

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº MEC/L-229.279/1/12**  
**ENSAIOS EM EQUIPAMENTOS, COM UTILIZAÇÃO DE GÁS**  
**LIQUEFEITO DE PETROLEO - GLP**

**INTERESSADO:** **SINDIGÁS - SIND. NAC. DAS EMP. DIST. DE GÁS**  
**LIQUEFEITO DE PETRÓLEO**  
Rua da Assembleia, 10 - Sala 3720  
Bairro: Centro  
20011-901 – Rio de Janeiro – RJ  
Ref.: (51.520)

**1. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento dos equipamentos Gerador de Energia, Aquecedor de Piscina e Sauna à Vapor, utilizados com Gás LP de 13 kg (P13).

**2. METODOLOGIA GERAL DOS ENSAIOS**

Os equipamentos ensaiados foram selecionados e fornecidos pelo Sindigás assim como toda infraestrutura necessária, além dos demais acessórios, em conformidade com a norma técnica de NBR 13.523:2008 – Central de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP. que estabelece os requisitos mínimos exigíveis para Projeto, montagem, alteração, localização e segurança das centrais de Gás LP.

O Gás LP fornecido atende as especificações da ANP. (Resolução ANP 18/2004), e apresentava densidade média utilizada no Brasil (0,561), conforme Relatório de Cromatografia da REPLAN nº 4401806 – data 06/12/2012.

Para o ensaio de cada equipamento,foi utilizado recipiente de 13 kg de Gás LP (P13).

A montagem e utilização do equipamento com o recipiente foi de acordo com a recomendação descrita no manual do fabricante, verificando antes e após o ensaio a massa dos recipientes, comprovando a existência ou não de resíduo de Gás LP não utilizado.

Os recipientes P13 foram utilizados de forma natural, sem o auxílio de equipamentos para uma vaporização forçada.

## FOTOS



**FOTO 01 – DETALHE DA VISTA GERAL DA ÁREA DE ENSAIO**

### 3. ENSAIOS

#### 3.1. ENSAIOS EM GERADOR

##### 3.1.1 ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

###### **Gerador de energia Briggs&Stratton**

- Corrente carga máxima nominal (25°C A 40°C): 29,2 A
- Tensão Nominal CA: 240V
- Fase: Monofásico
- Frequência nominal: 60Hz
- Faixa de operação normal: -20°C A 40°C
- Nível de saída sonora: 81 db em carga total
- Pressão de trabalho: 11 a 14 polegadas de coluna de água
- Combustível: GN ou GLP
- Potência : 7kw

##### 3.1.2 METODOLOGIA

Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (Tara), peso bruto total (Recipiente + Gás LP) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), pressão de saída (P2), temperatura do recipiente (TR), potência gerada do gerador (PG) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente.

### 3.1.3 RESULTADOS

TABELA 01

Tara do recipiente (kg)	Massa total do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa de Gás LP do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa total do recipiente após ensaio (kg)	Gás LP residual (kg)	Gás LP consumido (kg)	Densidade Gás LP
14,060	27,020	12,960	20,995	6,935	6,025	0,561

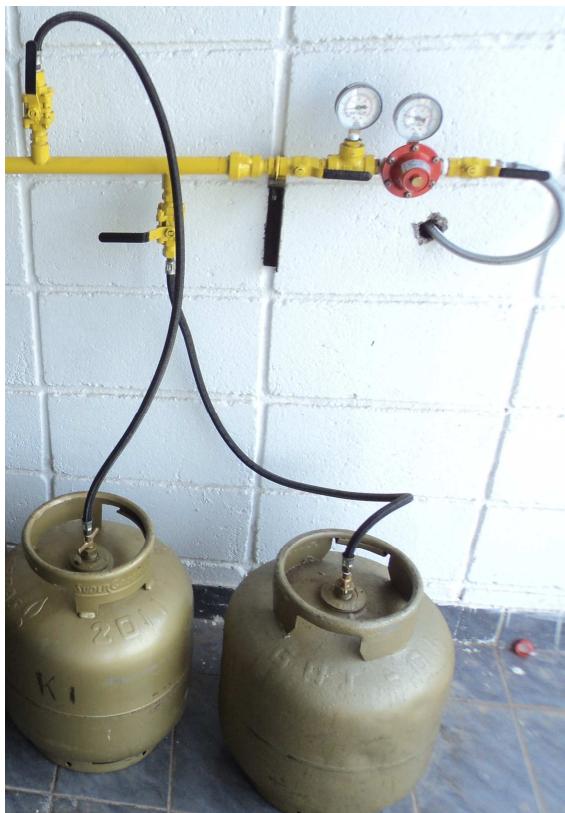
TABELA 02

T (minutos)	P1 (kgf/cm <sup>2</sup> )	P2 (kgf/cm <sup>2</sup> )	TR (°C)	PG (kW)	TA (°C)
0	4,8	1,6	28,3	0	30,1
2	4,8	1,6	28,3	5,25	30,1
10	4,0	1,6	26,0	5,14	31,7
18	3,5	1,6	23,8	5,20	31,5
27	3,0	1,6	19,6	5,41	31,3
35	2,5	1,6	16,1	5,52	31,8
48	2,0	1,6	13,0	5,55	31,8
63	1,5	1,5	9,4	5,58	31,2
80	1,0	1,0	4,5	5,63	31,2
99	0	0	-1,6	5,51	31,6
113	0	0	-6,4	5,58	31,6
123	0	0	-6,4	5,59	31,8
128	0	0	-6,5	5,59	31,8

### 3.1.4 OCORRÊNCIAS

Com 99 minutos foi verificado que a pressão interna do recipiente vista no manômetro, ficou abaixo de 0,1 kgf/cm<sup>2</sup>, (escala mínima do manômetro), sendo identificado como zero. Sua temperatura estava com -1,6 °C, formando uma camada de gelo da parte inferior do recipiente até o término do ensaio. Esta operação continuou até o tempo de 128 minutos na temperatura -6,5°C, provavelmente pelo fato da pressão interna do recipiente ter chegado ao limite de desligamento automático do equipamento (abaixo de 11 polegadas de coluna de água, conforme manual do fabricante), com pressão interna tratada como zero, não existindo mais o fluxo de Gás LP do recipiente para o equipamento. Foi verificado a massa conforme tabela 01 e constatado o resíduo de 6,935 kg de Gás LP.

### 3.1.5. FOTOS



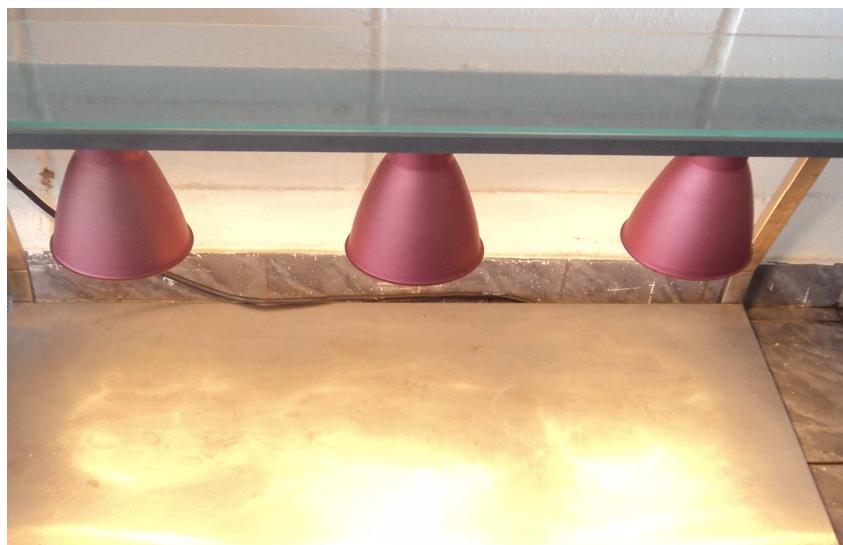
**FOTO 02 – ALIMENTAÇÃO DO GERADOR COM 02 RECIPIENTES – VÁLVULA A ESQUERDA ABERTA E A VALVULA A DIREITA FECHADA DOS RECIPIENTES**



**FOTO 03 – DETALHE DO MANÔMETRO DE PRESSÃO DO RECIPIENTE A ESQUERDA E A DIREITA MANÔMETRO DE SAÍDA DE PRESSÃO DO GÁS LP**



**FOTO 04 – DETALHE DO GERADOR DE ENERGIA COM REGULADOR DE BAIXA PRESSÃO AMARELO**



**FOTO 05 – DETALHE 03 (TRÊS) LÂMPADAS DE 250W CADA PARA CONSUMO DO GERADOR**



**FOTO 06 – DETALHE 01 (UMA) LÂMPADA DE 250W PARA CONSUMO DO GERADOR NO TETO**



**FOTO 07 – DETALHE 01 (UMA) LÂMPADA DE 250W PARA CONSUMO DO GERADOR  
NO TETO DA SAUNA**



**FOTO 08 – DETALHE DE 02 (DOIS) AR-CONDICIONADOS DE 12.000 BTU'S PARA CONSUMO DO GERADOR**



**FOTO 09 – ANALISADOR DE ENERGIA – UTILIZADO NA MEDIDAÇÃO DO CONSUMO DO GERADOR**



**FOTO 10 – DETALHE DA CAMADA DE GELO NO RECIPIENTE**



**FOTO 11 – VERIFICAÇÃO DA MASSA DO RECIPIENTE, APÓS ENSAIO**

## 3.2. ENSAIO EM AQUECEDOR DE PISCINA

### 3.2.1 ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

#### AQUECEDOR A GÁS INSTANTÂNEO – HARMAN

- Modelo: YE2200 FE
- Consumo máximo de gás: 3,15 kg/h
- Rendimento: 81,7%
- Capacidade de vazão: 26,0 l/minuto
- Potência nominal: 44,407 kw
- Combustível: GLP

### 3.2.2 METODOLOGIA

Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (Tara), peso bruto total (Recipiente + Gás LP) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), pressão de saída (P2), temperatura do recipiente (TR), temperatura da água (TAG) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente.

### 3.2.3 RESULTADOS

TABELA 03

Tara do recipiente (kg)	Massa total do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa de Gás LP do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa total do recipiente após ensaio (kg)	Gás LP residual (kg)	Gás LP consumido (kg)	Densidade Gás LP
14,770	27,765	12,995	20,070	5,300	7,695	0,561

**TABELA 04**

Tempo (minutos)	P1 (kgf/cm <sup>2</sup> )	P2 (kgf/cm <sup>2</sup> )	TR (°C)	TAG (°C)	TA (°C)
0	4,5	1,2	30,4	30,5	33,4
16	3,8	1,2	26,2	30,5	33,9
49	2,5	1,2	16,6	30,7	35,7
62	2,0	1,2	14,9	30,8	35,9
80	1,6	1,3	11,6	30,8	35,9
99	1,3	1,3	8,9	30,9	35,5
117	1,1	1,1	7,9	31,3	36,5
129	1,0	1,0	7,4	32,0	36,0
144	0,8	0,8	7,0	33,1	35,0
161	0,7	0,7	6,3	35,4	36,0
194	0,6	0,6	9,1	40,0	35,0
212	0,5	0,5	8,3	42,1	34,5

### **3.2.4 OCORRÊNCIAS**

Com 144 minutos foi verificado que a pressão interna do recipiente vista no manômetro, ficou abaixo de 1 kgf/cm<sup>2</sup>, (escala mínima do manômetro), sendo identificado como próxima de zero. Sua temperatura estava com 7,0 °C, formando uma camada com gotas de água fria na parte inferior do recipiente até o término do ensaio. Esta operação continuou até o tempo de 212 minutos na temperatura 8,3°C, provavelmente devido ao fato da pressão interna do recipiente ter chegado ao limite de desligamento automático do equipamento, com pressão interna próxima a zero não existindo mais o fluxo de Gás LP do recipiente para o equipamento. Foi verificado a massa conforme tabela 03 e constatado o resíduo de 5,300 kg de Gás LP. A temperatura da água chegou a 42,1°C.

### 3.2.5. FOTOS



FOTO 12 – ALIMENTAÇÃO DO AQUECEDOR DE PISCINA

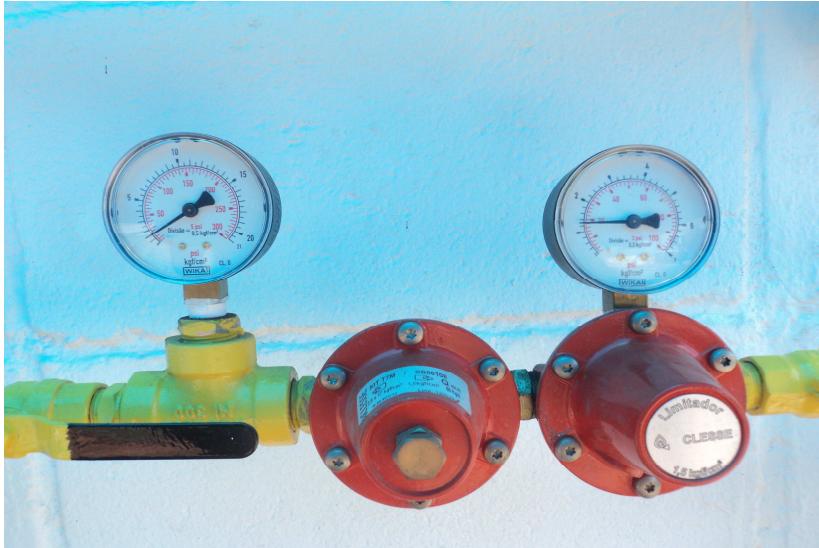


FOTO 13 – DETALHE DO MANÔMETRO DE PRESSÃO DO RECIPIENTE A ESQUERDA E A DIREITA MANÔMETRO DE SAÍDA DE PRESSÃO DO GÁS LP



**FOTO 14– DETALHE DO AQUECEDOR UTILIZADO SOMENTE O DA ESQUERDA DE BAIXA PRESSÃO COM REGULADOR DE PRESSÃO AZUL**



**FOTO 15 – DETALHE DO SISTEMA DE AQUECIMENTO COM CIRCULAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DE UMA BOMBA EM UMA CAIXA DE ÁGUA**



**FOTO 16 – DETALHE DA CAIXA DE ÁGUA COM UMA QUANTIDADE DE 4000 LITROS**



**FOTO 17 – RECIPIENTE DE GÁS LP RESFRIANDO COM GOTAS DE ÁGUA NA SUPERFÍCIE**



**FOTO 18 – DETALHE DAS GOTAS DE ÁGUA NA SUPERFÍCIE DO RECIPIENTE NESSE CASO NÃO CONGELOU**

### **3.3. ENSAIO EM SAUNA**

#### **3.3.1 ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO**

**Sauna Pop para 15m<sup>3</sup> a gás GÁS LP com controlador de temperatura**  
**Fabricante: Socalor**

- Saída de vapor: Ø1.1/4"
- Entrada de água: Ø ½"
- Dreno: Ø ½"
- Pressão: Alta pressão
- Consumo de Gás: 0,6 kg/h
- Combustível: GLP

### 3.3.2 METODOLOGIA

Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (Tara), peso bruto total (Recipiente + Gás LP) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), temperatura do recipiente (TR), temperatura interna da cabine no ponto médio do fundo (TIF), temperatura interna da cabine no ponto médio da lateral (TIL) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente

### 3.3.3 RESULTADOS

**TABELA 05**

Tara do recipiente (kg)	Massa total do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa de Gás LP do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa total do recipiente após ensaio (kg)	Gás LP residual (kg)	Gás LP consumido (kg)	Densidade Gás LP
15,090	28,050	12,960	15,775	0,685	12,275	0,561

**TABELA 06**

Tempo (minutos)	P1 (kgf/cm <sup>2</sup> )	TR (°C)	TIF (°C)	TIL (°C)	TA (°C)
0	4,5	28,1	31,4	31,5	30,0
11	4,1	27,3	33,1	34,4	29,5
21	4,0	25,5	33,1	33,8	30,2
27	3,7	24,5	33,2	34,9	30,2
42	3,5	23,9	33,3	34,3	30,0
60	3,5	22,6	33,9	35,0	31,2
90	3,1	19,6	33,9	35,4	32,7
120	2,5	17,3	36,6	38,0	33,7
140	2,1	14,1	35,6	37,7	33,5
156	2,0	12,9	35,9	38,5	33,9
185	1,8	12,1	37,3	38,6	35,7
200	1,8	12,1	37,3	38,6	35,7
240	1,5	14,5	37,8	39,6	35,4

270	1,4	12,8	38,4	39,9	36,0
300	1,2	12,9	38,9	40,4	36,0
321	1,0	12,8	39,6	40,6	36,0
330	0,9	11,6	39,4	40,1	35,5
360	0,5	10,8	41,5	41,5	34,5
377	0,3	12,0	39,8	39,5	33,0
391	0,2	11,0	38,6	38,38	32,7
410	0	8,8	36,9	37,4	33,5
480	0	13,9	38,9	38,6	31,5
500	0	15,5	38,8	38,8	29,5
525	0	13,8	37,9	36,5	28,0
540	0	13,7	36,1	34,9	27,5
570	0	12,8	34,9	34,0	26,0
581	0	13,1	34,8	33,5	25,5
604	0	13,7	34,4	33,6	25,5
615	0	12,8	33,6	32,1	25,5

### 3.3.4 OCORRÊNCIAS

Com o tempo de 360 minutos a temperatura interna da cabine estava com pico máximo de 41,5 °C começando a diminuir. Com 410 minutos foi verificado que a pressão interna do recipiente vista no manômetro, ficou abaixo de 0,1 kgf/cm<sup>2</sup>, (escala mínima do manômetro), sendo identificado como próxima de zero. Sua temperatura estava com 8,8 °C, formando uma camada com gotas de água fria na parte inferior do recipiente até o término do ensaio. Esta operação continuou até o tempo de 480 minutos na temperatura 13,9°C, ocorreu o início da chama na cor luminosa vermelha-amarelada. Com 615 minutos foi encerrado o ensaio, pelo motivo de queda de rendimento em que a temperatura começou a diminuir. Foi verificado a massa conforme tabela 05 e constatado o resíduo de 0,685kg de Gás LP.

### 3.3.5. FOTO



FOTO 19 – ALIMENTAÇÃO DA SAUNA



FOTO 20 – DETALHE DO MANÔMETRO DE PRESSÃO DO RECIPIENTE  
COM REGULAGEM VÁLVULA AGULHA NA SAÍDA DE ALTA PRESSÃO DO GÁS LP



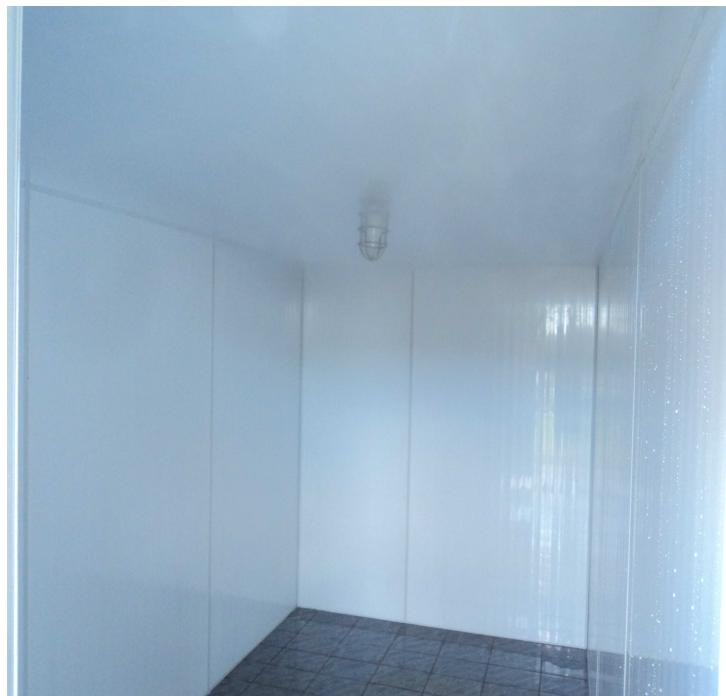
**FOTO 21 – PARTE FRONTAL EXTERNA DA CABINE DE SAUNA**



**FOTO 22 – PARTE FRONTAL INTERNA DA CABINE DE SAUNA**



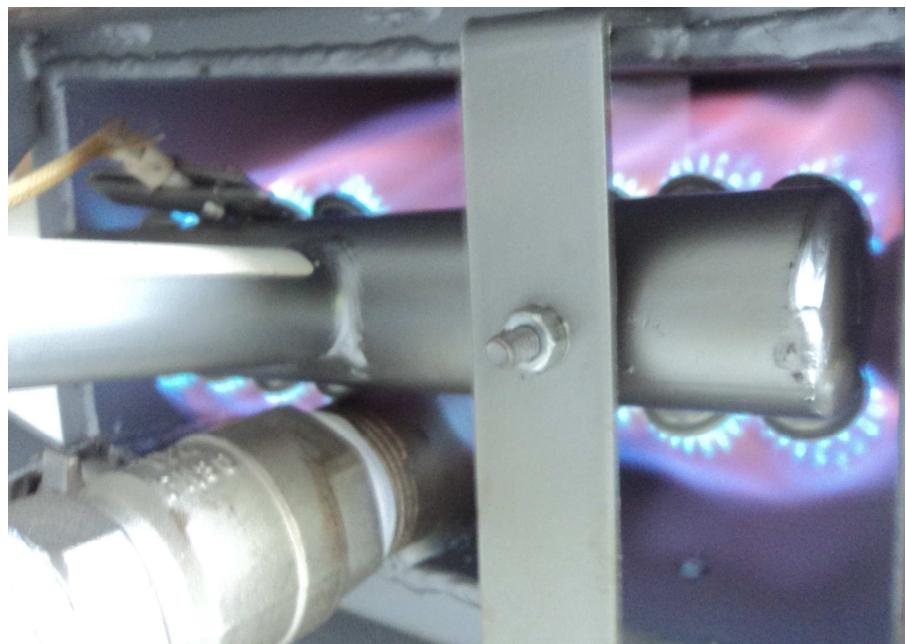
**FOTO 23 – PAINEL DE COMANDO DA SAUNA QUEIMADORES**



**FOTO 24 – PARTE FRONTAL INTERNA DA CABINE DE SAUNA EM FUNCIONAMENTO COM VAPOR**



**FOTO 25 – DETALHE CHAMA COLORAÇÃO AZUL, NO INÍCIO DO ENSAIO**



**FOTO 26 – DETALHE CHAMA VERMELHO-AMARELADA, NO FINAL DO ENSAIO**



**FOTO 27 – DETALHE DAS GOTAS DE ÁGUA NA SUPERFÍCIE DO RECIPIENTE NESSE CASO TAMBÉM NÃO CONGELOU**

#### **4. OBSERVAÇÕES**

**4.1.** Os ensaios foram realizados nas dependências da empresa Supergasbras Energia Ltda localizada na cidade de Paulínia - SP; acompanhado pelos Srs Adriano Horta Loureiro – Sindigás; Marcos Antônio Moser – Liquigás; Mário Bastos – Nacional Gás; Evandro Carlos Zamboni - Supergasbras e pelo técnico da Falcão Bauer Renê Hangai.

**4.2.** Equipamentos de Medições Utilizados:

Manômetro: 07 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-01;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06880-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Manômetro: 07 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-02;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06881-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Manômetro: 07 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-03;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06882-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Manômetro: 21 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-04;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06883-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Manômetro: 21 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-05;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06884-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Manômetro: 21 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-06;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06885-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Termômetro Digital: -60 a 500 °C - Zurich;  
Identificação: E1072002659;  
Propriedade: Sindigas;  
Certificado de calibração: 11508/10/2012;  
Data de calibração: 18/10/12.

Termômetro Analógico: -10 a 50 °C - Temper;  
Identificação: série 105700-01;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 13646/12;  
Data de calibração: 20/11/12.

Balança: 50 kg - Toledo;  
Identificação: série 10173810  
Propriedade: Toledo do Brasil;  
Certificado de calibração: TBI - 1020182;  
Data de calibração: 07/12/12

## 5. DATA DO(S) ENSAIO(S)

Ensaio(s) realizado(s) no período de 10 a 12/12/2012.

São Paulo, 08 de janeiro de 2013.

**L.A. FALCÃO BAUER LTDA**  
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO

**BRUNO GIOVANNELLI**  
COORDENADOR DE LABORATÓRIO  
CREA nº 5063607379

**L.A. FALCÃO BAUER LTDA**  
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO

**EDUARDO MARQUES**  
GERENTE DE LABORATÓRIO  
CREA nº 0601066201

**RH**

## **RELATÓRIO DE ENSAIO Nº MEC/L-229.279/2/12**

### **ENSAIO EM EQUIPAMENTO, COM UTILIZAÇÃO DE GÁS**

#### **LIQUEFEITO DE PETROLEO - GLP**

**INTERESSADO:** **SINDIGÁS - SIND. NAC. DAS EMP. DIST. DE GÁS**  
**LIQUEFEITO DE PETRÓLEO**  
Rua da Assembleia, 10 - Sala 3720  
Bairro: Centro  
20011-901 – Rio de Janeiro – RJ  
**Ref.: (51.520)**

#### **1. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento do equipamento Sauna à Vapor, utilizado com Gás LP de 13 kg (P13).

#### **2. METODOLOGIA GERAL DOS ENSAIOS**

O equipamento ensaiado foi selecionado e fornecido pelo Sindigás assim como toda infraestrutura necessária, além dos demais acessórios, em conformidade com a norma técnica NBR 13.523:2008 – Central de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP. que estabelece os requisitos mínimos exigíveis para Projeto, montagem, alteração, localização e segurança das centrais de Gás LP.

O Gás LP fornecido atende as especificações da ANP. (Resolução ANP 18/2004), e apresentava densidade média utilizada no Brasil (0,561), conforme Relatório de Cromatografia da REPLAN nº 0162-2013 – data 17/01/2013.

Para o ensaio de cada equipamento, foi utilizado recipiente de 13 kg de Gás LP (P13).

A montagem e utilização do equipamento com o recipiente foi de acordo com a recomendação descrita no manual do fabricante, verificando antes e após o ensaio a massa do recipiente, comprovando a existência ou não de resíduo de Gás LP não utilizado.

O recipiente P13 foi utilizado de forma natural, sem o auxílio de equipamento para uma vaporização forçada.

### 3. ENSAIOS

#### 3.1. ENSAIO EM SAUNA

##### 3.3.1 ESPECIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

**Sauna Pop para 15m<sup>3</sup> a GÁS LP com controlador de temperatura Fabricante: Socalor**

- Saída de vapor: Ø1.1/4"
- Entrada de água: Ø 1/2"
- Dreno: Ø 1/2"
- Pressão: Alta pressão
- Consumo de Gás: 0,6 kg/h
- Combustível: GLP

##### 3.3.2 METODOLOGIA

Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (Tara), peso bruto total (Recipiente + Gás LP) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), temperatura do recipiente (TR), temperatura interna da cabine no ponto médio do fundo (TIF), temperatura interna da cabine no ponto médio da lateral (TIL) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente

##### 3.3.3 RESULTADOS

**TABELA 01**

Tara do recipiente (kg)	Massa total do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa de Gás LP do recipiente antes do ensaio (kg)	Massa total do recipiente após ensaio (kg)	Gás LP residual (kg)	Gás LP consumido (kg)	Densidade Gás LP
14,140	27,085	12,945	17,185	3,045	9,900	0,561

**TABELA 02**

Tempo (minutos)	P1 (kgf/cm <sup>2</sup> )	TR (°C)	TIF (°C)	TIL (°C)	TA (°C)
0	4,1	19,8	19,9	20,4	27,5
10	3,3	18,3	22,3	23,3	27,0
20	3,0	16,5	27,6	28,5	25,5
30	2,7	12,1	26,3	26,9	25,0
40	2,5	13,3	29,6	30,5	26,5
50	2,0	11,3	28,5	29,6	26,5
60	1,9	10,9	29,3	30,8	26,7
70	1,7	10,6	30,7	32,1	27,4
80	1,5	8,1	29,3	30,4	27,0
90	1,4	7,8	30,1	31,1	26,5
98	1,3	7,6	30,5	31,8	26,5
110	1,1	5,8	30,3	31,8	27,0
120	1,0	5,4	31,3	32,5	27,0
130	1,0	4,4	30,3	31,7	28,3
140	0,9	3,9	29,9	31,5	29,0
150	0,9	4,7	31,3	33,1	27,5
160	0,8	3,6	30,3	32,3	29,0
170	0,8	6,3	31,0	32,4	28,5
180	0,7	3,5	30,0	32,2	30,5
190	0,6	4,8	32,1	34,1	30,0
200	0,6	5,6	32,1	34,1	29,5
210	0,6	3,1	31,3	33,1	31,0
220	0,6	2,3	30,3	32,4	32,2
230	0,6	1,9	30,8	33,1	32,5
240	0,5	2,9	31,6	34,0	32,5
250	0,5	4,6	32,5	35,5	30,5
260	0,5	4,4	32,3	34,5	31,0
270	0,5	4,6	32,9	35,4	30,7
280	0,4	6,7	34,0	36,1	29,8
290	0,4	5,7	33,3	35,0	30,0

Tempo (minutos)	P1 (kgf/cm <sup>2</sup> )	TR (°C)	TIF (°C)	TIL (°C)	TA (°C)
300	0,4	5,1	33,0	34,8	31,0
310	0,3	4,9	32,4	34,2	31,0
320	0	7,1	33,4	35,3	32,5
330	0	7,7	33,6	35,8	32,0
340	0	8,8	34,4	36,0	31,2
350	0	9,3	33,8	35,4	31,2
360	0	9,4	33,9	35,3	32,0
370	0	9,8	34,3	35,8	31,5
380	0	12,6	34,8	36,6	32,5
387	0	11,6	34,8	36,3	32,5
390	0	11,6	34,6	36,3	32,0
400	0	17,1	34,4	36,6	32,0

### 3.3.4 OCORRÊNCIAS

Quando o ensaio estava com o tempo de 98 minutos, ocorreu o início da chama com a cor luminosa vermelha-amarelada. Com o tempo de 280 minutos a temperatura interna da cabine estava com 34,0 °C mantendo se constante com pouca variação de temperatura. Com 320 minutos foi verificado que a pressão interna do recipiente vista no manômetro, ficou abaixo de 0,1 kgf/cm<sup>2</sup>, (escala mínima do manômetro), sendo identificado como próxima de zero. Sua temperatura estava com 7,1 °C, formando uma camada com gotas de água fria na parte inferior do recipiente até o término do ensaio. Nos tempos de 387, 390 e 400 minutos foram verificados a temperatura de saída de vapor interna da cabine, com as respectivas temperaturas 85°C, 79,1°C e 72,6°C, sendo encerrado o ensaio pelo motivo de queda de rendimento em que a temperatura começou a diminuir. Foi verificado a massa conforme tabela 01 e constatado o resíduo de 3,041kg de Gás LP.

### 3.3.5. FOTO



FOTO 01 – ALIMENTAÇÃO DA SAUNA



FOTO 02 – DETALHE DO MANÔMETRO DE PRESSÃO DO RECIPIENTE



**FOTO 03 – PARTE FRONTAL EXTERNA DA CABINE DE SAUNA**



**FOTO 04 – PARTE FRONTAL INTERNA DA CABINE DE SAUNA**



**FOTO 05 – PAINEL DE COMANDO DA SAUNA QUEIMADORES**



**FOTO 06 – PARTE FRONTAL INTERNA DA CABINE DE SAUNA EM FUNCIONAMENTO COM VAPOR**



**FOTO 07 – DETALHE CHAMA COLORAÇÃO AZUL, NO INÍCIO DO ENSAIO**



**FOTO 08 – DETALHE CHAMA VERMELHO-AMARELADA, NO FINAL DO ENSAIO**



**FOTO 09 – DETALHE DAS GOTAS DE ÁGUA NA SUPERFÍCIE DO RECIPIENTE**

#### **4. OBSERVAÇÕES**

**4.1.** Os ensaios foram realizados nas dependências da empresa Supergasbras Energia Ltda localizada na cidade de Paulínia - SP; acompanhado pelos Srs Adriano Horta Loureiro – Sindigás; Evandro Carlos Zamboni - Supergasbras e pelo técnico da Falcão Bauer Renê Hangai.

**4.2.** Equipamentos de Medições Utilizados:

Manômetro: 21 kgf/cm<sup>2</sup> - WIKA;  
Identificação: MN-06;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 06885-12;  
Data de calibração: 06/11/12.

Termômetro Digital: -60 a 500 °C - Zurich;  
Identificação: E1072002659;  
Propriedade: Sindigas;  
Certificado de calibração: 11508/10/2012;  
Data de calibração: 18/10/12.

Termômetro Analógico: -10 a 50 °C - Temper;  
Identificação: série 105700-01;  
Propriedade: Supergasbras Energia Ltda;  
Certificado de calibração: 13646/12;  
Data de calibração: 20/11/12.

Balança: 50 kg - Toledo;  
Identificação: série 10173810  
Propriedade: Toledo do Brasil;  
Certificado de calibração: TBI - 1020182;  
Data de calibração: 07/12/12

## 5. DATA DO(S) ENSAIO(S)

Ensaio(s) realizado(s) em 17 de janeiro de 2013.

São Paulo, 07 de fevereiro de 2013.

**L.A. FALCÃO BAUER LTDA**  
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO

**BRUNO GIOVANNELLI**  
COORDENADOR DE LABORATÓRIO  
CREA nº 5063607379

**L.A. FALCÃO BAUER LTDA**  
Centro Tecnológico de Controle da Qualidade

ORIGINAL ASSINADO

**EDUARDO MARQUES**  
GERENTE DE LABORATÓRIO  
CREA nº 0601066201

RH

# **Ensaios em Equipamentos, com utilização de botijão de 13kg de Gás LP**

Ensaios experimentais realizados em Gerador de Energia, Aquecedor de Piscina e Sauna à Vapor, para analisar o comportamento destes equipamentos, utilizando em cada ensaio apenas um recipiente de 13kg de Gás LP (P13), de forma natural, sem auxílio de equipamentos para uma vaporização forçada.

## **Resumo Executivo**

**Janeiro 2013**

**E**m um momento em que voltamos a debater, no Brasil, a necessidade de multiplicarmos as fontes de geração de energia, persistir na manutenção das restrições de uso do Gás LP é absolutamente inapropriado. O Gás LP nunca pretendeu ser a única solução para os desafios energéticos do país; ao contrário, o setor acredita e defende que a melhor alternativa é a pluralidade de possibilidades, o que significa compor uma matriz energética diversificada. É o caminho mais sensato e eficiente não só para o Brasil, mas para qualquer outro país.

No caso do Gás LP, paira um senso comum completamente equivocado de que o estímulo do uso do produto para outros fins que não os tradicionais representa desperdício de recursos públicos alocados para os menos favorecidos, uma vez que esses outros usos não necessitam qualquer incentivo ou subsídio.

O Sindigás não acredita que seja necessária a aplicação de subsídios ao Gás LP, para qualquer que seja o uso. Nossa entendimento sempre apontou para duas vertentes: criar programas de destinação específica para os menos favorecidos e dar ao Gás LP tratamento tributário mais adequado à relevância social do produto.

Hoje existe uma formação de preços praticada pela Petrobras para as distribuidoras que cria dois valores para o mesmo produto: um mais baixo para o gás destinado a embalagem de 13 kg e menores, e outro mais alto, para comercialização em outros recipientes ou modalidades. Essa diferenciação, para muitos, dá a impressão de que existe um incentivo ao uso de embalagens pequenas para equipamentos como saunas, aquecedores de piscina, caldeiras e geradores de energia elétrica, entre outros.

Estudo técnico encomendado pelo Sindigás desmistifica por completo esse raciocínio equivocado. E a razão é simples: cada equipamento tem uma demanda de vazão de gás diferenciada e todos aqueles que hoje são impedidos de usar gás precisam de vazão superior à pressão oferecida pelos botijões de 13 kg e menores. Em muitos casos, alguns equipamentos somente funcionam com tanques estacionários e instalações desenvolvidas para os devidos fins. O estudo conclui, portanto, que o consumidor que tenta usar cilindros de 13 kg e menores perde parte importante do produto (não consegue retirá-lo do cilindro ou gasta gás sem gerar a eficiência desejada).

Os resultados dessa pesquisa mostram que é incoerente a manutenção de restrições ao Gás LP para uma série de usos. Significa que, sob o ponto de vista da matriz energética, é possível ganharmos uma nova alternativa de energéticos para alguns tipos de máquinas e equipamentos. Representa, para o consumidor, um combustível versátil e acessível em todos os cantos do país; e para o produtor, incrementos eventuais de demandas que afetarão positivamente a venda do produto destinado a embalagens maiores que 13kg.

**Sergio Bandeira de Mello**  
Presidente do Sindigás

## Resumo Executivo

Objetivando buscar um estudo técnico capaz de demonstrar dados consistentes que comprovassem serem desnecessárias as restrições vigentes ao uso do Gás LP (previstas na Lei no. 8.176/91, corroboradas pela Resolução ANP no. 15/05, art. 30), especialmente sustentadas pelas alegações contidas no art. 3º da resolução CNPE nº 1 de 8 de março de 2005<sup>i</sup> <sup>ii</sup>, que sugere sejam mantidas ditas restrições enquanto perdurarem as situações que comprometam a adequada formação dos preços do GLP, o Sindigás – Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo, entidade de classe que congrega as principais distribuidoras de Gás LP do país, decidiu contratar um Laboratório externo para que, através de ensaios de funcionamento, fosse possível uma avaliação técnica do comportamento de equipamentos como, Gerador de Energia, Aquecedor de Piscina e Sauna à Vapor, utilizando apenas um recipiente de 13kg de Gás LP (P13) em cada ensaio.

O Sindigás optou por contratar o Laboratório Falcão Bauer Ltda., instituição tradicional e renomada, que acompanhou os ensaios nos equipamentos selecionados e fornecidos pelo Sindigás. A metodologia aplicada adotou critérios estabelecidos na norma técnica ABNT NBR 13.523:2008 – Central de Gás Liquefeito de Petróleo – GLP, que estabelece os requisitos mínimos exigíveis para projeto, montagem, alteração, localização e segurança das centrais de Gás LP; na Resolução ANP nº 18/2004, que estabelece as especificações para o Gás LP, e nos manuais dos fabricantes dos equipamentos, seguindo suas recomendações de montagem e utilização, verificando antes e após de cada ensaio, a massa dos recipientes, comprovando a existência ou não de resíduo de Gás LP.

O estudo pretende comprovar que **não existe incentivo econômico para o uso do Gás LP em embalagens de capacidade de 13kg ou inferiores, devido a impossibilidade do usuário utilizar 100% do produto adquirido**, e assim comprovar que são pequenas as possibilidades de desvio de uso do produto que recebe incentivo ao uso doméstico.

O Gás LP utilizado apresentava a densidade de 0,561 (média registrada no Brasil), atestada através do Relatório de Cromatografia da REPLAN nº 4401806 – data 06/12/2012.

O trabalho foi realizado dentro das instalações da Base Envasadora da Distribuidora Supergasbras Energia Ltda., na Unidade de Paulínia-SP, no período de 10 à 12/12/2012 e 18/01/2013, e acompanhado pelo Técnico da Falcão Bauer (Sr. Renê Hangai) e representantes do Sindigás e empresas associadas.

## Resultado dos ensaios

- **GERADOR DE ENERGIA** (Potência: 7Kw)<sup>iii</sup>:

O equipamento funcionou durante 1h39min, quando **ocorreu seu desligamento automático por falta de pressão interna do recipiente P13**, que apresentou uma camada de gelo em sua superfície inferior, **não permitindo mais o fluxo de Gás LP suficiente para manter seu funcionamento normal**.

Após o ensaio, o recipiente de 13kg apresentou um resíduo de 6,935kg de Gás LP, demonstrando não ser o mais adequado para o uso completo da carga nominal adquirida, conforme descrito na tabela abaixo:

Embalagem (Gás LP)	Tara (kg)	Peso Bruto (kg)	Massa líquida de Gás LP (kg)	Gás LP consumido (kg)	Gás LP residual (kg)
13kg	14,060	27,020	12,960	6,025	6,935

Levando-se em consideração o resultado obtido, se compararmos os preços do P13 e P45 praticados no mercado, observamos que o consumidor que optar na utilização do P13 assumiria um representativo prejuízo financeiro, conforme segue:

Embalagem (Gás LP)	Consumo	* Preço consumidor (R\$)	Local	Preço por kg consumido	Teórico incentivo ao P13
13kg	6,025 kg	44,00	Campinas	7,30	-109%
45kg	45 kg	157,00	Campinas	3,49	
13kg	6,025 kg	52,00	Brasília	8,63	-99%
45kg	45 kg	195,00	Brasília	4,33	

\* Preços praticados em cada região, comprovados através de notas fiscais ao consumidor.

- **AQUECEDOR DE PISCINA** (Vazão de 26,0 l/min)<sup>iv</sup>:

O equipamento funcionou durante 2h24min, quando ocorreu seu desligamento automático por falta de pressão interna do recipiente P13, que apresentou uma camada com gotas de água fria em sua superfície inferior, não permitindo mais o fluxo de Gás LP suficiente para manter seu funcionamento normal.

Após o ensaio, o recipiente de 13kg apresentou um resíduo de 5,300kg de Gás LP, conforme descrito na tabela abaixo:

Embalagem (Gás LP)	Tara (kg)	Peso Bruto (kg)	Massa líquida de Gás LP (kg)	Gás LP consumido (kg)	Gás LP residual (kg)
13kg	14,770	27,765	12,995	7,695	5,300

Levando-se em consideração o resultado obtido, se compararmos os preços do P13 e P45 praticados no mercado, observamos que o consumidor que optar na utilização do P13 assumiria um representativo prejuízo financeiro, conforme segue:

Embalagem (Gás LP)	Consumo	* Preço consumidor (R\$)	Local	Preço por kg consumido	Teórico incentivo ao P13
13kg	7,695 kg	44,00	Campinas	5,72	-64%
45kg	45 kg	157,00	Campinas	3,49	
13kg	7,695 kg	52,00	Brasília	6,76	-56%
45kg	45 kg	195,00	Brasília	4,33	

\* Preços praticados em cada região, comprovados através de notas fiscais ao consumidor.

- **SAUNA À VAPOR** (Ambiente 15m<sup>3</sup>)<sup>v</sup>

O equipamento funcionou durante 6h40min, quando ocorreu seu desligamento forçado devido constatação de queda do seu rendimento/eficiência e da temperatura de saída de

**vapor interna da cabine, por falta de pressão interna no recipiente P13, que apresentou uma camada com gotas de água fria em sua superfície inferior, não permitindo o fluxo de Gás LP suficiente para manter seu funcionamento normal.**

Após o ensaio, o recipiente de 13kg apresentou um resíduo de 3,045kg de Gás LP, conforme descrito na tabela abaixo:

Embalagem (Gás LP)	Tara (kg)	Peso Bruto (kg)	Massa líquida de Gás LP (kg)	Gás LP consumido (kg)	Gás LP residual (kg)
13kg	14,140	27,085	12,945	9,900	3,045

Levando-se em consideração o resultado obtido, se compararmos os preços do P13 e P45 praticados no mercado, observamos que **o consumidor que optar na utilização do P13 assumiria um representativo prejuízo financeiro**, conforme segue:

Embalagem (Gás LP)	Consumo	* Preço consumidor (R\$)	Local	Preço por kg consumido	Teórico incentivo ao P13
13kg	9,900 kg	44,00	Campinas	4,44	<b>-27%</b>
45kg	45 kg	157,00	Campinas	3,49	
13kg	9,900 kg	52,00	Brasília	5,25	<b>-21%</b>
45kg	45 kg	195,00	Brasília	4,33	

\* Preços praticados em cada região, comprovados através de notas fiscais ao consumidor.

**Logo, concluímos que o Gás LP quando contido em recipientes para 13kg possui sua utilização limitada a equipamentos de baixa demanda de vaporização, tornando-se inadequado para outras finalidades que não as já autorizadas pelos regulamentos vigentes, não somente em função da sua baixa capacidade de vaporização natural, mas também e principalmente por questões econômicas.**

Para os equipamentos ensaiados, levando-se em consideração os resultados obtidos na utilização de recipientes de 13kg, comparados com os recipientes de 45kg, **o consumidor que optar pela utilização de recipiente de 13kg assumiria um representativo prejuízo financeiro**, conforme já citado, e não um ganho como podemos ser induzidos ao comparar os preços do Gás LP ex-refinaria (Formação de preços diferenciados praticada pela Petrobras há 10 anos).

Importante destacar que **cada equipamento deve ser analisado, e os recipientes para sua utilização devem ser dimensionados de acordo com sua demanda de vaporização**. Para fins deste estudo, usamos o preço comparativo da embalagem de 45kg apesar de sabermos que em muitos casos o consumidor terá de optar por recipientes ainda maiores, mas sabemos que entre estes recipientes maiores o P45 representa a relação mais desfavorável ao consumidor, assim sendo, se adotássemos outras apresentações do Gás LP os resultados seriam ainda mais desfavoráveis para o P13 ou menores.

## Conclusões finais

Mesmo com incentivos ao preço do Gás LP para embalagens P13 e de capacidades menores, praticados nas refinarias, o estudo mostra que sob a ótica do consumidor final, não pode ser considerado como um estímulo à manutenção das restrições de uso ainda vigentes. Se observarmos no detalhe, a eventual liberalização de usos pleiteada pelo Setor de Distribuição de

Gás LP favorecerá à Petrobras, pois cada nova demanda gerada contribui diretamente para ampliação da parcela de Gás LP vendida por esta empresa na precificação superior.

Temos, pois uma situação em que, no nosso entender, ganha a sociedade com a ampliação de fontes energéticas alternativas, ganha o consumidor final com o potencial uso de uma energia de preço competitivo e uso extremamente amigável, ganha o setor de Distribuição e Revenda de Gás que optimiza seus ativos, ganha a Petrobras por criar potencial incremento no seu preço médio de vendas sem afetar aos menos favorecidos. O Governo Federal também ganha por poder, a qualquer momento, lançar mão desta excepcional energia, com baixíssimo nível de emissões de CO2 e outros particulados entre todos os derivados de Petróleo, somente comparável ao Gás Natural para os fins mais diversos, seja na eliminação do uso de lenha doméstica, seja no uso de Gás LP para cogeração ou substituição eventual de Gás Natural em momentos críticos de suprimento, deste energético ou de Energia Elétrica em geral.

Ressaltamos que, os equipamentos selecionados foram os que encontramos de menor capacidade disponível no mercado, e a seleção de outros equipamentos mais adequados de acordo com a necessidade do consumidor, certamente irá piorar a situação de desvantagem para o consumidor na utilização de recipientes de 13kg para essa aplicação, caso seja possível utilizá-lo.

***Mais detalhes dos ensaios realizados poderão ser constatados nos “Relatórios de Ensaios nº MEC/L-229.279/1/12 e nº MEC/L-229.279/2/12 – Ensaios em Equipamentos, com utilização de Gás Liquefeito de Petróleo - GLP” elaborado pelo Laboratório Falcão Bauer – Centro Tecnológico de Controle da Qualidade, apresentado anexo.***

<sup>i</sup> **RESOLUÇÃO CNPE Nº 1, de 8 de Março de 2005:**

<http://www.sindigas.org.br/Download/Arquivo/res-01-2005-cnpe.pdf>

<sup>ii</sup> **RESOLUÇÃO CNPE Nº 4, de 6 de Agosto de 2002:**

<http://www.sindigas.org.br/Download/Arquivo/Resolucao04-2002%5B1%5D.pdf>

<sup>iii</sup> No ensaio do **Gerador de Energia**, de Potência de 7kw, Tensão nominal CA de 240V e Frequência nominal de 60Hz, constatamos:

- Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (Tara: 14,060kg), peso bruto total (Recipiente + Gás LP: 27,020kg) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente: 12,960kg). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), pressão de saída (P2), temperatura do recipiente (TR), potência gerada do gerador (PG) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente (6,935kg);
- No funcionamento do Gerador em carga, foram utilizados: 5 lâmpadas de 250W cada e 2 aparelhos de ar-condicionado de 12.000 BTU's cada;
- Com 99 minutos (1h39min) de funcionamento do equipamento, foi verificado que a pressão interna do recipiente (P13) vista no manômetro, que no início do ensaio estava em 4,8kgf/cm<sup>2</sup>, ficou abaixo de 0,1kgf/cm<sup>2</sup> (escala mínima do manômetro). Nesse momento, a temperatura do P13, que no início do ensaio estava em 28,3°C apresentou-

se com -1,6°C, formando uma camada de gelo na parte inferior. Com o tempo de 128 minutos (2h8min), o recipiente alcançou a temperatura de -6,5°C, e **ocorreu o desligamento automático do equipamento, quando chegou-se a conclusão que a pressão interna do recipiente havia chegado ao limite inferior, não existindo mais o fluxo de Gás LP para manter o equipamento funcionando**. Após o desligamento automático do equipamento, foi constatado o resíduo de 6,935kg de Gás LP.

<sup>iv</sup> No ensaio do **Aquecedor de Piscina**, de consumo máximo de 3,15kg/h de gás, Vazão de 26,0 litros/min, constatamos:

- Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (TARA: 14,770kg), peso bruto total (Recipiente + Gás LP: 27,765kg) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente: 12,995kg). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), pressão de saída (P2), temperatura do recipiente (TR), temperatura da água (TAG) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente (5,300kg);
- Na simulação da piscina, foi utilizada uma caixa d'água de fibra, de 5.000 litros, com 4.000 litros de água;
- Com 144 minutos (2h24min) de funcionamento do equipamento, foi verificado que a pressão interna do recipiente (P13), vista no manômetro, que no início do ensaio estava em 4,5kgf/cm<sup>2</sup>, ficou abaixo de 1kgf/cm<sup>2</sup> (escala mínima do manômetro), sendo tratada como próxima de zero. Nesse momento, a temperatura do P13, que no início do ensaio estava em 30,4°C apresentou-se com 7°C, formando uma camada com gotas de água fria na parte inferior do recipiente. Com o tempo de 212 minutos (3h32min) e temperatura do recipiente de 8,3°C (possivelmente devido influência da temperatura externa), **ocorreu o desligamento automático do equipamento, quando chegou-se a conclusão que a pressão interna do recipiente havia chegado ao limite inferior, não existindo mais o fluxo de Gás LP para manter o equipamento funcionando**. Após o desligamento automático do equipamento, foi constatado o resíduo de 5,300kg de Gás LP. Do início do funcionamento do equipamento, até o seu desligamento automático, constatamos uma variação na temperatura da água, de 11,6°C.

<sup>v</sup> No ensaio da **Sauna à vapor**, de consumo máximo de 0,6kg/h de gás, para ambiente de 15m<sup>3</sup>, constatamos:

**Em 12/12/2012:**

- Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (TARA: 15,090kg), peso bruto total (Recipiente + Gás LP: 28,050kg) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente: 12,960kg). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), temperatura do recipiente (TR), temperatura interna da cabine no ponto médio do fundo (TIF), temperatura interna da cabine no ponto médio da lateral (TIL) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente (0,685kg);

- Na simulação da cabine da sauna, foi construído um ambiente com 15m<sup>3</sup>;
- Com o tempo de 360 minutos (6h) de funcionamento do equipamento, a temperatura interna da cabine estava com pico máximo de 41,5°C (10°C acima da temperatura do início do ensaio) começando a diminuir. Com 410 minutos (6h50min) foi verificado que a pressão interna do recipiente (P13), vista no manômetro, que no início do ensaio estava em 4,5kgf/cm<sup>2</sup>, ficou abaixo de 0,1kgf/cm<sup>2</sup> (escala mínima do manômetro). Nesse momento, a temperatura do P13, que no início do ensaio estava em 28,1°C, apresentou-se com 8,8°C, formando uma camada com gotas de água fria na sua parte inferior. Com o tempo de 480 minutos (8h) e temperatura do recipiente de 13,9°C (possivelmente devido influência da temperatura externa) ocorreu o início da chama na cor luminosa vermelha-amarelada. Com o tempo de 615 minutos (10h15min) o ensaio foi encerrado, pelo motivo de queda de rendimento do equipamento e da temperatura da cabine, quando a variação da temperatura comparada à inicial foi apenas 0,7°C. Após o desligamento do equipamento, foi constatado o resíduo de 0,680kg de Gás LP. Poder-se-ia dizer que, com 360 minutos (6h), o ensaio poderia ter sido interrompido, invalidando o funcionamento do equipamento até o final, devida constatada falta de eficiência do equipamento, não cumprimento de sua finalidade, de manutenção da temperatura interna da cabine ou aumento da mesma. (Por esse motivo, em 18/01/2013, um novo ensaio foi realizado, levando-se em consideração o rendimento do equipamento, interrompendo o seu funcionamento no momento da constatação de sua queda de rendimento/eficiência, conforme descrito a seguir).

**Em 18/01/2013, foi realizado um novo ensaio na Sauna à vapor, e constatado o seguinte:**

- Antes do início do ensaio foram verificados: massa do recipiente (TARA: 14,140kg), peso bruto total (Recipiente + Gás LP: 27,085kg) e a massa líquida (Gás LP contido no recipiente: 12,945kg). Após o início, foram tomados os seguintes parâmetros: tempo (T), pressão interna do recipiente (P1), temperatura do recipiente (TR), temperatura interna da cabine no ponto médio do fundo (TIF), temperatura interna da cabine no ponto médio da lateral (TIL) e temperatura do ambiente (TA) em tempos alternados, até o final do ensaio, relatando as ocorrências e a massa residual final contida no recipiente (3,045kg);
- Na simulação da cabine da sauna, foi construído um ambiente com 15m<sup>3</sup>;
- Com o tempo de 98 minutos (1h38min) ocorreu o início da chama na cor luminosa vermelha-amarelada. Com o tempo de 380 minutos (6h20min) de funcionamento do equipamento, a temperatura interna da cabine estava com pico máximo de 36,6°C (16,2°C acima da temperatura do início do ensaio, possivelmente também devido o aumento da temperatura externa) começando a diminuir. Com 320 minutos (5h20min) foi verificado que a pressão interna do recipiente (P13), vista no manômetro, que no início do ensaio estava em 4,1 kgf/cm<sup>2</sup>, ficou abaixo de 0,1 kgf/cm<sup>2</sup> (escala mínima do manômetro), sendo identificada como próxima de zero. Nesse momento, a temperatura do P13, que no início do ensaio estava em 19,8°C apresentou-se com 7,1°C, formando uma camada com gotas de água fria na sua parte inferior. Com o tempo de 400 minutos (6h40min) o ensaio foi encerrado, pelo motivo de queda de rendimento/eficiência do equipamento e da temperatura de saída de vapor interna da cabine. Após o desligamento do equipamento foi constatado o resíduo de 3,045kg de Gás LP.