00:30	37,94	0,86	0,86	1,72	28,9	23,2	23,4	25,0	24,6	26,6	27,8	23,8	24,4	24,8	25,2	25,6	25,4	77%
08:42	01:00	37,16	0,78	1,64	1,56	29,300	22,6	23,0	25,8	24,4	25,6	25,8	23,8	24,6	24,8	26	26,2	26,2	76%
09:12	01:30	36,42	0,74	2,38	1,48	29,5	20,4	21,2	25,4	22,4	26,2	27,2	21,4	23,2	24	25,6	25,2	25,8	74%
09:42	02:00	35,64	0,78	3,16	1,56	29,9	18,6	19,8	24,8	19,2	23,8	26,6	20,8	22,6	23,4	25,2	25,8	26	76%
10:12	02:30	34,9	0,74	3,90	1,48	30,1	18,8	20,0	25,2	22	24,6	25,6	21,4	22,2	22,8	25,6	26	25,8	73%
10:42	03:00	34,1	0,8	4,70	1,60	30,6	16,4	20,6	25,8	22,2	24,6	25,4	22,2	23,4	23,6	26,2	26,2	26,2	72%
11:16	03:34	33,2	0,9	5,60	1,59	30,9	20,6	22,2	26,2	21,2	24	25	22,6	23	23,8	26,4	26,4	26	69%
11:45	04:03	32,42	0,78	6,38	1,61	31,1	17,4	22,6	26,6	21,2	24	25,4	23,8	24,2	24,6	27,2	27,4	27,4	67%
12:19	04:37	31,5	0,92	7,30	1,62	31,4	15,8	22,4	26,2	18,8	21,2	23,2	23,2	23,4	23,4	26,2	26,2	26,2	66%
12:48	05:06	30,7	0,8	8,10	1,66	31,6	15,2	23,7	27,8	21,2	24,8	25,4	24,6	25	25	28	28,2	28,2	61%
13:12	05:30	30,04	0,66	8,76	1,65	31,4	13,8	24,4	27,8	19,4	23,8	24,6	24,6	25	25,4	27,6	27,6	27,6	63%
13:42	06:00	29,24	0,8	9,56	1,60	29,9	13,2	24,2	26,8	16,6	20,8	23,6	24,4	24,6	24,8	26,8	26,8	26,8	72%
14:13	06:31	28,68	0,56	10,12	1,08	29,9	15,6	24,2	26,6	17,8	20,6	22,6	24,4	24,4	24,4	26,4	26,4	26,4	71%
14:42	07:00	28,28	0,4	10,52	0,83	30,1	18,6	25,4	27,4	15,8	21,6	23,6	24,8	25,2	25,2	26,8	26,8	26,8	69%
15:12	07:30	28,02	0,26	10,78	0,52	30,4	20,8	25,2	26,6	19,6	21,6	22,4	25,2	25,4	25,4	26,8	26,8	26,8	68%
15:39	07:57	27,88	0,14	10,92	0,31	30,5	24,3	26,4	27,6	24,4	24,6	25,2	26,6	26,6	26,6	27,8	27,8	27,8	68%

4.1. ANÁLISE DOS DADOS

4.1.1. Lei de Fourier

Pela lei de Fourier temos:

$$\Phi = \frac{k * A * \Delta T}{\Delta x}$$

Onde,

Φ - Taxa de transferência de calor;

k - Condutividade térmica do material;

A - Área onde há troca de calor;

ΔT - Diferença de temperatura entre os meios;

Δx - Comprimento que o calor percorre.

Para o caso do vasilhame com capacidade para 13 kg de GLP temos:

$$\Phi = \frac{k * A * (T_{\text{ambiente}} - T_{\text{GLP}})}{e}$$

Onde,

e - Espessura da chapa do botijão;

k - Condutividade térmica do Aço;

A - Área molhada;

Foi constatado que a vazão das churrasqueiras em capacidade máxima gerou demanda de aproximadamente 1,60kg/h de GLP. Embora inicialmente o vasilhame comum apresentasse uma carga maior de GLP (maior área molhada), registrou-se uma vazão máxima de 1,60kg/h enquanto o vasilhame experimental chegou a 1,66kg/h em condições semelhantes.

A área de troca de calor do botijão experimental em sua capacidade máxima de carga foi aumentada em 0,41m² (87,3%) com as aletas, totalizando 0,88m². Com isto, para que haja equilíbrio, a temperatura na superfície do vasilhame será maior. Desta forma, reduzimos expressivamente a possibilidade de congelamento, melhorando o fluxo de calor do ambiente externo para o GLP. A menor temperatura registrada no

vasilhame comum foi de 4,2°C enquanto que no vasilhame experimental foi de 13,2°C no mesmo ponto, 314,3%.

Nos gráficos de monitoramento da temperatura na superfície do vasilhame, fica evidente que a zona de influência está nas proximidades da “área molhada”, as linhas de leitura A e B são as que sofrem a maior influência da troca de calor.

A figura abaixo demonstra a influência das aletas na troca de calor. A área abaixo da linha vermelha possui água condensada pela baixa temperatura da chapa devido ao fluxo de calor.



Figura 6 - Influência das aletas na troca de calor

O gráfico da vazão do vasilhame experimental apresenta uma maior estabilidade, vindo a cair apenas 2 horas e 30 minutos após a B-13 comum. No ponto registrado às 6 horas de ensaio temos uma massa de GLP líquida de 1,36kg. Considerando a densidade de 0,540 teremos um volume de aproximadamente 2,5l dentro do vasilhame. O volume citado ocupa um espaço abaixo das aletas instaladas e por isto temos uma queda com grande inclinação da vazão.

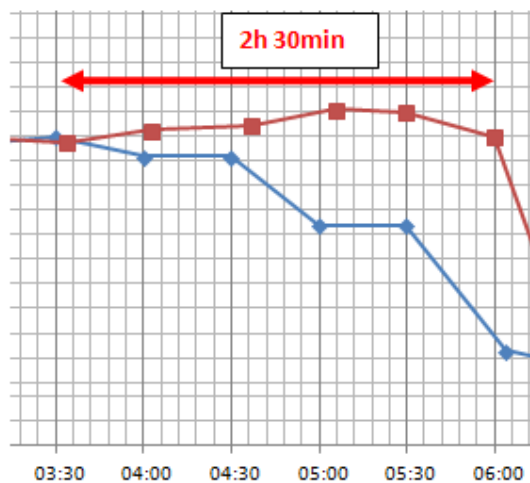


Figura 7 - Estabilidade de vazão do vasilhame experimental

Prêmio GLP de Inovação e Tecnologia 2016

Após a análise dos dados coletados nos ensaios, foi constatado que as aletas exercem uma influência positiva na estabilização da vaporização do vasilhame.

O Gás LP é consumido mais rápido do que em um vasilhame comum, dando ao usuário maior tempo com a vazão máxima do equipamento.

As aletas não aumentam de forma significativa a vaporização, porém permitem uma maior área para troca de calor, aumentando de forma expressiva a temperatura do vasilhame para que não “congele” durante a vaporização.

Esta ferramenta pode ser utilizada para reduzir a quantidade, ou até mesmo a capacidade, de vasilhames em “bateria” (central de GLP) necessários para atender a uma demanda de vazão; ou em vasilhames granel que estão em ambiente frio.