

## TESTE "ESPOLETA" NOS GASÔMETROS DE GÁS DE ALTO FORNO E GÁS DE ACIARIA DA TERNIUM BRASIL\*

Rafael César de Souza<sup>1</sup>  
Denilson de Souza Braga<sup>2</sup>  
Bruno de Alcantara Monteiro<sup>3</sup>  
Rodrigo Marcelino Guilherme<sup>4</sup>  
Gian San Ana d Ávila<sup>5</sup>  
Liberato Rodrigues Coutinho<sup>6</sup>

### Resumo

O Objetivo deste trabalho é apresentar a implantação inovadora de testes das proteções intrínsecas nos Gasômetros de gás de Alto Forno (BFG) e gás de Aciaria (BOFG) denominado de "Testes Espoleta", no qual são realizados testes a quente de todas as proteções existentes, estando os gasômetros em operação normal e conectados ao processo produtivo. Estes testes foram idealizados a partir de benchmark com empresas do setor siderúrgico em função do acidente ocorrido com um gasômetro em 2018 no Brasil, e principalmente durante os trabalhos desenvolvidos por um grupo de trabalho multidisciplinar em conjunto com a consultoria especializada em Análise de Riscos de Processo (ARP). Como resultado deste trabalho, foi definida uma recomendação de testes no sistema de proteção após classificação de grau de risco 1 (Gravidade/Probabilidade) do perigo de explosão / incêndio em caso de falha nas proteções dos Gasômetros e as redundâncias existentes.

**Palavras-chave:** Gasômetros; Testes Proteções; Análise de Riscos de Processo.

### OPERATIONAL PROTECTION TESTS IN THE BFG AND BOFG GASHOLDERS

#### Abstract

The objective of this project is to present the innovative implantation of tests of the intrinsic protections in the gasholders of Blast Furnace Gas (BFG) and Basic Oxygen Furnace Gas (BOFG) called "Testes Espoleta", in which all the existing protections, the gasholders being in normal operation and connected to the Production Process. These tests were designed based on a benchmark with companies in the steel sector due to the accident occurred with a gasholder in 2018 in Brazil and especially during the project developed by a multidisciplinary working group in conjunction with the specialized consultancy of Process Risk Analysis. As a result of this project, was defined a recommendation of tests in the protection system after classification of risk degree 1 (Severity / Probability) of the danger of explosion / fire in case of failure in the protections of the Gasholders and the existing redundancies.

**Keywords:** Gasholders; Protection Tests; Process Risk Analysis

<sup>1</sup> *Graduação em Processos Gerenciais, Coord. Otimização de Processo, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

<sup>2</sup> *Técnico em Eletrotécnica, Téc. Especialista Distribuição de Utilidades, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

<sup>3</sup> *Técnico em Controle Ambiental, Téc. Distribuição Utilidades, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

<sup>4</sup> *Graduação Eng. Elétrica (8º período), Téc. Especialista I&C, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

<sup>5</sup> *Graduação Eng. Mecânica (10º período), Téc. Distribuição Utilidades, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

<sup>6</sup> *Graduação Eng. Elétrica, Coordenador de Planejamento de Instrumentação & Controle, Energia & Utilidades, Ternium BR, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Objetivo

Este documento tem o objetivo de apresentar o desenvolvimento de metodologia e a implementação para realizar testes das proteções intrínsecas dos gasômetros de BFG (gás de Alto Forno) e BOFG (gás de Aciaria) estando os mesmos em operação normal, ou seja, conectados ao sistema produtivo da Ternium BR.

Historicamente todas estas proteções são testadas na etapa comissionamento a frio, antes do start up, seja após construção ou manutenção corretiva.

Sabemos também que todos os instrumentos da malha de proteção dos gasômetros possuem plano de manutenção e calibração implementados, mas que são testados individualmente garantindo seu perfeito funcionamento.

Como novo desafio e inovação a proposta foi testar todos os elementos que fazem parte da malha de proteção dos gasômetros (transmissores, cabos, cartões eletrônicos I/O, rede profibus, alarmes sonoros, telas de operação, sistema supervisórios, entre outros componentes).

### 1.2 Descrição do processo

O sistema de distribuição de gases da Ternium Brasil (Figuras 1 a 3) possui dois gasômetros com as seguintes finalidades:

- Gasômetro de Gás de Alto Forno (BFG) – Tem como função principal estabilizar a pressão em todo sistema de distribuição de BFG (gás de Alto Forno), principalmente quando há desequilíbrio entre a produção e o consumo deste gás. Possui ainda uma função secundária de armazenar o gás em determinados intervalos de tempo, seja para evitar a queima nos Flares (torres de queima) ou durante menor disponibilidade da produção em relação ao consumo, permitindo que em determinado intervalo de tempo se tome a ação de controle do sistema.
- Gasômetro de Gás de Aciaria (BOFG) – Tem como finalidade principal armazenar o gás produzido durante a sequência de operação dos Conversores da Aciaria, permitindo a operação fazer o gerenciamento da distribuição deste gás, evitando queima no Flare da Aciaria por nível alto do gasômetro. Possui ainda uma função secundária que é estabilizar a pressão na rede de entrada do gasômetro e na rede de sucção dos Boosters de BOFG.



Figura 1. Visão aérea dos gasômetros de BFG e BOFG

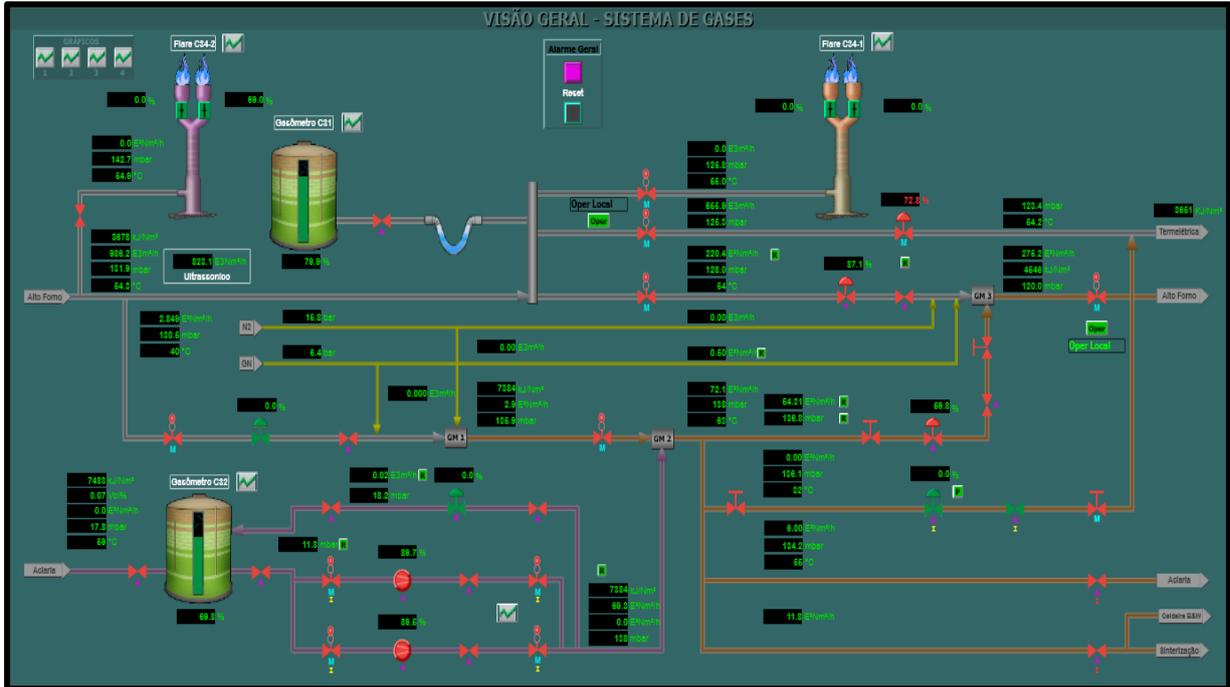


Figura 2. Visão geral do sistema de distribuição de gases

Gasômetros BFG			Gasômetros BOFG		
Characteristic	Unit	Value	Characteristic	Value	Unit
Usable Volume	m <sup>3</sup>	100,000	Usable Volume	100,000	m <sup>3</sup>
Operating pressure	mbar g	130	Total volume	110,175	m <sup>3</sup>
Design pressure	mbar g	170	Operating pressure	17	mbar g
Operating temperature	°C	55	Design pressure	25	mbar g
Design temperature	°C	80	Operating temperature	55	°C
Diameter	m	58	Design temperature	80	°C
Total piston stroke	m	41.7	Diameter	58	m
Total height	m	71	Total piston stroke	41.7	m
Inflow, design	Nm <sup>3</sup> /h	600,000	Total height	71	m
Shut off level, High	%	95	Inflow, design	260 000	Nm <sup>3</sup> /h
Shut off level, Low	%	5	Outflow, design	90,000	Nm <sup>3</sup> /h
			Shut off level, High	95	%
			Shut off level, Low	5	%

Technical data BF gasholder C31

Table: Technical Data for BOF gas holder C32

Especificação da Membrana de Selagem: **Nitri Rubber with reinforcing Polyamide ( Borracha de Nitrilo com reforço de Poliamido.**

Figura 3. Dados técnicos dos gasômetros de BFG e BOFG

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Análise de Risco de Processo

Para determinar os riscos de processo e suas respectivas recomendações com relação aos gasômetros de BFG e BOFG utilizamos algumas ferramentas de análise de risco de processo (ARP), tais como: lista de perigos de processo, “what if” (Figura 4), matriz de riscos e HAZOP (figura 5).

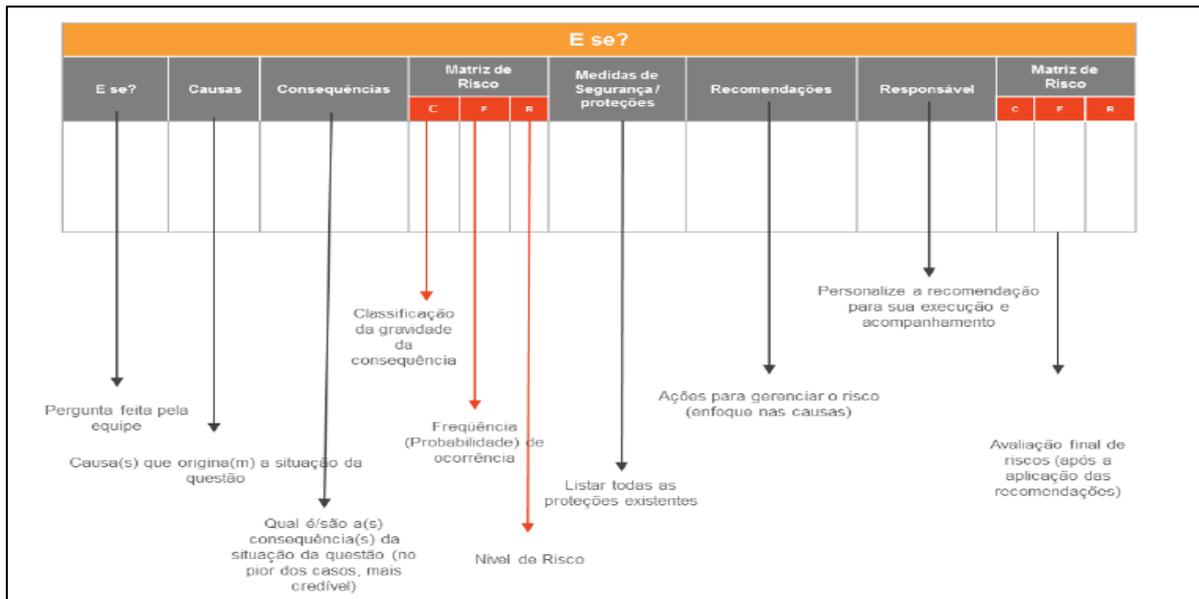


Figura 4. Exemplo de tabela “what if” (E se?)

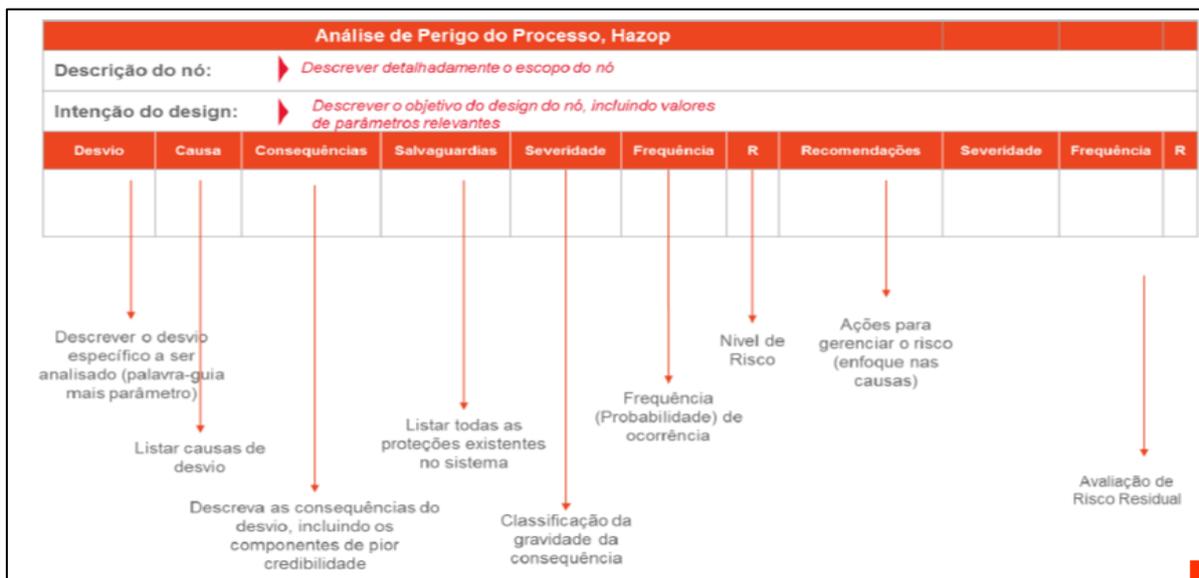


Figura 5. Exemplo de tabela HAZOP

Desenvolvendo a metodologia de análise de risco de processo (ARP) foi definida como uma das recomendações realizar o teste no sistema de proteção, após classificação de grau de risco 1 (Gravidade/Probabilidade) do perigo de explosão / incêndio em caso de falha nas proteções dos Gasômetros e as redundâncias existentes (Figura 6).

Nº	DESCRIÇÃO	DESVIO / PALAVRA CHAVE	PARÂMETRO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	MEDIDAS CONTROLE	INTERLOCK	GRAVIDADE	PROBABILIDADE	RISCO	RECOMENDAÇÕES
1	112*-BOF-C38-01-C5	Menos (valor mais baixo)	PRESSÃO	Rompimento da rede (grande vazamento) Falha no transmissor de pressão PIT-3813 Válvula 3201 fechada por interlock e válvula comutadora aberta p/ flare Descontrole no IDF da aciaria Rompimento ou vazamento na membrana	Corte na recuperação de gás Menor disponibilidade de BOF Queima do BOF no flare (perda financeira) Maior consumo de GN Dano ambiental Dano à pessoas	Alarme (5 mbarg) no PIT-3813 Alarme (10 mbarg) no PIT-3201 Fechamento automático das válvulas 3201, 3202, 3304 e desligamento dos booster Plano de manutenção e calibração Medição de pressão na rece e interior do gasômetro	S	4	4	(SR1)	Realizar teste de espoleta Revisar os procedimentos operacionais p/ seleção de controle de nível laser X célula de carga Gestão de modificação (evitar o force pela automação) Avaliar a malha de controle conforme SIL-03 Avaliar a implementação do sistema de force conforme procedimento da termelétrica.

Figura 6. Exemplo de um nó do HAZOP do gasômetro de BOFG

## 2.2 Metodologia do Teste Espoleta ou Plano de Manutenção Espoleta

O “Teste Espoleta” ou Plano de Manutenção “Espoleta” é um sistema de gestão voltado a proteção / segurança de equipamentos críticos do processo, que gerencia no SAP planos de manutenção classificados como “Espoleta” através de um workflow de notificações (Figura 7), informando a não-execução à níveis hierárquicos superiores via e-mail de acordo com faixas de atraso pré-determinadas.

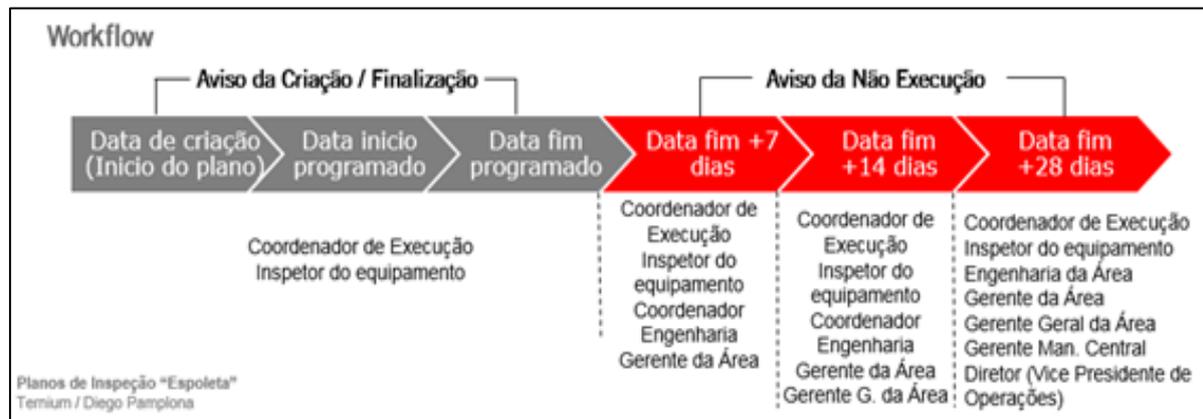


Figura 7. Workflow de plano de manutenção “Espoleta”

Como preparação para a realização do “Teste Espoleta” nos gasômetros de BFG e BOFG foi checado o cumprimento do plano de manutenção/calibração dos instrumentos da malha de proteção dos gasômetros (Tabela 1), visando garantir que todos os instrumentos estavam calibrados.

Tabela 1. Plano de manutenção/calibração dos instrumentos no SAP

Área	Denominação do loc. instalação	Local de instalação	PerfCa	Criticidade	Tipo de objeto
UTILIDADES	CHAVE LIMITE SEG PISTAO LSHH3111-A	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LSGFP1	MC026	A	CHAVE
UTILIDADES	CHAVE LIMITE SEG PISTAO LSHH3111-B	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LSGFP2	MC026	A	CHAVE
UTILIDADES	CHAVE LIMITE SEGURANCA PISTAO LSSL-3114	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LSGFP6	MC026	A	CHAVE
UTILIDADES	CHAVE NIVEL MAGNETICO WT-3106-001	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LTGFP1	MC026	A	CÉLULA CARGA
UTILIDADES	CHAVE NIVEL MAGNETICO WT-3107-001	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LTGFP2	MC026	A	CÉLULA CARGA
UTILIDADES	CHAVE MEDICAO NIV LASER LT-3108-A/B E C	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-LTGFP3	MC026	A	TRANSMISSOR
UTILIDADES	TRANSMISSOR DE PRESSAO PIT-3101	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-PTGFP1	MC112	A	TRANSMISSOR
UTILIDADES	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA TT-3102	CSA-DUT1-DBFG-GBFG-SCTR-TTGFP1	MC116	A	TRANSMISSOR
UTILIDADES	TRANSMISSOR DE ANALISE AT 3815	CSA-DUT1-DBOF-D112-SCTR-ATBOP8	MC006	A	ANALISADOR
UTILIDADES	TRANSMISSOR DE ANALISE AT 3815 B	CSA-DUT1-DBOF-D112-SCTR-ATBOP9	MC006	A	ANALISADOR
UTILIDADES	LIMITE SEGURANCA PISTAO LSHH3211-A	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-LSBOP1	MC128	C	SENSOR
UTILIDADES	LIMITE SEGURANCA PISTAO LSSL-3214	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-LSBOP6	MC128	C	SENSOR
UTILIDADES	NIVEL MAGNETICO WT-3207-001	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-LTBOP1	MC106	C	CÉLULA CARGA
UTILIDADES	NIVEL MAGNETICO WT-3206-001	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-LTBOP2	MC106	C	CÉLULA CARGA
UTILIDADES	MEDICAO DE NIVEL LASER LT-3208-A/B E C	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-LTBOP3	MC106	C	TRANSMISSOR
UTILIDADES	TRANS DE PRESSAO PIT-3201	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-PTBOP1	MC112	C	TRANSMISSOR
UTILIDADES	TRANS DE TEMPERATURA TT-3202	CSA-DUT1-DBOF-GBOF-SCTR-TTBOP1	MC116	C	TRANSMISSOR

## 2.3 Planejamento dos Testes Espoleta

Foram definidas quais proteções intrínsecas dos gasômetros de BFG e BOFG deveriam e poderiam ser testadas com segurança com base na análise da descrição funcional dos gasômetros e análise do processo no qual os mesmos estão conectados (Figuras 8 a 11).

### 2.3.1 Gasômetro de BFG

- 1) Chaves de nível alto alto (HH) e baixo baixo (LL) – sensor óptico
- 2) Detector fixo de monóxido de carbono (CO) – topo do gasômetro
- 3) Indicação de nível do pistão – célula de carga
- 4) Indicação de nível do pistão – sensores laser
- 5) Válvula de alívio de pressão – não incluída no escopo do teste
- 6) Detectores fixos de monóxido de carbono (CO) – interior do gasômetro
- 7) Indicação de pressão e temperatura do gás – transmissores
- 8) Válvula de entrada/saída do gasômetro – Two-lever valve (DN3600)

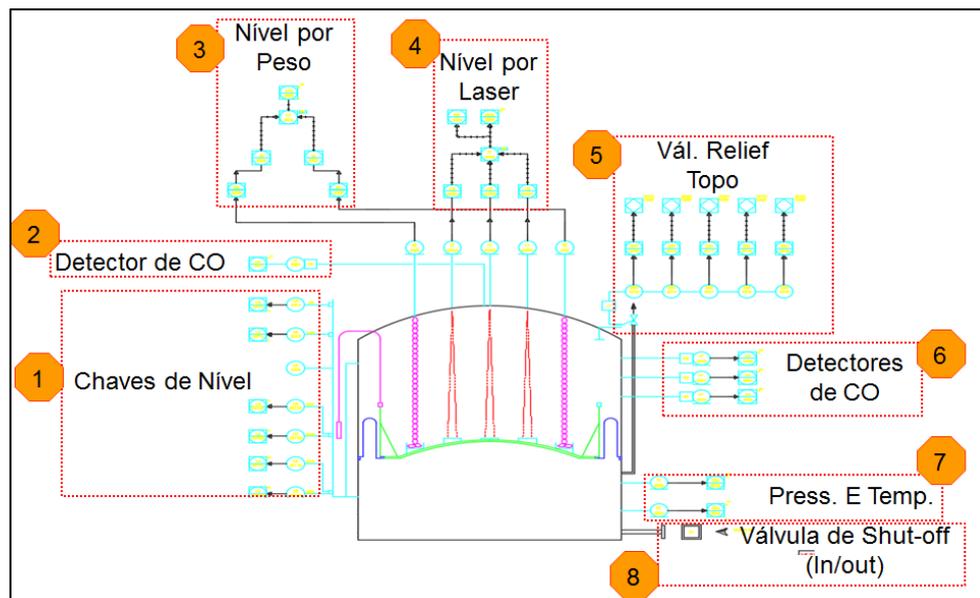


Figura 8. Diagrama simplificado das proteções do gasômetro de BFG

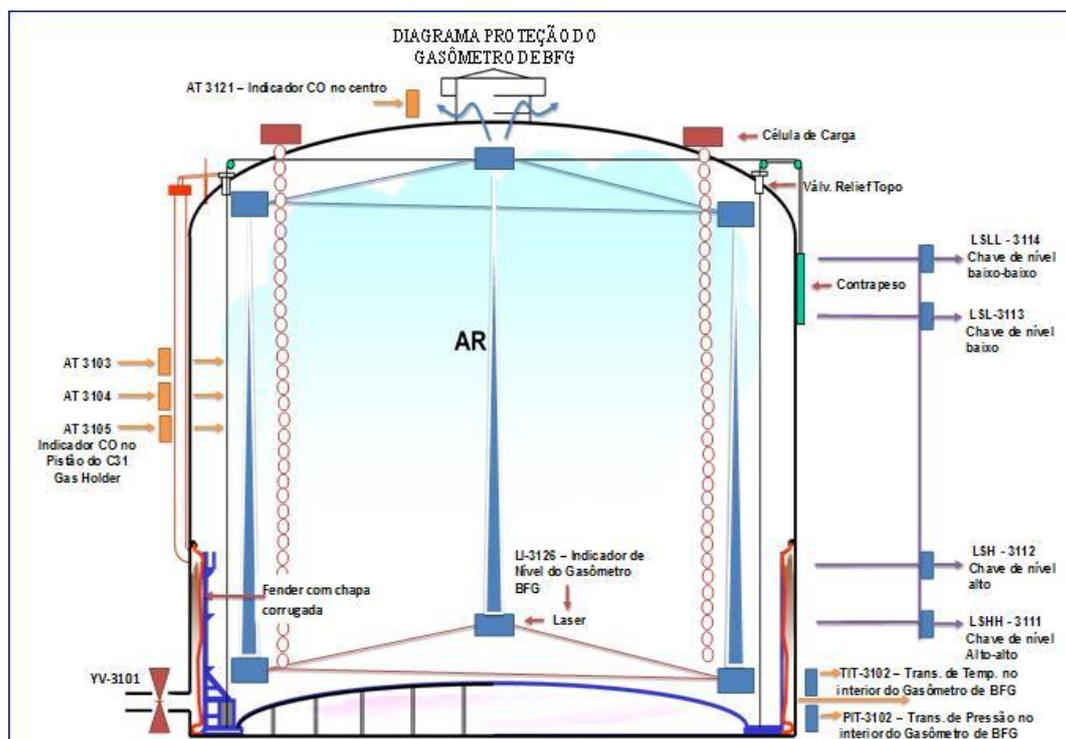


Figura 9. Diagrama com os Tags das proteções do gasômetro de BFG

### 2.3.2 Gasômetro de BOFG

- 1) Válvula de saída do gasômetro e by pass dos boosters – Two-lever valve (DN1500)
- 2) Chaves de nível alto alto (HH) e baixo baixo (LL) – sensor óptico
- 3) Detector fixo de monóxido de carbono (CO) – topo do gasômetro
- 4) Indicação de nível do pistão – célula de carga
- 5) Indicação de nível do pistão – sensores laser
- 6) Válvula de alívio de pressão – não incluída no escopo do teste
- 7) Detectores fixos de monóxido de carbono (CO) – interior do gasômetro
- 8) Indicação de pressão e temperatura do gás – transmissores
- 9) Válvula de entrada/saída do gasômetro – Two-lever valve (DN3600)
- 10) Analisador de % oxigênio na entrada do gasômetro – oxímetro UNION

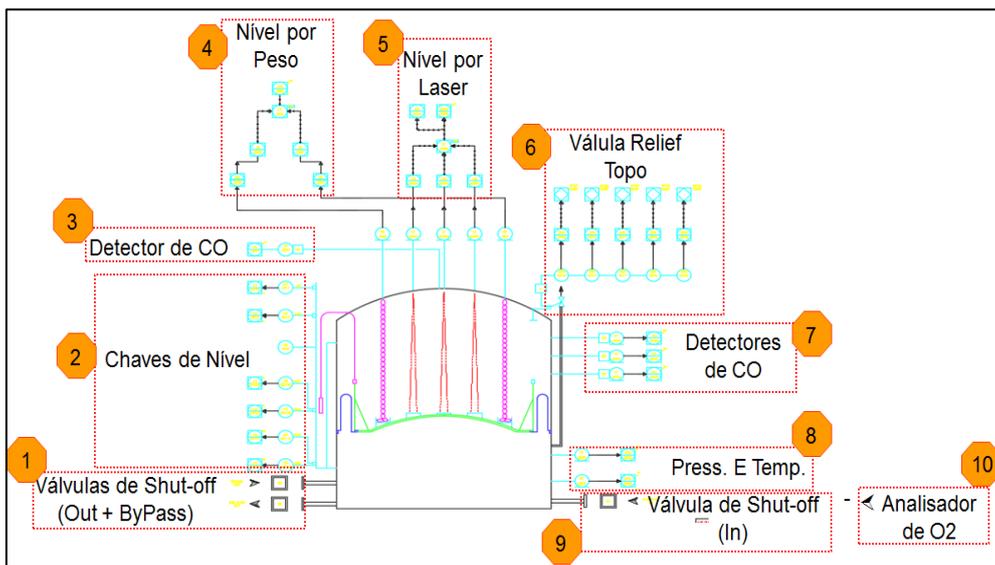


Figura 10. Diagrama simplificado das proteções do gasômetro de BOFG

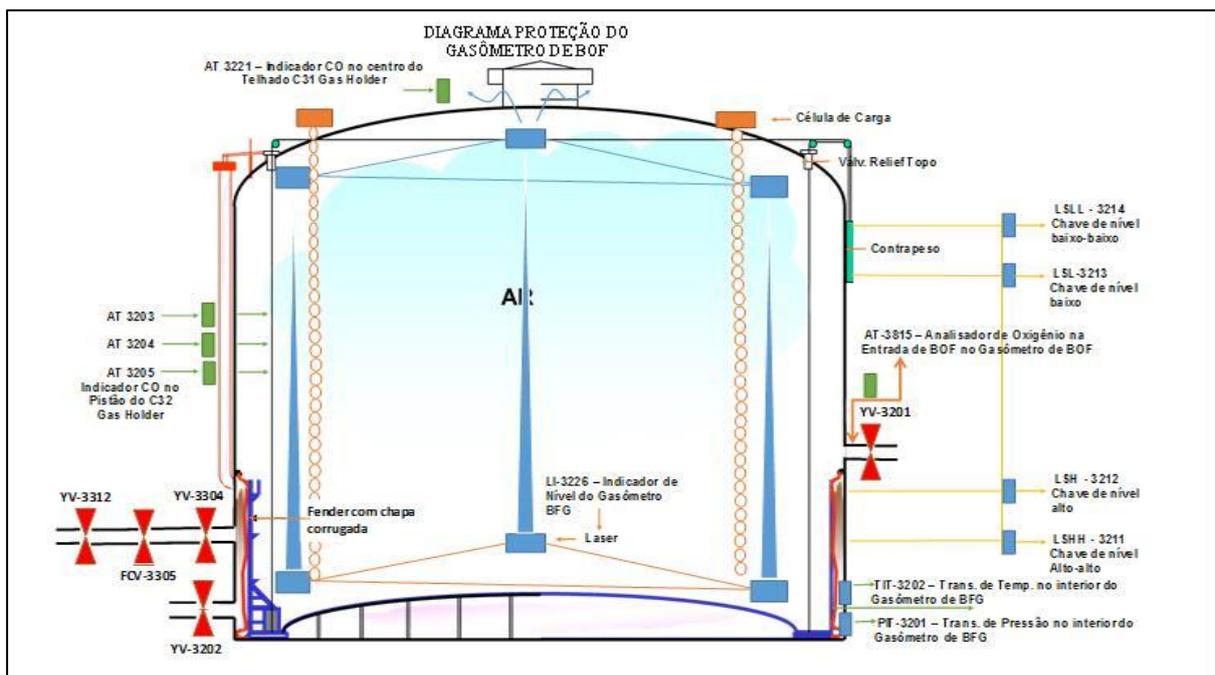


Figura 11. Diagrama com os Tags das proteções do gasômetro de BOFG

## 2.4 Planejamento e execução dos testes

Após definidas quais as proteções seriam testadas foram elaborados os planejamentos das atividades conforme documento técnico denominado “Planejamento de Manobras na Ternium BR” – Doc. ID. 2559 (rev1.03), visando detalhar o horário e responsabilidade pela execução de cada atividade do planejamento (Figura 12).

HORÁRIO	ETAPAS DAS MANOBRAS	EQUIPAMENTO	RESPONSÁVEIS	EXECUTANTE	RUBRICA
12/02/2019 08:00 as 08:20	Liberação de APRPT	GASÔMETRO DE BFG	Operador de distribuição de Utilidades		
<b>TESTE DE TRIP CHAVE DO CONTRA PESO LSSL - 3114</b>					
12/02/2019 10:00	Se posicionar próximo ao sensor de nível baixo-baixo LSSL-3114.	SENSOR CÉLULA DE CARGA LSSL-3114	Marcelino		
12/02/2019 10:00	Solicitar operação via rádio de comunicação o posicionamento do pistão do Gasômetro em aproximadamente 5% do seu nível.	SENSOR CÉLULA DE CARGA LSSL-3114	Marcelino		
12/02/2019 10:00	Abaixar lentamente o nível do Gasômetro em < que 5%	GASÔMETRO DE BFG	Gian		
Em todo o tempo	Monitorar a Pressão interna do Gasômetro em 130mbar	GASÔMETRO DE BFG	Gian		
12/02/2019 10:30	Verificar via rádio de comunicação se houve trip do Gasômetro por nível baixo-baixo.	SENSOR CÉLULA DE CARGA LSSL-3114	Marcelino		
<b>TESTE DE TRIP MEDIÇÃO DE NÍVEL LA SER LSSL - 3114</b>					
12/02/2019 10:30	Se posicionar próximo ao sensor LSSL-3114 e inibir o sinal do mesmo.	SENSOR LASER LSSL-3114	Marcelino		
12/02/2019 10:30	Solicitar operação o posicionamento do Gasômetro próximo a 5% de nível.	SENSOR LASER LSSL-3114	Marcelino		
12/02/2019 10:30	Abaixar lentamente o nível do Gasômetro em < que 5%	GASÔMETRO DE BFG	Gian		
Em todo o tempo	Monitorar a Pressão interna do Gasômetro em 130mbar	GASÔMETRO DE BFG	Gian		
12/02/2019 11:00	Verificar via rádio de comunicação se houve trip do Gasômetro por nível baixo-baixo.	SENSOR LASER LSSL-3114	Marcelino		

Figura 12. Exemplo do planejamento de manobras do gasômetro de BFG

## 3 RESULTADOS

Foram realizados os testes das proteções dos gasômetros nas seguintes datas:

- Gasômetro de BOFG realizado em 07/11/2018.
- Gasômetro de BFG realizado em 29/01/2019 e 12/02/2019.

Obs.: O teste no gasômetro de BFG foi realizado em duas datas devido não ter sido possível realizar concluir o teste de proteção por nível baixo baixo (LL) no dia 29/01 em função de alteração no processo de distribuição de BFG.

### 3.1 Exemplos dos testes realizados nas proteções dos gasômetros

#### 3.1.1 Teste de atuação da proteção por alta % O<sub>2</sub> na entrada do gasômetro

- Instrumento: Analisador de oxigênio AT-3815.

Atividade realizada no campo: Injetado no analisador um gás padrão com concentração acima de 2,0% de oxigênio em sua composição e verificado o fechamento imediato da válvula entrada do Gasômetro (Figura 13).

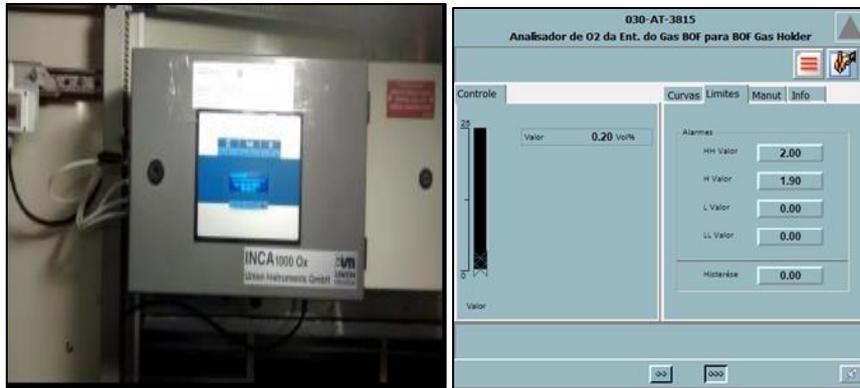


Figura 13. Aplicação de gás padrão no analisador de O<sub>2</sub> (AT-3815)

Atividade realizada no centro de controle: Feito acompanhamento pela equipe de operação na indicação de temperatura no gráfico de tendência e indicação na lista de alarmes da atuação da proteção com fechamento das válvulas (Figuras 14 e 15).

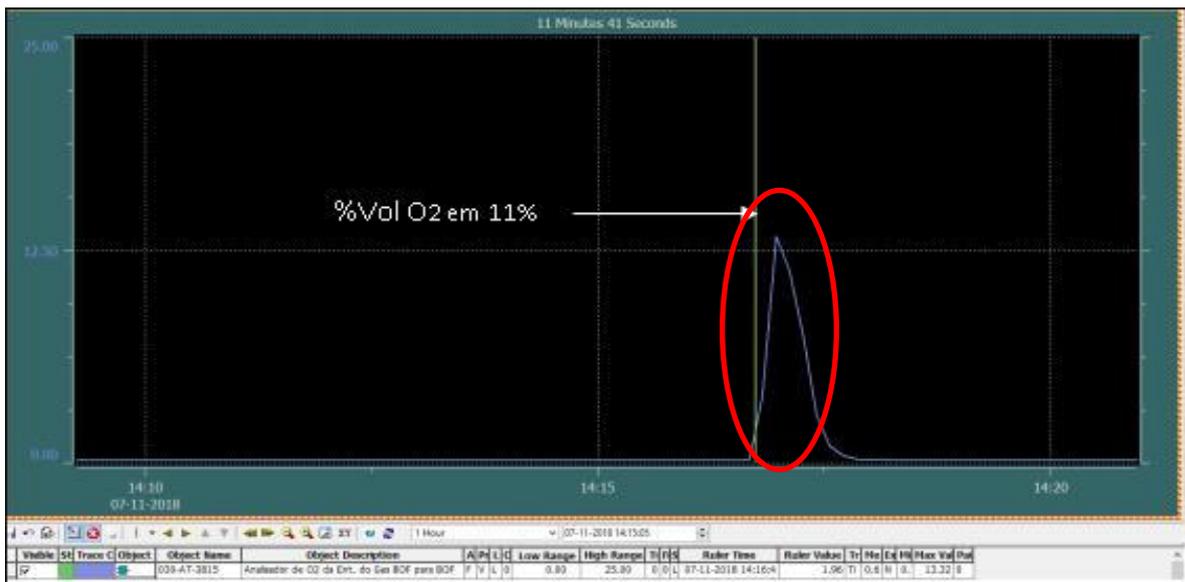


Figura 14. Indicação de %O<sub>2</sub> alta no gráfico de tendência

Prio	AlarmCh	EventTime	ObjectName	ObjectDescription	Condition	SubCondition	Message
1		18-11-07 14:24:22:058	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 14:17:01:564	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 14:16:53:564	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			AT3815HH/TG202HH/O2C1Aci
1		18-11-07 14:06:52:573	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 14:05:50:074	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 14:05:42:574	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			PK3201 Muito Alto/Muito Baixo
1		18-11-07 14:03:51:076	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 13:57:10:582	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			PK3201 Muito Alto/Muito Baixo
1		18-11-07 13:56:29:083	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 13:56:21:083	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			PK3201 Muito Alto/Muito Baixo
1		18-11-07 13:51:08:587	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 13:49:32:589	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 13:49:24:589	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			PK3201 Muito Alto/Muito Baixo
1		18-11-07 13:34:40:602	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 09:15:59:332	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			AT3815HH/TG202HH/O2C1Aci
1		18-11-07 08:32:08:369	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF			Válvula Fechada

Figura 15. Indicação na lista de alarmes de % O<sub>2</sub> alta alta

### 3.1.2 Teste de atuação da proteção por pressão alta alta (HH) do gás

- Instrumento: Transmissor de pressão PIT-3201.

Atividade realizada: Com o gerador de sinais portátil Fluke, foi aplicado o sinal de referência <10mbar e >25mbar e foi verificado que as válvulas YV-3201, YV-3202 e YV-3304 foram fechadas imediatamente após a indicação de pressão <10mbar (PSLL) e >25mbar (PSHH) do gás no interior do Gasômetro de BOFG (Figura 16).



Figura 16. Aplicação de sinal no transmissor de pressão PIT-3201

Atividade realizada no centro de controle: Feito acompanhamento pela equipe de operação na indicação de pressão no gráfico de tendência e indicação na lista de alarmes da atuação da proteção com fechamento das válvulas (Figuras 17 e 18).



Figura 17. Indicação de pressão baixa baixa e alta alta no gráfico de tendência

18-11-07 14:05:42:574	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 14:03:51:076	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 13:57:10:582	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 13:56:29:083	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	YV-3201
18-11-07 13:56:21:083	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 13:51:08:587	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 13:49:32:589	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 13:49:24:589	030-YV-3201	Entrada Gasômetro BOF	
18-11-07 14:05:42:574	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 14:03:44:576	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:57:10:582	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:56:29:083	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	YV-3202
18-11-07 13:56:21:083	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:51:01:587	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:49:29:589	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:49:24:589	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 13:30:33:606	030-YV-3202	Saída Gasômetro BOF	
18-11-07 14:05:43:074	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 14:03:52:076	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:57:11:082	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:56:28:083	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	YV-3304
18-11-07 13:56:22:583	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:56:21:583	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:51:04:088	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:49:31:589	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:49:26:089	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	
18-11-07 13:49:25:089	030-YV-3304	By-pass BOF (antes de FV3305)	

Figura 18. Indicação na lista de alarmes de pressão alta alta

### 3.1.3 Teste de atuação da proteção por nível do pistão baixo baixo (LL)

- Instrumento: Sensor óptico de posição LSLL-3214.

Atividades realizadas no campo e centro de controle: Redução do nível do gasômetro de BOFG até 5%, sendo verificado a não atuação do sensor óptico de nível LSLL-3214. Logo a seguir, realizada a redução até 4,2% quando ocorreu a atuação do sensor de nível óptico (LSLL-3214) e verificado o fechamento imediato das válvulas YV-3201, YV-3202 e YV-3304 com indicação no centro de controle (Figura 19 a 21).



Figura 19. Visão dos sensores ópticos de nível LL e HH do pistão

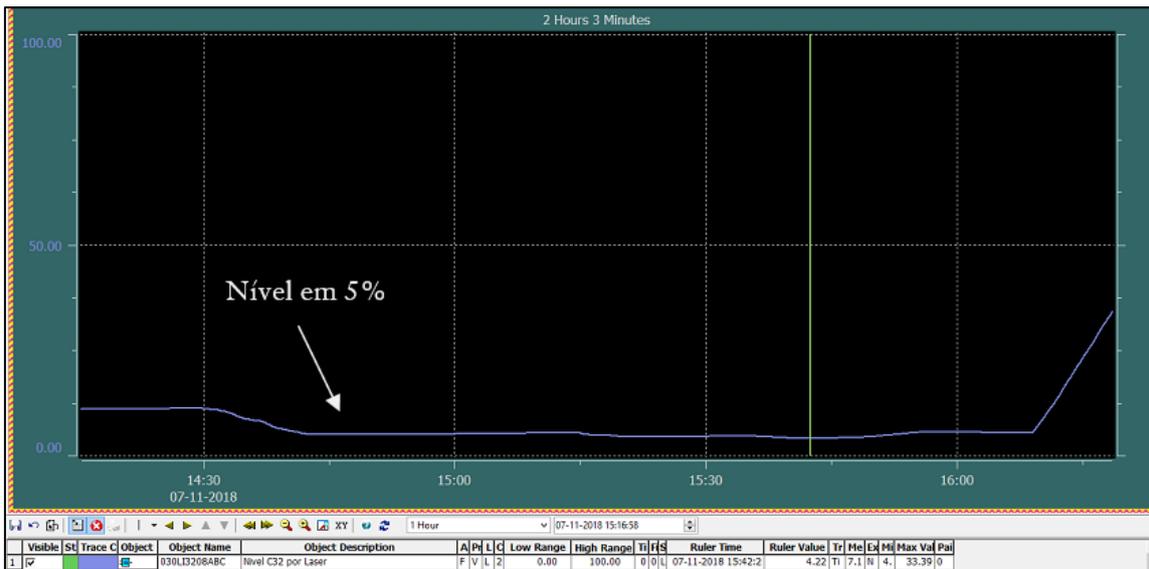


Figura 20. Indicação do nível do pistão do gasômetro durante testes de nível LL

Prio	AlarmCh	EventTime	ObjectName	ObjectDescription	Condition	SubCondition	Message
1		18-11-07 15:56:38:975	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 15:39:58:990	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 15:39:51:990	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 15:23:20:504	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 15:20:21:007	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 15:20:16:008	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:54:39:530	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 14:50:56:534	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 14:50:51:534	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:50:47:033	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 14:46:38:037	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:46:35:037	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:46:33:037	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:46:29:037	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:46:24:537	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:42:43:041	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 14:42:38:041	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			LSLL3214 ou LI3226LL Gasômetro BOFG
1		18-11-07 14:06:42:074	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 14:05:47:074	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 14:05:42:574	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			PI3201 HH/LL ou Clearance
1		18-11-07 14:03:44:576	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 13:57:10:582	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			PI3201 HH/LL ou Clearance
1		18-11-07 13:56:25:583	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 13:56:21:083	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			PI3201 HH/LL ou Clearance
1		18-11-07 13:51:01:587	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta
1		18-11-07 13:49:29:589	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Fechada
1		18-11-07 13:49:24:589	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			PI3201 HH/LL ou Clearance
1		18-11-07 13:30:33:606	030-YV-3202	Saida Gasômetro BOF			Válvula Aberta

Figura 21. Indicação do nível do pistão do gasômetro durante testes de nível LL

## 4 DISCUSSÃO

Durante a elaboração do relatório dos Testes Espoleta dos gasômetros foram discutidos os resultados obtidos com relação aos descritivos funcionais do sistema de distribuição de gás, dentre as quais mencionamos abaixo:

- Os testes de proteção com intertravamento para retirar os gasômetros de operação por medição do nível a laser e célula de carga, medição de pressão e temperatura do gás e concentração de oxigênio atuaram conforme especificado.
- Observada uma diferença de aproximadamente -0,8% de atuação da proteção do nível do pistão a laser (ajustada para 5%) para o sensor óptico de nível mínimo do gasômetro de BOFG. Com isso a atuação pelo sensor de nível óptico (LSLL-3214) está ocorrendo no nível 4,2%, o que está correto pois esta proteção é uma redundância da indicação de nível a laser e célula de carga, devendo atuar somente no caso de falha destas.
- Definido pelo grupo de trabalho que os testes nas válvulas de alívio de pressão serão executadas durante inspeção de 5 anos dos gasômetros, prevista ser executada no 1º semestre de 2020, com base no teste recomendado pelo fabricante denominado “Standard Drop Test” (teste de capacidade de alívio de pressão/vazão).

## 5 CONCLUSÃO

Ao final dos testes de Espoleta dos gasômetros, concluímos que as proteções intrínsecas estão de acordo com o estabelecido na documentação do fabricante estando em uma condição de operação segura.

## Agradecimentos

Agradecemos aos Coordenadores de Operação & Manutenção, aos técnicos e operadores da área de Distribuição de Energia e Utilidades da Ternium BR, pela contribuição técnica para garantir a execução das atividades dos testes.

Agradecemos também ao Sr. Adner Lorencini (DuPont) pela consultoria técnica na Análise de Risco de Processo (ARP) dos gasômetros de BFG e BOFG, em conjunto com os profissionais da Ternium BR.

## REFERÊNCIAS

- 1 Manual de Operação do Sistema de Gás – Documento S18\_CM2\_091201\_GHM\_OpMan BOP2\_0004\_Rev B
- 2 Desenho P&ID do Gas System – Documento CM2\_P2\_C30\_PID\_S18\_0001\_001\_O
- 3 Descrição funcional do gasômetro de BOFG – Documento CM2\_P2\_C32\_PID\_S18\_0001\_001
- 4 Descrição funcional do gasômetro de BFG – Documento CM2\_P2\_C31\_PID\_S18\_0001\_001