

RESUMO:

Este trabalho foi realizado com o objetivo de gerir com mais confiabilidade os módulos de operação das válvulas de segurança, bem como estabelecer seus limites operacionais, de modo a disponibilizar à equipe de confiabilidade e Engenharia de Processo um maior controle no funcionamento das válvulas de segurança, possibilitando elevar tecnicamente o nível de análise de deterioração e diagnósticos das falhas que porventura venham ocorrer. Para o cumprimento de tal desafio foi desenvolvido um painel de bordo - composto por localização das válvulas e Tag dos Instrumentos de Pressão de Referência - para monitoramento remoto com base nos limites estabelecidos pelo ASME VIII e API 520 quanto a Leak test, Set Pressure e Overpressure.

1. IDEIAS INCORPORADAS

1.1 Situação anterior às inovações

A Braskem Duque de Caxias possui por volta de 1150 válvulas de segurança com pressões de operação variadas. Estas válvulas são indispensáveis para continuidade operacional das unidades operacionais da Braskem, contribuindo para a proteção dos equipamentos críticos como fornos, caldeiras, compressores, tanques, tubulações, etc.

Originalmente, para o cumprimento do plano de manutenção preventiva, são realizadas inspeções programadas como o teste de recepção; exame visual interno; ajustes e usinagem quando requerido; regulação da pressão; ensaio de vedação; ensaio de fole (se a válvula for balanceada).

O teste de recepção determina se a válvula encontra-se adequada operacionalmente enquanto instalada, pois simula seu real funcionamento em campo. Historicamente vinham ocorrendo sistematicamente reprovações em testes de recepção trazendo a motivação para estudos de melhorias.

1.2 Ideias e ações incorporadas

O foco do presente trabalho foi realizar estudos para identificação da causa raiz das recorrentes reprovações em testes de recepção das válvulas de segurança, mantendo a segurança do equipamento dentro dos padrões aceitáveis e permitidos dentro das normas nacionais e internacionais de operação das mesmas.

1.3 Origem do Conhecimento

Para este trabalho foram realizados estudos pela estagiária Milena Castro em parceria com o Inspetor Wallace Silva através de seus conhecimentos técnicos e experiência. Além dos conhecimentos técnicos foram utilizados os seguintes recursos:

Recursos Internos:

- Instrução de Trabalho IT 5030-00005 Inspeção de Válvulas de Segurança ou Alívio e disco de ruptura.

- Data Sheets
- P&ID

Recursos Externos:

- NR-13
- Guia de Inspeção: Válvulas de Segurança e Alívio (IBP)
- API 520 Parte I
- API 520 Parte II
- ASME VIII

2. Metodologia

2.1 Descrição

Para início de investigação foram levantadas análises através da metodologia “Análise de Causa Raiz”, também conhecida como RCA. Análise de Causa Raiz é um processo utilizado para descobrir porque as falhas acontecem, ou porque a performance não é adequada, identificando quais medidas devem ser tomadas para que o desempenho desejado seja atingido.

Os benefícios obtidos a partir do RCA foram:

- Identificação das causas do problema;
- As causas puderam ser analisadas quanto ao grau de importância;
- Construção de um histórico de falhas;
- Problemas recorrentes puderam ser evitados;
- Bases para alinhamento de boas práticas com a operação;

O foco da análise foi constituído pela PSV:

- 5-PSV-8003-60

A análise está ilustrada nas figuras a seguir:

DATA E HORÁRIO DA FALHA		DESCRIÇÃO	
//_/_ _h_ m		PSV utilizada para manutenção preventiva	
CUSTO APROXIMADO DA MANUTENÇÃO		e encontrada com os eixos danados	
R\$ 11.000,00		mecânicos	

5 Por Quês*				
1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
Bocal, disco, suporte de disco, anel de regulação, peça e parafusos encontrados com danos, tuos sucessivos	abertura indevida em operação acionando resíduos sobre a face de assentamento do disco e bocal	excesso de pressão na linha de entrada provocando aberturas constantes	pressão próxima à pressão de ajuste	

* Considerar dados de projeto

CAUSA RAIZ	Alto ciclo provocando abrasão nos interiores devido operação fora dos parâmetros
------------	--

Figura 1 – Análise de Causa Raiz da 5-PSV-8003-60

Identificação

Registro de Inspeção: INSP-1337179
 Local de Instalação: RJ26-S-PSV-8003-60 - VALVULA-DE-SEGURANÇA-S-PSV-8003-60.
 Equipamento: 00000000010915772
 Local de Instalação PA: RJ08-S-Y-8005

Informações da Inspeção

Tipo do Evento: PREVENTIVA Exame: Interno
 Tipo de Inspeção: HIST. MANUTENÇÃO
 Data de Início: 07/01/2019 Data de Encerramento: 07/01/2019
 Evento de Inspeção: Inspeção visual interna, manutenção e calibração em bancada

Exames e Testes Aplicados

Realizado os testes de abertura e fechamento na pressão de Set, estanqueidade e n° de bolhas

Sumário da Inspeção

Válvula removida por está dando passagem. Executado inspeção visual interna, manutenção e calibração em bancada.

Condições de Abertura/Iniciais

Realizado inspeção visual dos componentes externos e constatado que a válvula encontra-se em boas condições físicas e o lacre encontra-se íntegro. Durante o teste de recepção a válvula apresentou vazamento constante. Após a desmontagem da válvula foi observado severos danos no bocal, disco, haste, suporte do disco, anel de regulagem do bocal, porca da haste e parafuso trava do anel.

Detalhes da Inspeção

Internos

Realizada inspeção nos componentes internos da válvula de segurança, bocal, disco, haste, suporte do disco, anel de regulagem do bocal, porca da haste e parafuso trava do anel e ficou constatado desgastes que comprometiam o funcionamento da mesma.

Mecanismo de Dano: Abrasão

Melo: Alto Ciclo

Forma: Danos Mecânicos

Descrição da Ação Tomada:

Devido ao número alto de intervenções para tornar a válvula operacional, recomenda-se:

Substituição por uma válvula nova conforme datasheet.

Número da Recomendação: 29236242

Dimensional do Bocal

Conforme certificado SGS 3655/2019

Dimensional do Disco

Conforme certificado SGS 3655/2019

Nº. Registro: INSP-1337179

JAIR RIBEIRO OLIVEIRA
 Tec. de inspeção de equipamentos
 CREA-BA 81048

Ricardo José de Castro Pedro

Engº Mecânico
 CREA-BA Nº 1063104626

Página: 1 de 3

Figura 2 – Relatório de Inspeção utilizado para RCA

Exibir nota PM: Nota de inspeção

Em processo novamte.

Nota: 92000126209 Z2 Substituir válvula de segurança

Status da nota: MSEN ORDA NRIN

Ordem: 92858661

Inspeção Avaria, parada Dados de localização Síntese de datas

Objeto de referência

Loc. instalação: RJ08-5-PSV-8003-60 VALV-SEGURANÇA DO COMPRESSOR 5-K-8003

Equipamento: 10915772 VALVSEG.

Conjunto:

Responsabilidades

Grp.plnj.PM: PE / RJ08 MAN. POLIETILENO

CenTrab respon.: R08SUCAP / RJ08 SUPERVISÃO CALDEIRARIA PE

Notificador: JAIRRI01 Data da nota: 22.01.2019 14:14:21

Situação

Codificação:

Descrição: Substituir válvula de segurança

Devido ao número alto de intervenções para tornar a válvula operacional, recomenda-se:

Substituição por uma válvula nova conforme datasheet.

Datas-base

Início desejado: 23.01.2019 14:14:21 Prioridade: 4-Normal

Concl.desejada: 22.10.2019 14:14:21 ☐ Falha

Dados usuário

Probabilidade: 3 Severidade: 3 REWS: 9

Figura 3 – Nota de inspeção para substituição da Válvula

Após a Análise do RCA acima foi descrita a seguinte sequência do trabalho:

- Estudo Técnico das Válvulas de Segurança para operação ideal e mecanismos de danos
- Desenvolvimento da metodologia de acompanhamento online com base no API520 e ASMEVIII d.1 A. m-10.

2.2 Bases Técnicas

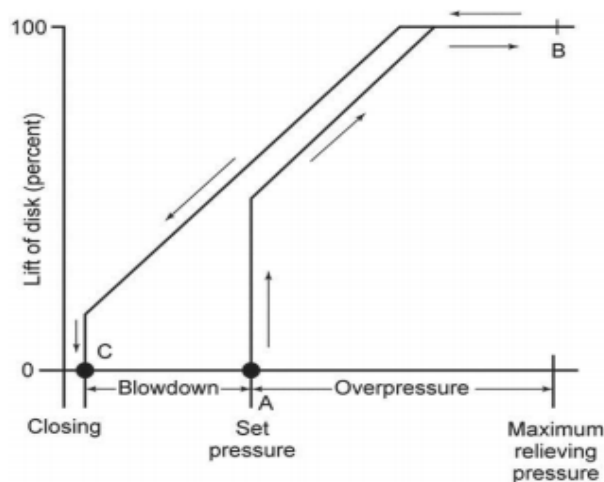


Figure 6—Typical Relationship Between Lift of Disk in a PRV and Vessel Pressure

Figura 3 – Relação entre abertura do disco e pressão

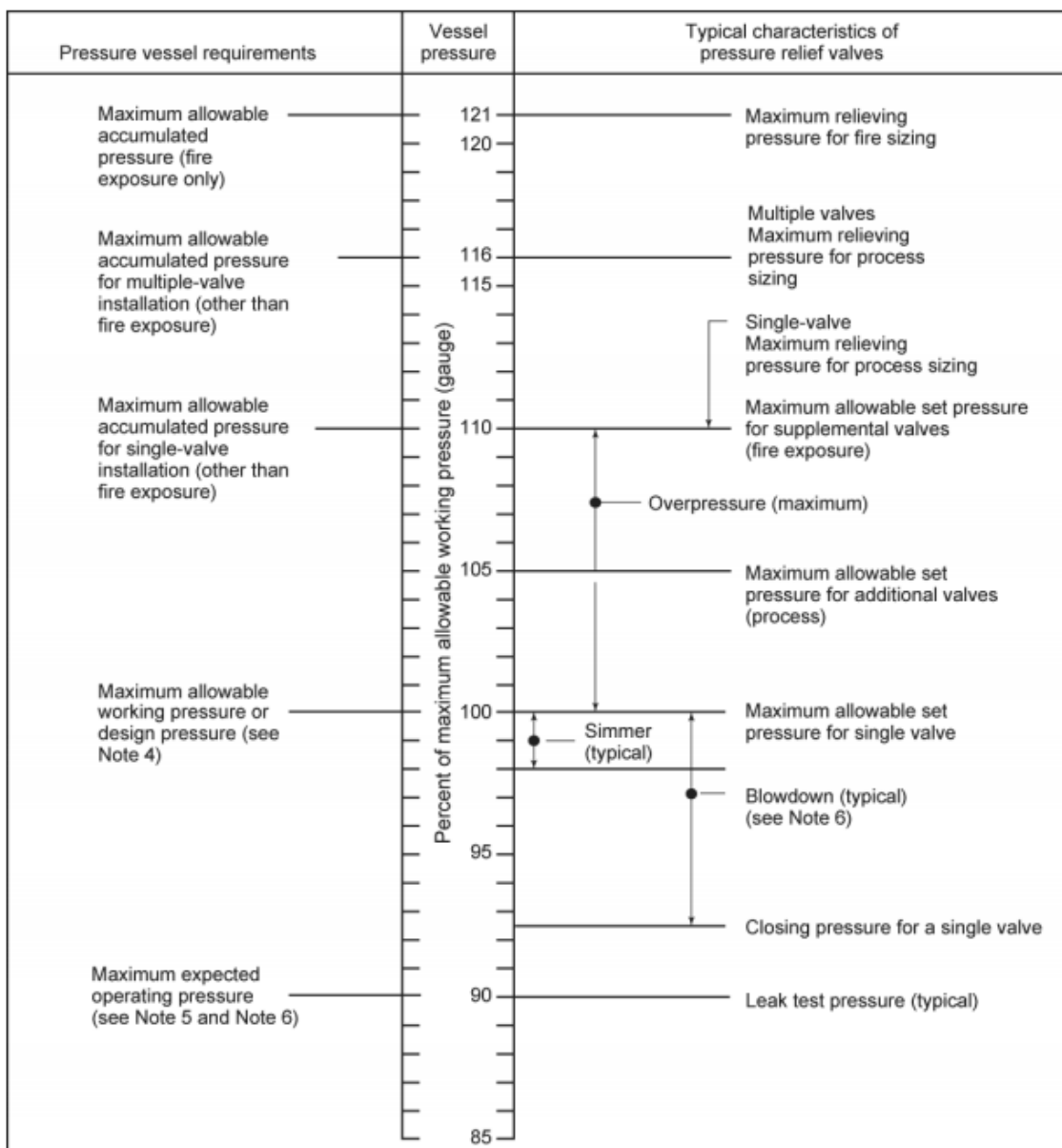


Figura 4 – Régua de abertura das válvulas de segurança conforme o API 520 Parte I.

M-10 PRESSURE DIFFERENTIALS FOR PRESSURE RELIEF VALVES

Due to the variety of service conditions and the various designs of safety and safety relief valves, only general guidance can be given regarding the differential between the set pressure of the valve (see UG-134) and the operating pressure of the vessel. Operating difficulty will be minimized by providing an adequate differential for the application. The following is general advisory information on the characteristics of the intended service and of the safety or safety relief valves that may bear on the proper pressure differential selection for a given application. These considerations should be reviewed early in the system design since they may dictate the MAWP of the system.

A minimum difference of 5 psi (35 kPa) is recommended for set pressures to 70 psi (485 kPa). In this category, the set pressure tolerance is ± 2 psi (± 13.8 kPa) [UG-134(d)(1)], and the differential to the leak test pressure is 10% or 5 psi (35 kPa), whichever is greater.

A minimum differential of 10% is recommended for set pressures from 71 psi to 1,000 psi (490 kPa to 6.9 MPa). In this category, the set pressure tolerance is $\pm 3\%$ and the differential to the leak test pressure is 10%.

A minimum differential of 7% is recommended for set pressures above 1,000 psi (6.9 MPa). In this category, the set pressure tolerance is $\pm 3\%$ and the differential to the leak test pressure should be 5%. Valves having small seat sizes will require additional maintenance when the pressure differential approaches these recommendations.

Figura 5 e 6 – Referência ao ASME VII Apêndice I Divisão M-10

7.1.3 PRV Chatter

Chattering is where the PRV opens and closes at a very high frequency (on the order of the natural frequency of the valve's spring/mass system). Spring loaded PRVs are spring/mass devices and consequently are susceptible to dynamic interaction with the system. The primary concern is loss of containment (loosening of flange bolts or failure of piping components due to fatigue) caused by pressure pulsation or impact loading from rapid hammering of the valve disk onto the valve seat. Chattering may lead to significantly reduced PRV flow capacity. As a secondary effect, the chattering can cause valve seat damage and mechanical failure of valve internals (galling and bellows failure). Spring loaded PRVs and pop-action pilot valves can experience chatter (modulating pilot-operated or remote sensing pop-action pilot PRVs are less likely to chatter).

The damaging forces on piping associated with fluid pressure and velocity changes associated with chatter are much more severe in liquid service as compared to vapor service due to the higher densities associated with liquids. This is supported by analysis that shows that the pressure change as a result of fluid acceleration is typically small in inlet piping applications in vapor service^[16]. This is also supported by operating experience^[19], which shows that loss of containment incidents due to chatter are primarily in liquid service.

Figura 7 – Referência ao API 520 Parte II

Analisando as Normas consultadas chegou-se às seguintes conclusões:

- O chattering é onde a PSV fecha e abre em alta frequência, sendo a consequência da operação próximo ao set de abertura. A principal preocupação é a perda de contenção causada pelo constante vazamento motivo da trepidação na sede da válvula convergindo para falha mecânica.
- (Explicar a faixa de operação para válvulas deste tipo)
- Todo conjunto de acontecimentos contribuem também para a abrasão dos internos, acelerando o desgaste.

3. Estimativa de Custos

Em uma análise estimativa o número de válvulas que obtiveram manutenções corretivas entre 2016 a 2019 foram aproximadamente 470, sendo uma média de 157 válvulas por ano.

Aproximando valores de sobressalentes de válvulas convencionais e supondo que 40% das válvulas tiveram bocal e disco substituídos e 10% tiveram molas trocadas, levando em conta a probabilidade dos fatos temos os seguintes valores:

Bocal	Disco	Mola
R\$13.040,05	R\$7.296,81	R\$11.499,88

Custos Aproximados Com Sobressalentes	
Bocal	R\$2.451.529,40
Disco	R\$1.371.800,28
Mola	R\$540.453,00
Total	R\$4.363.782,68

Sendo uma média anual de **R\$1.454.594,23** gastos com sobressalentes comprometidos por chattering.

3.1 Metas:

Com a nova estratégia de melhoria através monitoramento e controle por parte da inspeção e operação respectivamente, objetivamos reduzir os custos com sobressalentes. Desta forma, também evitando a substituição de válvulas por conta de número de intervenções.

4. Projeto em Plano

Em virtude das análises realizadas mostrou-se necessário a elaboração de um painel para acompanhamento da operação no dia-a-dia. Através da interpretação de dados, utilizando o PI System e sua inteligência operacional, o Painel de Bordo foi desenvolvido objetivando um maior controle cooperando para o aumento da confiabilidade.

O desenvolvimento foi planejado nos seguintes passos:

- Levantamento de Válvulas com base no histórico de manutenção e presença de mecanismos de danos relacionados a aberturas indevidas;
- Escolha de instrumentos através do P&ID quanto à proximidade para com as válvulas em questão;
- Validação dos instrumentos acima no campo;
- Criação de tela Multi-State-Symbol no PI com 90%, 100% e Over Pressure de acordo com o Data Sheet das válvulas;
- Criação de programação para reter os alarmes do Multi-State-Symbol;
- Redução do Scan dos instrumentos para o mínimo de tempo possível (apoio da automação);

4.1 Telas:



MONITORAMENTO PSV's - OSBL UTILIDADES (Caldeira)						
LOCALIZAÇÃO	TAG	Instrumento de Referência	90%	100%	Over pressure	
TUBULÃO CALDEIRA A	1-PSV-9401	45,1812 kgf/cm2g	47,25	52,50	68,25	LEGENDA  DENTRO DOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS  FORA DOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS <input type="button" value="RESET DOS ALARMES"/> <input type="button" value="Habilita Gráfico"/>
TUBULÃO CALDEIRA A	1-PSV-9402	45,1812 kgf/cm2g	45,27	50,30	65,39	
SUPERAQUECEDOR A	1-PSV-9403	42,644 kgcm2g	41,31	45,90	59,67	
TROCADOR 1-PA-1204BEA1 (B)	1-PSV-9638	1,50577 kgcm2g	2,25	2,5	3,125	
TUBULÃO CALDEIRA B	1-PSV-9421	45,6023 kgcm2g	47,25	52,5	68,25	
TUBULÃO CALDEIRA B	1-PSV-9422	45,6023 kgcm2g	42,27	50,3	65,39	
SUPERAQUECEDOR B	1-PSV-9423	42,7222 kgcm2g	41,31	45,9	59,67	
GG CALDEIRA A	1-PSV-9612	1,86711 kgcm2g	1,89	2,1		
FG CALDEIRA A	1-PSV-9613	1,46711 kgcm2g	1,53	1,7		

Figura 8 – Tela OSBL Utilidades (caldeira)



MONITORAMENTO PSV's - OSBL						
LOCALIZAÇÃO	TAG	Instrumento de Referência	90%	100%	Over pressure	
Segurança e Alívio do 3-FA-1704	3-PSV-9316	2,10995 kgcm2g	6,3	7,0	8,47	LEGENDA  DENTRO DOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS  FORA DOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS <input type="button" value="RESET DOS ALARMES"/> <input type="button" value="Habilita Gráfico"/>
Segurança e Alívio Extração do 1-GB-201	1-PSV-2607	42,7106 kg/cm2g	43,74	48,60	53,46	
Segurança e Alívio Extração do 1-GB-201	1-PSV-2608	42,7106 kg/cm2g	41,76	46,40	53,82	
Segurança e Alívio Extração do 1-GB-201	1-PSV-2609	42,7106 kg/cm2g	43,74	48,60	53,46	
Segurança e Alívio Extração do 1-GB-201	1-PSV-2022	30,8881 kgcm2g	29,7	33,0		

Figura 9 – Tela OBSL Bomba e Compressor

4.2 Conclusões:

- As válvulas de segurança possuem uma faixa para operação ideal, podendo ser considerada como uma janela de integridade. Há uma janela de integridade específica em relação aos diferenciais de pressão de operação e set de abertura. A maioria das nossas válvulas, se enquadram no set de abertura entre 4,99 Kgf/cm² a 70,307 Kgf/cm², neste caso espera-se que as válvulas acompanhem a régua do API520 quanto a pressão de operação e Leak Test (90% do set da válvula).
- O Chatter é considerado o maior mecanismo de dano em Válvulas de segurança, sendo ele responsável pela abrasão dos componentes convergindo para falhas mecânicas. Sendo associado também às perdas de contenção devido ao constante “batimento”, o que pode causar falhas irreversíveis quanto ao bloqueio em aberto causando constante vazamento, ou fechado, neste caso, impossibilitando sua abertura.
- As aberturas indevidas em operação podem arrastar resíduos comuns de processo (óxido de ferro, polímeros, fluidos em geral), comprometendo também o funcionamento das mesmas.

4.3 Benefícios Esperados:

- Ajuste de operação para que nenhuma válvula opere fora de sua janela de integridade.
- Redução de Válvulas retiradas para manutenção corretiva;
- Redução de reprovação em testes de bancada na manutenção preventiva;
- Ação imediata mediante aos possíveis alarmes
- Aumento da confiabilidade dos equipamentos protegidos.

5. Áreas de Aplicação:

Como próximos passos estão:

- Viabilizar acesso e a visualização para todos do SPIE;
- Imputar todas as válvulas possíveis que possuam histórico de manutenção entre planos que possuam abertura abaixo do Set, passagem e reprovadas no teste de recepção;
- Criar procedimento para monitoramento, análise gráfica e inspeção de campo das válvulas que apresentarem alarme de abertura;
- Indicar para a instrumentação novas melhorias quanto a possibilidade de instalação de novos transmissores de pressão no campo;

Este método de monitoramento pode ser desenvolvido em qualquer planta que necessitar de aumento da confiabilidade de suas válvulas de segurança.

6. Contatos:

Wallace Cristiano A. Silva	Técnico de Inspeção	wallace.silva@braskem.com
Milena Cristina Castro	Estagiária Técnica Mecânica	Milena.castro@braskem.com