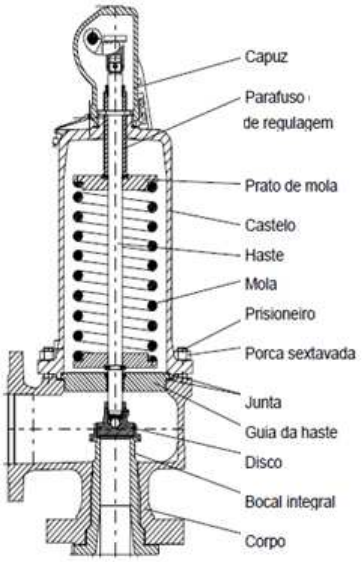
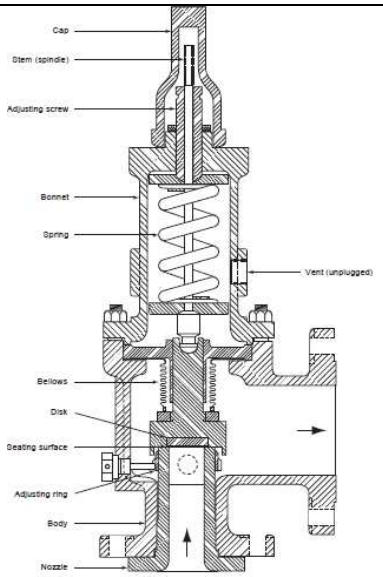
Causas mais prováveis de problemas com o desempenho de PSV-Válvula de Alívio e Segurança ***Fonte: API STD 576 - Inspection of Pressure-relieving Devices***		
Motivo ou causa do problema ou falha	**Falha e solução**	
Erro de seleção do tipo de PSV	Contrapressão excessiva, adotar a seguinte regra:	
	PSV Convencional	Contrapressão ≤ 10% da Pressão de ajuste
	PSV Fole balanceado	Contrapressão > 10% e ≤ 50% da Pressão de ajuste
	PSV Piloto operada	Contrapressão > 50% da Pressão de ajuste
Falhas no processo de fabricação do corpo	Defeitos de fundição: poros, trincas. Há casos de falhas no processo de fabricação do corpo, por ex. problemas de fabricação (fundição/forjamento). Complementar as especificações técnicas para aquisição de PSV com requisitos de inspeção de fabricação: radiografia ou ultrassom.	
Configuração errada das linhas à montante e à jusante	O projeto da linha de descarte da válvula PSV requer análise de tensões térmicas e/ou mecânicas. A condição normal de operação de uma PSV é sem fluxo, ou seja, não é comum apresentar problema de flexibilidade para dilatação térmica. Porém, erros na instalação, podem criar tensões que provocam o mau funcionamento da válvula. As tubulações de entrada e de descarga não devem transferir quaisquer tensões estáticas, dinâmicas ou térmicas inadmissíveis à válvula de segurança. Estas podem surgir devido a: ✓ Montagem sob tensão (estática); ✓ Forças reativas na descarga (estática); ; ✓ Oscilações e pulsações (dinâmica); ✓ Variações de temperatura (térmica). As forças sobre a PSV devem ser controladas com suportação, ancoragem e flexibilidade adequadas. Devem ser tomadas as seguintes medidas: ✓ Criar possibilidades de absorver as dilatações térmicas. ✓ Fixar as tubulações de alimentação e descarga de forma que não haja formação de tensões. ✓ Utilizar as garras de fixação da válvula de segurança para uma ancoragem segura à instalação. ✓ Evitar oscilações operacionais no sistema.	
Suportação deficiente	A linha de descarga não deve ser suportada na saída da PSV, nem deve ser montada forçando o desalinhamento, pois induz tensões na PSV e na linha de entrada. As deformações geralmente causam a falha mecânica na linha de entrada, porém os momentos (flexão e torção) mesmo reduzidos causam mau funcionamento e vazamento. Alterações súbitas de vazão de fluxo e ou de temperatura produzem forças de reação significativas, principalmente se há líquido ou condensado no sistema de alívio. Selecionar pontos de ancoragem de forma que as forças resultantes não sejam impostas no corpo da PSV. Cargas de choque ou aríete devem ser consideradas, pois levam às forças de reação em cada mudança de direção.	
Mau projeto da Tubulação de entrada	Possíveis problemas: ✓ Entupimento; ✓ Comprimentos excessivos ou acessórios que causam alta perda de pressão. O trecho de tubo entre o equipamento a proteger e a válvula PSV deve ser o mínimo o suficiente para a interligação e respeitar a máxima perda de pressão, conforme estabelecido pelo código ASME Boiler and Pressure Vessel (3% da pressão de alívio).	
Mau projeto da Tubulação de descarte	Principais fontes de problemas: ✓ Perda de suporte ✓ Suporte de mola de tubulação travado	

	✓ Golpe de aríete ✓ Ponto baixo criando bolsão de condensado ✓ Falta de isolamento e/ou aquecimento para impedir o congelamento do fluido de alívio ✓ Descarga com jato de elevada velocidade de saída ✓ Temperaturas elevadas ✓ Emissão de ruído. ✓ Falta de suporte para a força de reação do fluxo de alívio ✓ Vibração durante o alívio; ✓ Tensões elevadas geradas por condições inadequadas de instalação/montagem, às vezes agravadas pela dilatação e vibração durante alívio. ✓ Tensões elevadas geradas pela montagem, devido aos esforços para correção de desalinhamentos. Nos ramais é comum uma velocidade de escoamento sônica, assim as perdas de pressão ou recuperação de pressão, devido à mudança de velocidade, podem gerar forças significantes. O valor da força de reação depende muito de se o sistema é aberto ou fechado. A linha de descarte da válvula PSV deve ser auto-drenante, na direção da descarga. Evitar pontos baixos e bolsões na descarga. A interligação de linha de descarte no coletor deve entrar pelo topo. Não entrar pelo fundo do coletor. Se a linha de descarga estiver abaixo do coletor ainda assim entrar pelo topo e evitar o acúmulo de líquido na descarga da válvula. Adotar uma declividade de 21 mm em 10 m (1/4" em 10 ft), para os ramais e coletores, para levar em conta a deflexão entre suportes. A entrada no topo do coletor deve ser em ângulo de 30º a 45º. Em caso de produtos viscosos, com risco de solidificar na temperatura ambiente, a linha de descarga deve ter aquecimento com vapor ou elétrico.
Forças de reação em sistemas de descarte fechados	As válvulas PSV que descarregam, em condições normais de fluxo de alívio, em sistemas fechados, usualmente, não transferem forças e momentos significativos, na entrada da válvula, pois, as mudanças de pressão e velocidade são pequenas. Somente em pontos de súbita expansão na tubulação de descarte têm reações significantes a ser calculadas.
Corrosão	Corrosão é a causa básica de muitos dos problemas das PSVs, como "pites", partes rompidas, depósitos de resíduos de corrosão, que interferem com a operação das partes que se movimentam. O ataque corrosivo superficial da mola pode tornar a área da seção insuficiente para prover a força de fechamento. Também podem acontecer "pites" que atuam como locais de intensificação e geram trincas que causam a quebra da mola.
Obstrução e/ou aderência dos internos: bocal, disco, guias.	Partículas contidas no fluxo do fluido de alívio, como escória, resíduo de corrosão, particulados, restos de material de solda, sujeiras, partículas de coque, passando através da PSV ao se abrir, podem ficar incrustadas nas superfícies de vedação, impedindo o fechamento estanque.
Batimento ou "chattering"	A diferença pequena entre a pressão de alívio e a pressão de operação provoca ciclos sucessivos de aberturas e fechamentos - batimento - que danificam desgastando as superfícies de vedação metal-metal da PSV. O diferencial entre a pressão de ajuste e a de operação provê as condições de vedação, para conservar a válvula estanque. O batimento também tem origem em casos de excessiva queda na pressão no bocal de entrada da válvula ou, ainda, em comprimento excessivo da linha de entrada e obstruções na linha de descarte podem causar batimentos ("chattering").
Falhas da mola	As falhas de mola ocorrem por: ✓ Enfraquecimento da força de fechamento, reduzindo a pressão de ajuste, levando a aberturas prematuras. ✓ A falha mecânica, rompimento da mola, que provoca aberturas sem controle. Embora as molas enfraqueçam e falhem pelo uso impróprio de material em serviços de alta temperatura, a falha mais frequente de mola é por corrosão.

	Outra causa de danos em mola e no disco são trincas devido à corrosão sob tensão, por exemplo em serviço com H2S úmido no aço Carbono e por Cloretos em aço inoxidável 18Cr-8Ni.
Erros na montagem e de ajuste dos internos	Para prevenir vazamentos internos do fluido a planicidade das superfícies de vedação metal-metal deve ser rigorosamente medida. Seguir as instruções do Fabricante para o ajuste de pressão de abertura em PSVs que operem em alta temperatura e/ou contrapressão na descarga
Obstrução e aderência ou agarramento	O processamento de fluidos como coque ou produtos que tendem a solidificar-se, como formação de polímeros, causam a obstrução dos internos da PSV e do tubo de descarga. A colagem dos internos pode também ser causada por "galling" e por partículas entre as superfícies das guias. Partículas contidas no fluxo de alívio, como escória, resíduo de corrosão, particulados, restos de material de solda, sujeiras, partículas de coque, passando através da PSV ao se abrir, podem ficar incrustadas nas guias e na mola, impedindo o fechamento estanque.
Materiais de construção não adequados	O "galling" das superfícies das guias também pode ser causado pelo batimento ou flutuação das PSVs, devido ao projeto errado da tubulação de entrada ou quando a válvula está muito superdimensionada. O agarramento da guia pode ser causado por falta de alinhamento do disco da válvula.
Localização imprópria e falta de histórico de operação	Às vezes, por modificações de campo, a válvula PSV não é instalada conforme o projeto original, gerando problemas de funcionamento. Para auxiliar na identificação prévia de possíveis problemas, cada válvula deve ter plaqueta fixada no corpo com informação do TAG e é importante gerar e manter um histórico da operação, com a inspeção em cada parada e verificação da calibração e de vazamentos. Manter um histórico de inspeção, danos, reparos da válvula PSV, para auxiliar nos trabalhos de manutenção e de instalação de PSVs.
Manuseio da válvula e remessa para o Usuário	A verificação da calibração e de estanqueidade na fábrica é obrigatória, antes de envio ao Usuário. A válvula PSV deve ser embalada e transportada na posição vertical para envio ao local de instalação, particularmente, as válvulas maiores e as com baixa pressão de ajuste. O manuseio indevido pode destruir o alinhamento básico para o correto funcionamento da PSV.
Limpeza	As válvulas de segurança, alívio e controle, devidamente calibradas, com seus respectivos certificados, bem como os discos de ruptura, somente devem ser instaladas definitivamente após a limpeza da tubulação. Para o ajuste de montagem e teste hidrostático devem ser utilizados carretéis, flanges cegos ou peças de inserção.
Efeito da temperatura em válvula PSV	As válvulas de segurança têm limites de temperaturas mínimas e máximas, tanto do fluido quanto do meio-ambiente em que operam. Por esta razão além da temperatura do fluido, também a temperatura ambiente precisa ser levada em consideração sob condições extremas, por risco de congelamento. PSV com isolamento térmico no corpo e no castelo reduz a força de fechamento da mola, se não se calibrar com a correção do CDTP - Cold Differential Test Pressure. O CDTP é um fator multiplicador da pressão de abertura de ajuste da PSV, quando a temperatura de alívio na entrada é acima de 120ºC, para compensar o efeito de redução da força de fechamento da mola, devido à dilatação térmica dos internos e alteração das propriedades mecânicas do material da mola. O valor do CDTP deve ser informado pelo fabricante da válvula, para a temperatura de alívio. A depender da temperatura a constante de mola pode ser muito diminuída, levando à redução da força de fechamento e, similarmente, comprometer o funcionamento do fole. **Correção devido ao alívio em temperatura alta (>120ºC): CDTP**- Cold Differential Test Pressure. ✓ As tensões máximas admissíveis diminuem a altas temperaturas, devido a queda do limite de escoamento, e ainda há o efeito da fragilização fenômeno

	que ocorre nas baixas temperaturas. ✓ A função é corrigir a pressão de calibração da mola de modo a compensar o efeito da alta temperatura, no alívio em operação e assegurar que a válvula abrirá no ajuste da pressão correto. **Cuidado devido ao alívio em baixa temperatura** Durante o funcionamento da válvula de segurança, o fluido pode se solidificar e impedir, assim, a abertura ou o fechamento da válvula. Essa obstrução ou congelamento pode ser por polimerização e aderência dos gases de fluidos viscosos ou formação de gelo, em ambos os casos devido à baixa temperatura de alívio. Se estiver previsto aquecimento e/ou isolamento da válvula de segurança, o castelo da mola e a zona de resfriamento devem permanecer livres sem este isolamento para evitar um aquecimento inadmissível das molas.
Efeito da contrapressão	Para as válvulas de alívio de pressão convencionais, atuadas por mola, instalada em sistema com retorno com contrapressão superimposta constante, a determinação da pressão de ajuste a frio deve considerar um fator de correção CDTP – Cold Differential Test Pressure, para compensar a força adicional de fechamento que a contrapressão exerce sobre o disco da válvula. A pressão de ajuste menos a contrapressão é igual ao CDTP. Para válvula balanceada esta correção não é necessária.
Efeito do acúmulo de condensado	Na saída do corpo e nas peças internas (sede e disco, mola, guias, fole,...) das válvulas de segurança não deve ocorrer qualquer deposição e acúmulo de fluido ou condensado, pois este pode prejudicar o funcionamento das válvulas de segurança. ✓ A drenagem deve ser feita pela tubulação conectada à descarga da válvula de segurança que deve ter uma declividade adequada. ✓ Nesta tubulação não deve haver qualquer curva virada para cima, pois impediria a correta drenagem de condensado. ✓ A tubulação de descarga deve estar equipada com uma derivação para drenagem do condensado, a qual deverá ser colocada em seu ponto mais baixo. Nas tubulações de tamanho acima de DN 40, a drenagem deve ser, pelo menos, de tamanho DN 20 (na utilização de vapor, serão talvez necessários diâmetros superiores). Normalmente válvulas de segurança não estão equipadas com orifício de drenagem no corpo, pois na maioria dos casos esta é feita na tubulação de descarga. A exceção é quando não se garante a drenagem da linha de descarte, devendo prever-se um orifício de drenagem no corpo da válvula, e esta conexão será fornecida apenas quando solicitado na aquisição da válvula.
Efeito de vibrações e/ou flutuações provenientes do sistema	As vibrações são transferidas à válvula de segurança e nessas situações as válvulas de segurança devem ser desacopladas do sistema, p.ex.: através de juntas de expansão. Também as flutuações de pressão e/ou golpes de aríete do fluido prejudicam a válvula de segurança, se não for possível evitar, instalar sistemas de amortecimento nas válvulas.
Problemas em PSVs balanceadas com fole	No caso de válvulas de alívio e segurança balanceadas com fole, observar sempre os limites de temperatura e pressão dos foles. Os foles com defeitos são identificáveis pelo vazamento de produto através do furo sentinela ou “vent” do castelo da mola. Fole furado por: ✓ Sucessivos ciclos de batimentos (“chattering”); ✓ Vibração; ✓ Golpe de aríete; ✓ Temperatura alta de alívio que afeta a resistência do material do fole Medidas preventivas contra vazamentos: ✓ Não se deve equipar a válvula com manômetro de inspeção no castelo, pois é proibido pela norma API STD 521-1. ✓ No caso de castelo aberto, o vazamento devido à ruptura do fole não poderá ser detectado. Acidentes precisam ser evitados mantendo distância segura da válvula e instalando proteções adequadas. ✓ Foles defeituosos devem ser substituídos. ✓ Foles em que não se sabe a quantos ciclos de funcionamento foram

	submetidas, não devem ser reutilizadas. Isso se aplica particularmente a válvulas que foram submetidas a batimento ou fortes vibrações, pois neste caso é praticamente impossível estimar por quantos ciclos a válvula passou. Umidade e sujeira devem ser evitadas dentro do castelo, para tal proteger o vent do castelo adequadamente. O uso de fole protege as superfícies das guias, da haste e do disco de partículas. Problemas PSV de fole balanceado que resultam em fadiga do fole 1- Ressonância acústica (“flow induced vibration”); 2- Batimento ou “chattering” quando a pressão de operação é próxima da pressão de abertura; 3- Corrosão; 4- Defeitos de fabricação; 5- Erro de dimensionamento do fole; 6- Falha por fadiga do fole.
Golpes de aríete	Cargas de choque devem ser consideradas sobre PSVs e podem resultar de alívio repentino de líquido ou da ação de impacto de condensado estagnado sobre locais de mudança de direção.
Problemas no teste hidrostático	Quando o teste hidrostático na linha de descarga a válvula de alívio deve ser isolada com raquetes, para se prevenir: a- excesso de pressão no lado da descarga da válvula atuada por mola; b- depósito de detritos nos locais do disco e guias da mola; c- danos do fole, em válvula balanceada, por contrapressão excessiva; d- depósitos no piloto de válvulas operadas por piloto.
Posição de operação	As válvulas de pressão devem ser instaladas na posição vertical, com castelo para cima. Qualquer outra posição afeta o desempenho, com perda da estanqueidade, acúmulo de líquido e atraso na pressão de abertura.
Aquecimento e isolamento de válvulas com fluido viscoso	No caso de fluidos viscosos ou fluidos que se solidificam após o resfriamento, a válvula de alívio e as tubulações de entrada e descarte devem ser aquecidas e isoladas. Idem para as linhas de impulso de válvulas piloto operadas

Válvula de alívio de pressão convencional atuada por mola	**Válvula de alívio de pressão convencional de mola e balanceada com fole**