

NACIONALGÁS



BRASILGÁS



PARAGÁS



GRUPO  
EdsonQueiroz

## PROJETO – Teste de vaporizador Zimmer na operação de Gás LP

---



## 1. DADOS DO CASE

### 1.1 Categoria:

Aplicações do GLP.

### 1.2 Autores:

Diego Loyola Ximenes – Nacional Gás.

Manoel Soares de Lima Filho – Nacional Gás.

Faber Cintra Milhome – Nacional Gás.

João Batista Furlan Duarte – UNIFOR – Universidade de Fortaleza.

Antônio Roberto Menescal de Macêdo – UNIFOR – Universidade de Fortaleza.

## 2. EMPRESA

### 2.1. Histórico da empresa

A história da Nacional Gás se inicia em 1951. Atento aos acontecimentos no sul do país e também ao amadurecimento do mercado nordestino, Edson Queiroz percebeu que Fortaleza estava pronta para abandonar os fogões à lenha e entrar para a era botijão de gás.

Em 1953 Edson Queiroz obteve a autorização para carregar seus botijões de gás na Refinaria de Mataripe-BA. A partir desta concessão, a Edson Queiroz & Cia. reduziu os custos para obtenção do GLP, conseguindo progressos significativos na distribuição, derrubando também os últimos preconceitos existentes no mercado cearense. Foi quando a empresa começou realmente a crescer, ampliando-se para outros estados do Brasil.

A Nacional Gás chega aos dias atuais com foco na modernidade, com destaque nacional no segmento de gás domiciliar e crescendo cada vez mais no segmento granel, graças ao reconhecimento e preferência dos seus parceiros de negócios, clientes e consumidores. Atuando no armazenamento, envase e distribuição de GLP em todo o Brasil, está presente em quase todo o território nacional, com uma estrutura que inclui 45 filiais, sendo 27 bases engarrafadoras.

## 3. PROLEMAS E OPORTUNIDADES

A fim de sempre fornecer soluções de energia, utilizando Gás Liquefeito de Petróleo, com qualidade, segurança, e proporcionando o desenvolvimento socioambiental a Nacional Gás está sempre atenta aos riscos existentes no processo produtivo. Ciente dos riscos, a

Nacional Gás atua de forma preventiva e contínua realizando estudos de eficiência em equipamentos para o desenvolvimento de fornecedores e parceiros.

Utilizando-se dessa política, a Nacional Gás identificou as seguintes oportunidades em vaporizadores:

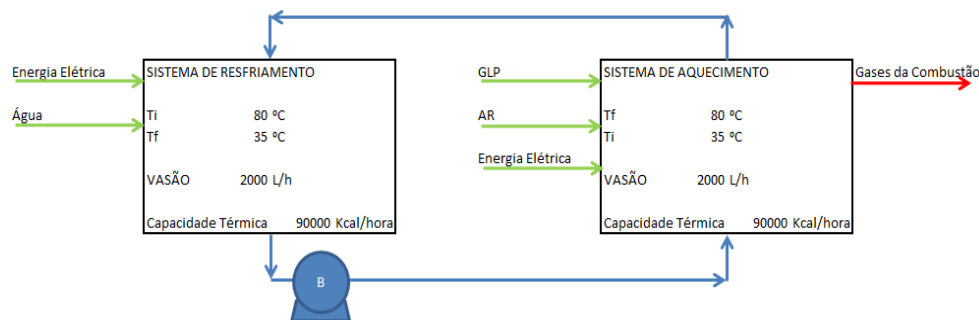
- Identificar a real eficiência de vaporização (kg/h) dos equipamentos;
- Averiguar se os sensores de temperatura desligam o equipamento ante de o mesmo atingir 50°C;

## 4. PLANO DE AÇÃO – OBJETIVO, METAS E ESTRATÉGIAS

### 4.1 REQUISITOS PARA ANÁLISE

#### 4.1.1 Sistema da câmara de combustão utilizado na análise

O sistema em que a câmara de combustão está inserida funciona para aquecer a água que percorre um circuito fechado composto pelo que denominamos de Sistema de Aquecimento e Sistema de Resfriamento, conforme esquema abaixo:



O sistema de resfriamento recebe como alimentação a energia elétrica para funcionamento de seu Blower e a água para recompor as perdas decorrentes da Torre de resfriamento.

O sistema de aquecimento recebe como alimentação o GLP e o ar para o funcionamento do queimador da câmara de combustão e a energia elétrica para funcionamento do blower.

O Manifold para controle e monitoramento da água é apresentado na imagem abaixo:



O Manifold para controle e monitoramento do GLP é apresentado na imagem abaixo:



O Manifold para controle e monitoramento do AR é apresentado na imagem abaixo:



O queimador utilizado na câmara de combustão é apresentado na imagem abaixo:

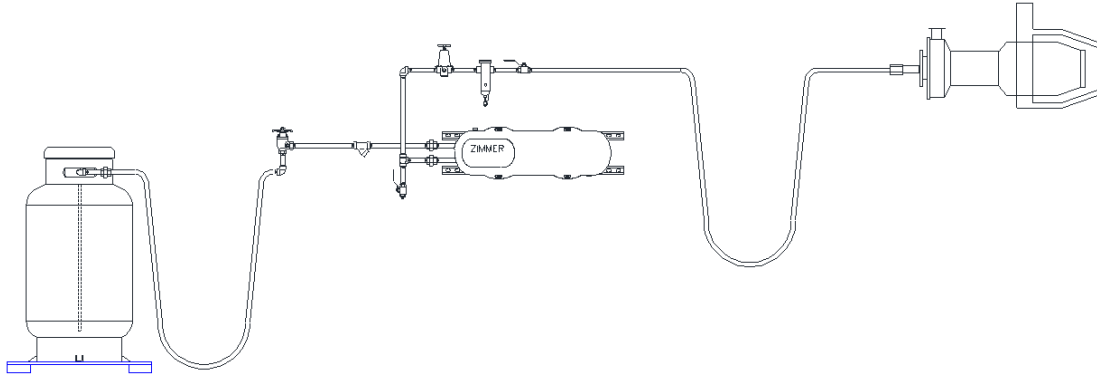


O controle de vazão de GLP é dado por uma fonte de corrente contínua que manda um sinal de 4 a 20 miliampères a um servo motor controlando a vazão de GLP para o queimador da câmara de gás, abaixo segue uma imagem da fonte:



#### 4.1.2 Sistema de teste do ZIMMER

O sistema elaborado para este equipamento consistiu em um P190 adaptado para ser consumido o GLP na fase líquida colocado sobre uma balança com capacidade para 500 Kg da marca Toledo modelo 2180. O ZIMMER está recebendo o GLP diretamente do tanque P190 e fornecendo o GLP em fase de vapor para um queimador instalado na câmara de combustão do NTC (Núcleo de Tecnologia da Combustão) localizado na UNIFOR sala L20. Abaixo pode-se visualizar o esquema descrito:



Na tubulação de entrada do ZIMMER foram colocados um sensor de temperatura e um transmissor de pressão (NOVUS modelo NP-430-D), no corpo do equipamento foi colocado um sensor de temperatura (termopar tipo K) e na tubulação de saída também existem um sensor de temperatura e um transmissor de pressão.

Abaixo segue uma visualização do equipamento ZIMMER e a instrumentação utilizada em suas tubulações de entrada e de saída:



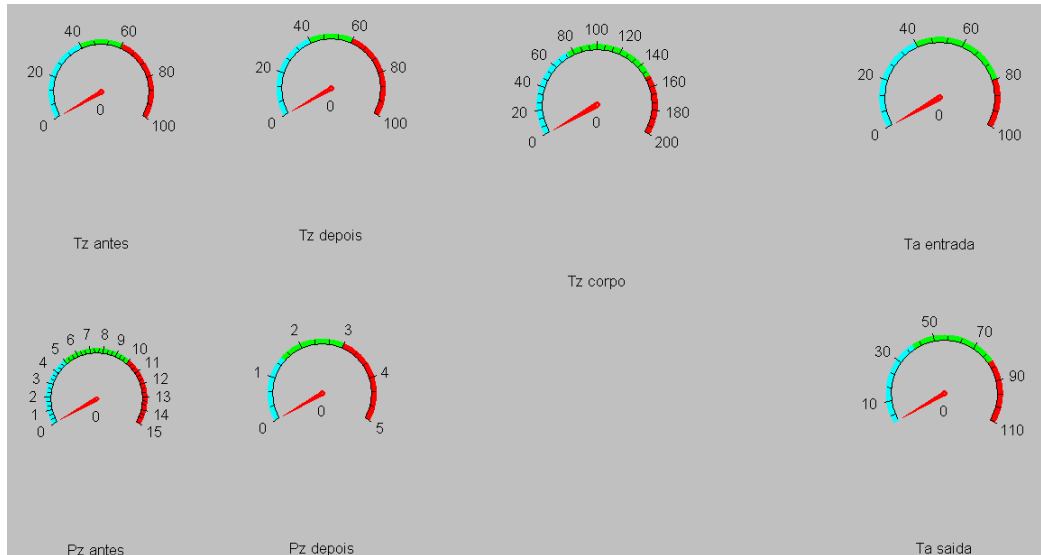
A câmara de combustão pode ser visualizada abaixo juntamente com o queimador instalado na mesma:



Para realizar a coleta de dados dos sensores de temperatura, transmissores de pressão e temperaturas da água na entrada e na saída, foi utilizado um equipamento de coleta de dados da marca Datataker modelo DT800. Abaixo tem-se uma foto do equipamento montado para realização dos testes:



O software utilizado para coleta e gravação de dados no Datataker é representado abaixo por uma imagem de sua tela:



Como podemos ver na imagem acima, é possível coletar as informações em tempo real das dos sensores e salva-los em um arquivo para serem analisadas posteriormente.

## 5. IMPLEMENTAÇÃO

A Nacional Gás atua sempre com foco na segurança do processo produtivo, de seus colaboradores, clientes e do meio ambiente com essa visão o corpo técnico da Nacional Gás procura mitigar os riscos existentes no processo mantendo sempre a qualidade do produto. O objetivo do projeto é aumentar a disponibilidade de sua frota de auto-tanques e manter a segurança do processo de abastecimento de clientes e dos colaboradores envolvidos.

### 5.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

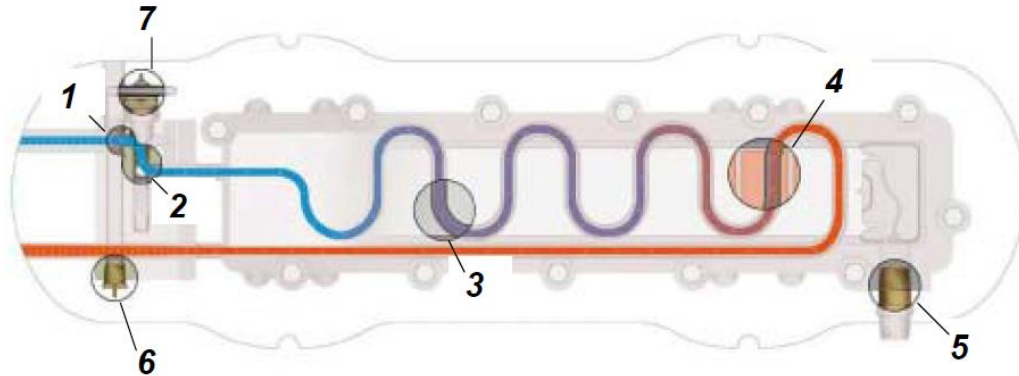
#### 5.5.1 Zimmer

O ZIMMER é um vaporizador elétrico para Gás LP ou Propano que adiciona energia para vaporizar o combustível líquido quando a quantidade de energia do ambiente é insuficiente para sua vaporização. Possui o benefício de possibilitar grande capacidade com uma instalação reduzida, possibilitando uma vaporização de até 40KG/h (informação do fabricante).





### 5.1.1.1 Funcionamento



- I. GLP líquido entra no coletor da válvula de entrada, onde a tela de entrada da válvula previne a entrada de detritos.
- II. O líquido flui através da válvula de entrada, onde é controlada por uma válvula de esfera flutuante.
- III. Conforme o líquido passa através dos tubos, a energia é transferida fazendo com que o líquido ferva. Tubos de aço fundidos no dissipador de calor de alumínio fornecem um limite de pressão seguro e transferência de calor excepcional.
- IV. A energia retirada do dissipador de calor é alimentada por aquecedores auto regulatórios sem que haja necessidade de interruptores, sensores de temperatura, relés, ou outros controles.
- V. A alimentação para os aquecedores é fornecida por uma ampla gama de tensões (100-240 VCA) através de uma vedação a prova de explosão montada de fábrica (opcional).
- VI. Conforme vapor sai da unidade, aquece ou resfria o bulbo sensível à temperatura, fornecendo feedback para a entrada válvula.
- VII. A válvula de controle de entrada recebe o feedback do bulbo sensível à temperatura e combina com o feedback da pressão para garantir que apenas vapor superaquecido deixe o vaporizador. A válvula modula o fluxo de entrada para controlar a processo.

### 5.5.2 Instrumentação

### 5.1.1.2 Termopar tipo K

Termopares são sensores de temperatura simples, robustos e de baixo custo, sendo amplamente utilizados nos mais variados processos de medição de temperatura. Um termopar é constituído de dois metais distintos que unidos por sua extremidade formam um circuito fechado. O termopar desta maneira gera uma Força Eletro-Motriz (FEM), que quando conectada a um Instrumento de Leitura consegue ler a temperatura do processo destes Termopares. Diferentes tipos de Termopares possuem diferentes tipos de Curva FEM x Temperatura

O termopar tipo K é um termopar de uso genérico. Tem um baixo custo e, devido à sua popularidade estão disponíveis variadas sondas. Cobrem temperaturas entre os -184 e os 1260 °C.

Abaixo temos a ilustração de um termopar tipo K:



### 5.1.1.3 Transmissor de pressão

Os transmissores de pressão são amplamente utilizados nos processos e aplicações com inúmeras funcionalidades e recursos. A grande maioria dos processos industriais envolvem medições de pressão

Todo sistema de medição de pressão é constituído pelo elemento primário, o qual estará em contato direto ou indireto ao processo onde se tem as mudanças de pressão e pelo elemento

secundário(Transmissor de Pressão) que terá a tarefa de traduzir esta mudança em valores mensuráveis para uso em indicação, monitoração e controle.

Temos abaixo uma figura de um transmissor de pressão:



#### 5.1.1.4 Balança eletrônica

O funcionamento ocorre da seguinte maneira: sob o prato há um equipamento denominado de célula de carga, que sofre uma compressão quando um corpo é colocado sobre o prato. A célula de carga, também chamada de dínamo atua como um transdutor, captando a intensidade de compressão e transformando essa energia mecânica recebida, em pulso elétrico. Quanto maior a pressão recebida, maior será o sinal elétrico produzido. O pulso elétrico gerado pela célula de carga é imediatamente enviado ao processador da balança. A variação de intensidade elétrica recebida pelo processador influencia no resultado medido, ou seja, quanto maior a carga recebida, maior será a massa calculada pelo processador. O processador envia sua leitura para um mostrador, que exibe a massa calculada.

Segue abaixo a figura de uma balança eletrônica e seu mostrador:



## 5.6 DADOS PARA ANÁLISE

### 5.6.1 Teste 1

Consumo	Estado do ZIMMER
34,68 Kg/h	Funcionamento normal
35,1 Kg/h	Funcionamento normal
40,62 Kg/h	Válvula de entrada fechou, indicando consumo acima do suportado

### 5.6.2 Teste 2

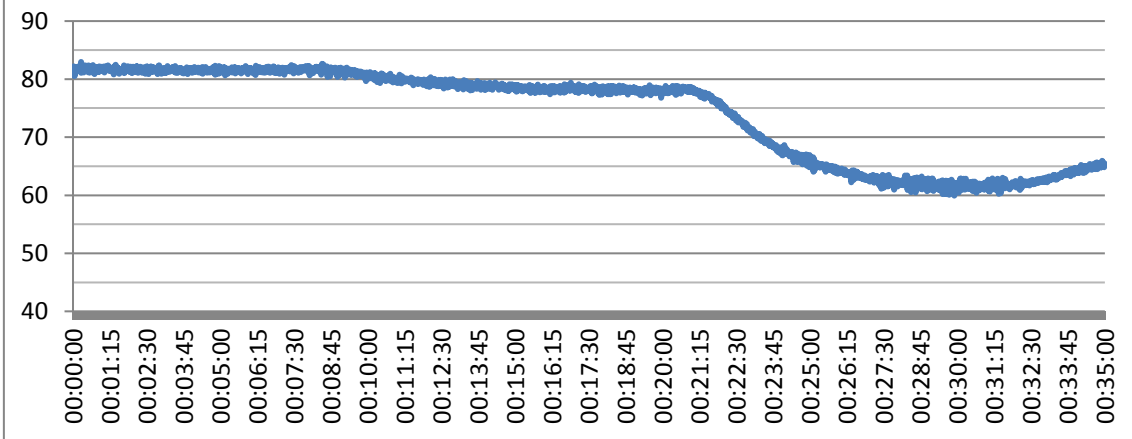
Tempo	Consumo	Consumo por hora	Estado do ZIMMER
15 min	7,6 Kg	30,4 Kg/h	Funcionamento normal
30 min	15,1 Kg	30,2 Kg/h	Funcionamento normal
3 min	2,6 Kg	52 Kg/h	Válvula de entrada fechou, indicando consumo acima do suportado

### 5.6.3 Teste 3

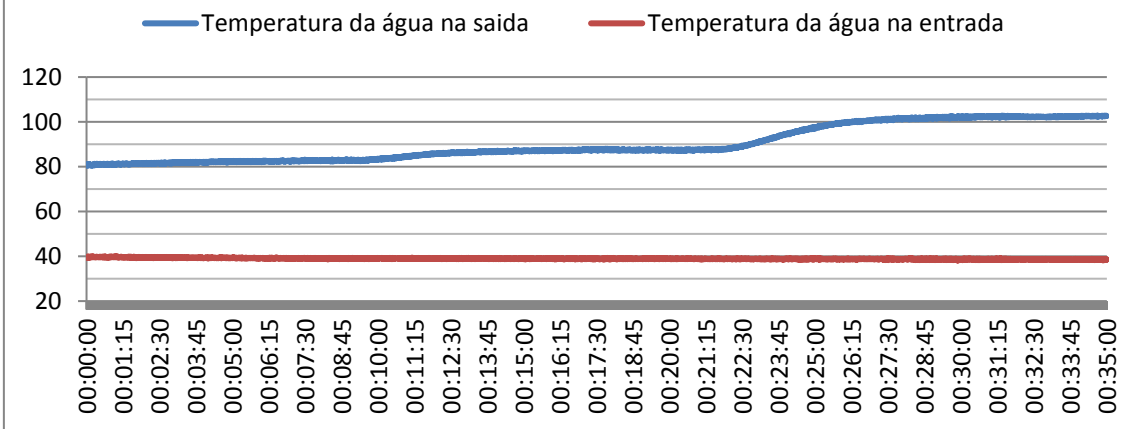
Tempo	Consumo	Consumo por hora	Estado do ZIMMER
Entre 0 e 5 min	2,5 Kg	30 Kg/h	Funcionamento normal
Entre 5 e 10 min	2,6 Kg	31,2 Kg/h	Funcionamento normal
Entre 10 e 20 min	31,8 Kg	31,8 Kg/h	Funcionamento normal
Entre 20 e 25 min	3,2 Kg	38,4 Kg/h	Funcionamento normal
Entre 25 e 35 min	6,4 Kg	38,4 Kg/h	Funcionamento normal

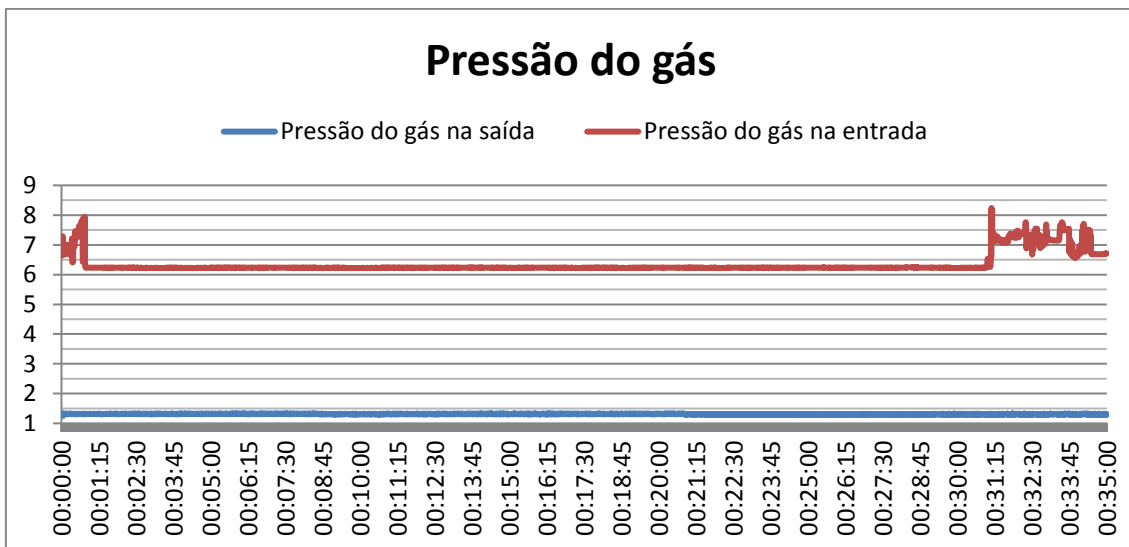
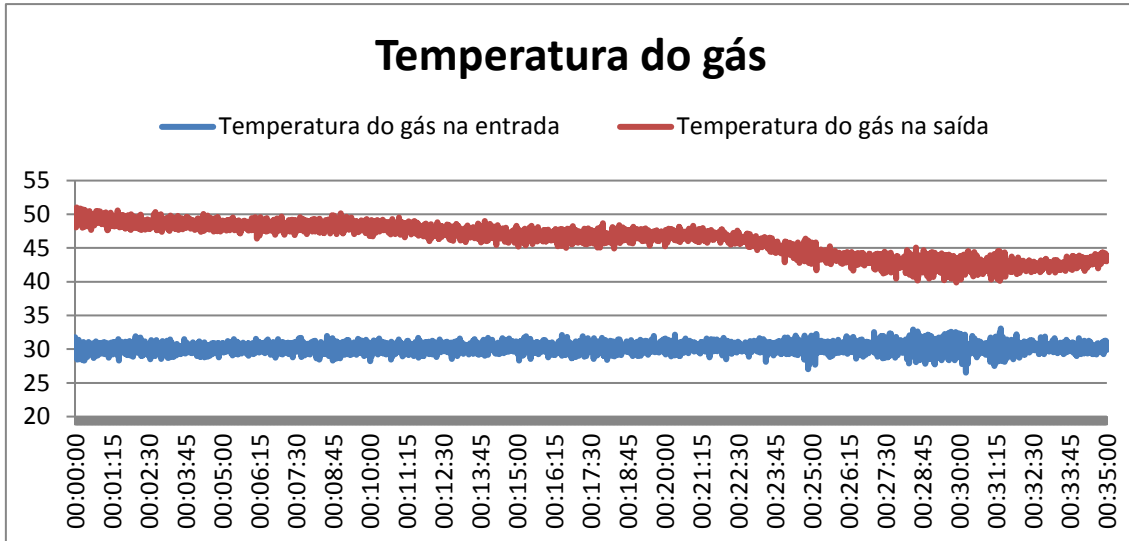
**Nota:** Após os 35 minutos de teste, a água estava em uma temperatura crítica, então o sistema foi desligado.

### Temperatura do ZIMMER



### Temperatura da água

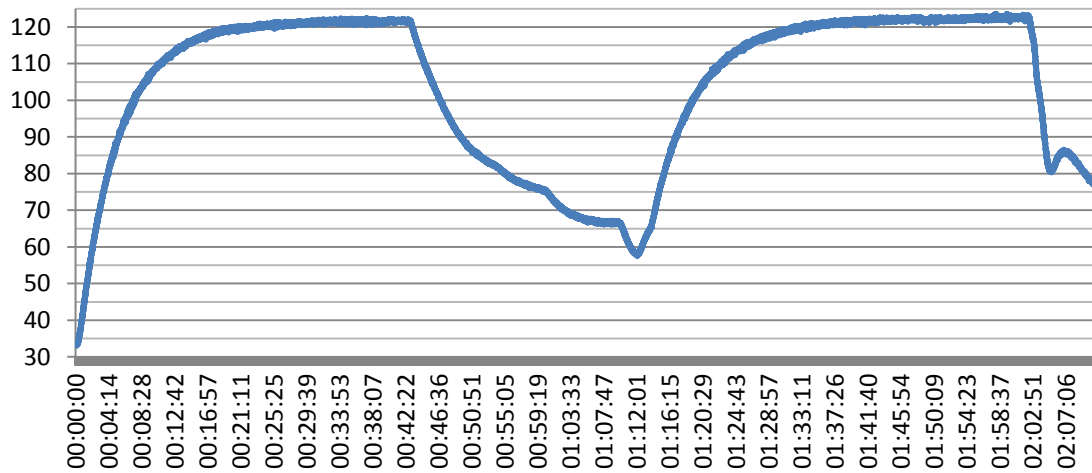




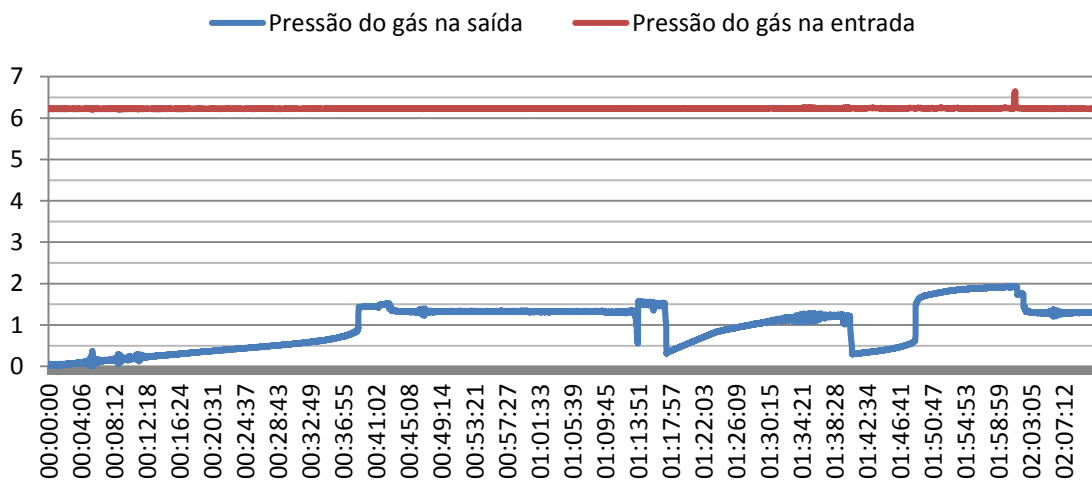
#### 5.6.4 Teste 4

PERÍODO DE TEMPO (HH:MM:SS)	CONSUMO MÉDIO MEDIDO (KG/H)
00:00:00 até 00:42:00	00
00:42:01 até 00:53:00	31,5
00:53:01 até 00:59:00	33,3
00:59:01 até 01:09:00	36,5
01:09:01 até 01:13:00	41,1

### Temperatura do ZIMMER

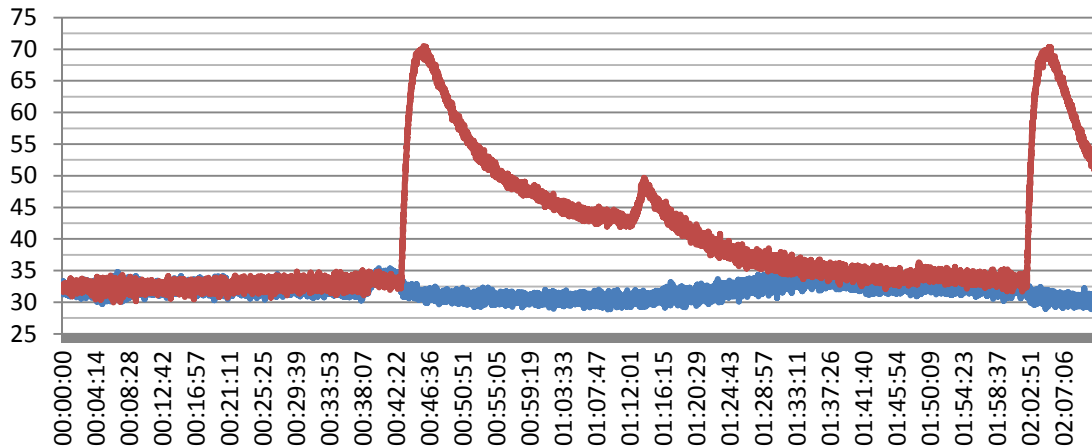


### Pressão do gás



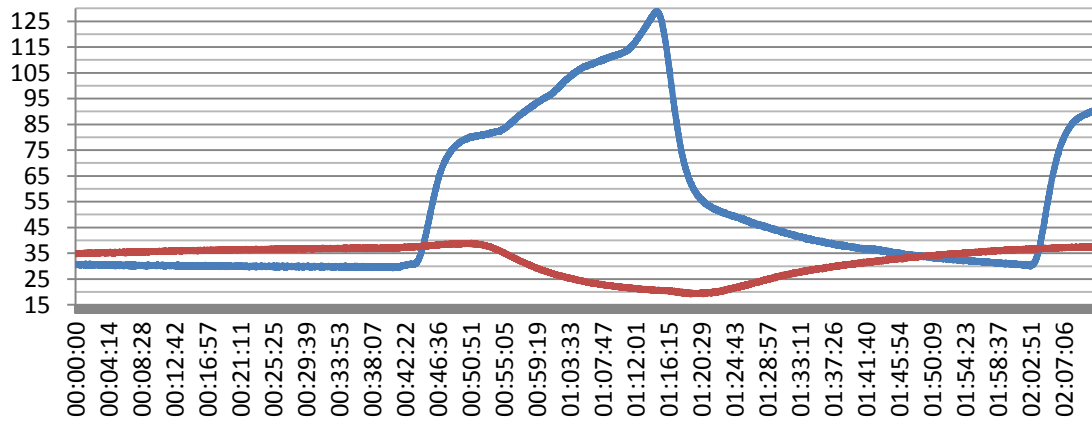
### Temperatura do gás

— Temperatura do gás na entrada — Temperatura do gás na saída



### Temperatura da água

— Temperatura da água na saída — Temperatura da água na entrada

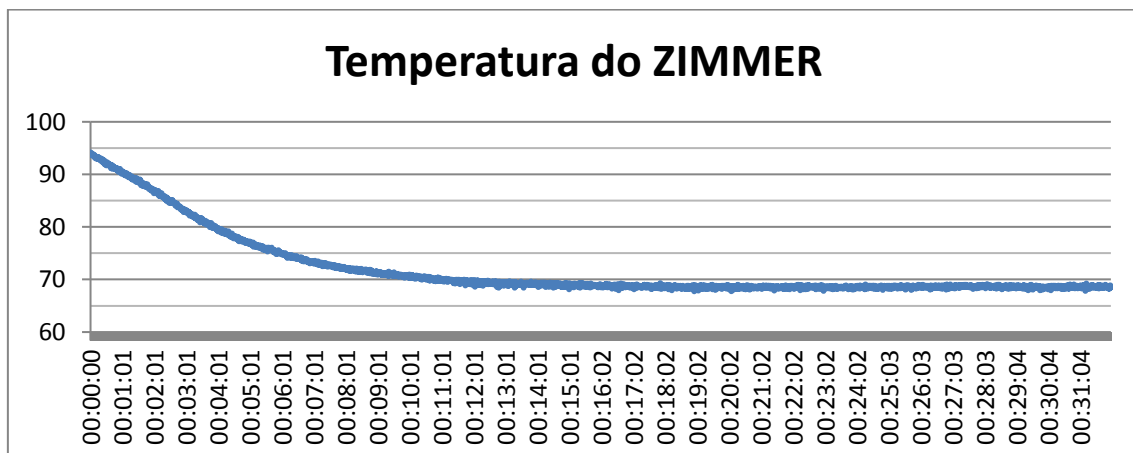




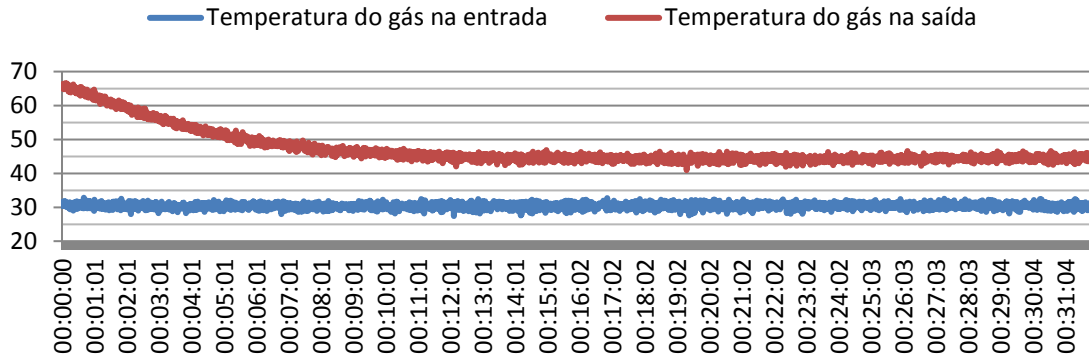
### 5.6.5 Teste 5

TEMPO (MIN)	PESO (KG)	CONSUMO (KG)	CONSUMO POR HORA (KG)
0	265,1	0	-
2	263,9	1,2	36,0
4	262,7	2,4	36,0
6	261,5	3,6	36,0
8	260,3	4,8	36,0
10	259,1	6	36,0
12	258	7,1	35,5
14	256,8	8,3	35,6
16	255,6	9,5	35,6
18	254,4	10,7	35,7
20	253,2	11,9	35,7
22	252	13,1	35,7
24	250,8	14,3	35,8
26	249,6	15,5	35,8
28	248,4	16,7	35,8
30	247,2	17,9	35,8
32	246	19,1	35,8

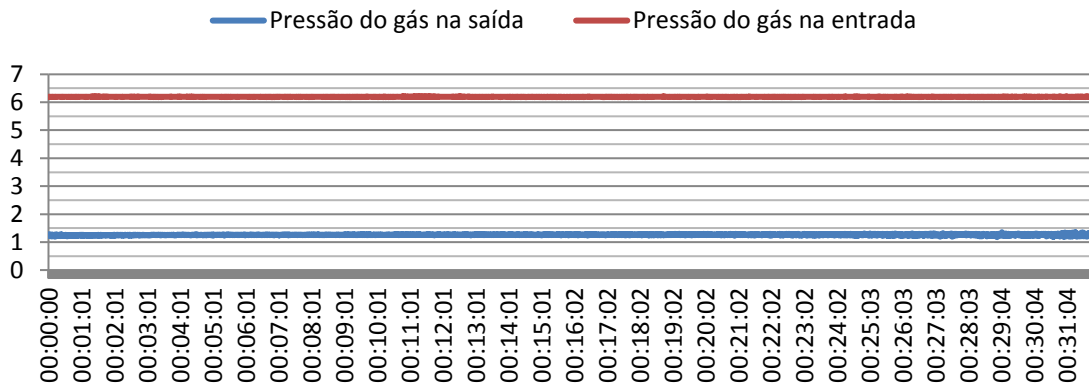
**Nota:** Após os 35 minutos de teste, a água estava em uma temperatura crítica, então o sistema foi desligado.



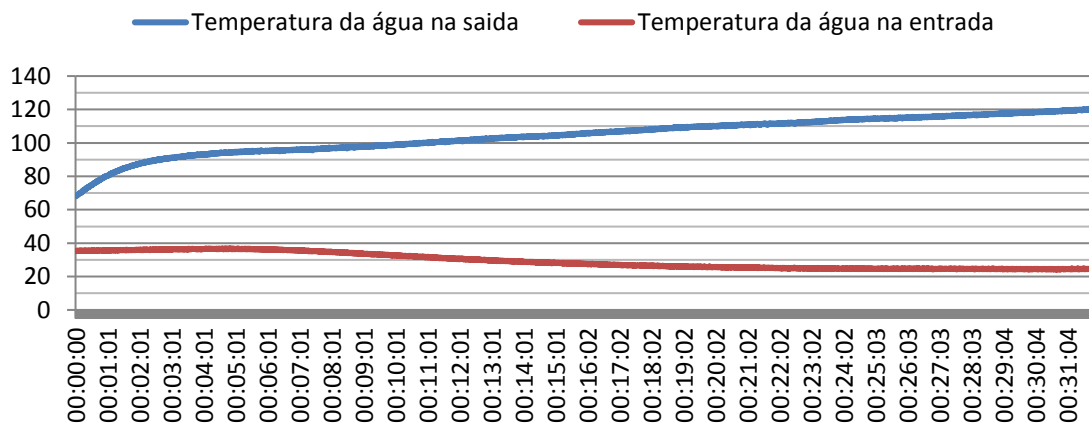
### Temperatura do gás



### Pressão do gás



### Temperatura da água



### 5.6.6 Cromatografia do Gás Utilizado

FOLHA DE CÁLCULO				Data: 24/04/2015		
Cliente	:	Setor de Desenvolvimento NGB				
Fornecedora	:	Nacional Gás Butano Distribuidora Ltda - NGB				
Instalação	:	Teste Zimmer				
Ponto de Coleta	:	Tubulação de DN 0,5"				
Fluido	:	GLP				
Estado	:	Gasoso				
Data da Coleta	:	24/04/2015				
Técnico Resposável	:	Dr. Joao B. Furlan				
Composição teórica	:	Fluido	Percentual		Fórmula	
	:	Propano	98,8	%	(C3H8)	
	:	Butano	1,1	%	(C4H10)	
Relatório Cormatográfico à 0° e 1 Atm						
Método	:	Cromatografico				
Tipo	:	Fase gasosa				
Gás de Arraste	:	Hélio (He)				
Constituintes	:	Constituintes	Concentração Molar (mol/mol)		Fórmula	
	:	Ar	0,00	%	(N2 + O2)	
	:	Dioxido de Carbono	0,00	%	(CO2)	
	:	Etano	0,00	%	(C2H6)	
	:	Propano	98,79	%	(C3H8)	
	:	Propeno	0,15	%	(C3H6)	
	:	iso-Butano	0,66	%	(C4H8)	
	:	n-Butano	0,39	%	(C4H10)	
Concentração em % do Volume Normalizado em Triplica dos Elementos na Mistura	:	Trans-Buteno 1	0,01	%	(C4H8)	
	:	n-Pentano	0,00	%	(C5H12)	
	:	Elementos na Amost	Percentual			
% Ar/Hidrocarboneto Condido na Amostra	:	Hidrocarbonetos	100,00	%		
	:	Ar	0,00	%		
<b>Propriedades Físico - Química da Mistura de Ar/Hidrocarboneto Condido na Amostra</b>						
		Simbolo	Valores	Unidade	Valores	Unidade
Temperatura absoluta	:	T	0,00	°C	= > :	32,00 °F
Pressão absoluta	:	P	1,00	Atm	= > :	101,325 Kpa
Pressão manômetrica	:	P	0,00	Atm	= > :	0,000 Kpa
Poder calorífico Inferior	:	PCI	22.335,00	Kcal/m³	= > :	93.512,18 kJ/m³
Poder Calorífico Superior	:	PCS	24.302,80	Kcal/m³	= > :	101.750,96 kJ/m³
Índice de Wobbe	:	WI	19.449,21	Kcal/m³	= > :	81.414,40 kJ/m³
Densidade Relativa	:	d	1,5599	*****		
Densidade Absoluta	:	ρ	2,0168	Kg/m³		
Massa Molar	:	M	44,24245	Kg/Kmol		
Fator de Compressibilidade	:	Z	0,9787051	*****		

## 6. INDICADORES DE DESEMPENHO

### 6.1 CONCLUSÃO

Com os testes realizados e dados coletados neste estudo podemos concluir que o equipamento leva um tempo de 40 minutos para poder ser plenamente utilizado. Após esse tempo para aquecimento do equipamento é realizada a liberação do GLP em forma de vapor para consumo.

Observou-se que o ZIMMER forneceu um consumo sem interrupções de até 38,4 Kg/h mantendo a pressão e temperatura do GLP fornecido constantes.

De acordo com os testes realizados foi percebido que ao obter uma temperatura abaixo de 60°C no Zimmer, o mesmo fecha sua válvula interna em um curto espaço de tempo. Após esse fechamento da válvula o equipamento tem um tempo de aproximadamente 32 minutos para reabertura da mesma, significando que nesse período de tempo não poderá ser utilizado.

Observando o teste 3, ao exibir um consumo de 38,4 Kg/h, observou-se uma temperatura muito próxima do limite de parada do equipamento, portanto não é recomendado consumir mais do que 38,4 Kg/h com o Zimmer.

### 6.2 SUGESTÃO DE USO

O Zimmer é um vaporizador de Gás LP de pequeno porte, sendo utilizado em casos em que o consumo necessário é próximo ao seu consumo de pico. Existem situações onde há uma necessidade de maior vazão, mais espaço para vários tanques, que podem ser facilmente resolvidas com a utilização deste equipamento vaporizando o Gás líquido para o consumo.

Apesar de sua capacidade nominal ser de 40 kg/h, deve ser considerado o valor de 38 kg/h para fins de dimensionamento.