

# Análise da execução dos testes de fábrica de Válvulas de segurança e alívio de pressão - PSVs

## 1. Testes de fabricação requeridos

Conforme o parágrafo UG-136(d) *Production Testing by Manufacturers and Assemblers*, do código ASME Boiler & Pressure Vessel Code VIII Division 1 *Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1*, as válvulas de segurança e alívio de pressão, conhecidas como PSV, devem ter certificado de capacidade de vazão, emitido pelo National Board e selo ASME, e ser submetidas aos seguintes testes de fábrica, todos testemunhados pela inspeção do Cliente.

- Teste de calibração, para verificar o “popping” ou a pressão de ajuste (“set pressure”);
- Teste de vazamento pela sede;
- Teste de pressão hidrostático.

Mesmo com certificado de capacidade do National Board e selo ASME, as válvulas PSVs devem ter os testes previstos pelo ASME, para comprovar a qualidade da fabricação e a consonância com os resultados do teste de certificação.

### **Nota:**

Os termos "alívio", "segurança", e "alívio e segurança" se aplicam a válvulas que têm a finalidade de aliviar a pressão de um equipamento ou sistema.

Nas indústrias de processo petroquímico e químico em geral, se costuma chamar, genericamente, essas válvulas de PSV-*Pressure Safety Valve* ou Válvula de Segurança, porém existem diferenças. A válvula de segurança é aplicada para serviços onde os fluidos são compressíveis, como ar, gases e vapores, incluindo vapor d'água.

A válvula de alívio é aplicada em serviços com fluidos incompressíveis, ou seja, fluidos no estado líquido.

Já a válvula de alívio e segurança pode operar tanto com ar, gases e vapores, dependendo da aplicação.

## 2. Teste de calibração

O teste de calibração da válvula deve ser executado conforme os requisitos ASME Sec VIII Div 1 UG 136(d)(4).

Cada válvula de alívio de pressão deve ser testada para conferir a pressão de abertura “popping” (no caso de fluidos compressíveis) ou “set pressure” (no caso de fluidos incompressíveis).

As válvulas de alívio de pressão marcadas para serviço de vapor d'água devem ser testadas com vapor d'água.

As válvulas de alívio de pressão marcadas para gás ou vapor de um líquido podem ser testadas com ar.

As válvulas de alívio de pressão marcadas para serviço com líquido devem ser testadas com água ou outro líquido adequado.

### **Nota:**

A pressão de ajuste de abertura é o valor do aumento da pressão estática de entrada, em que um dispositivo de alívio de pressão começa a apresentar uma tendência de elevação mensurável do disco acima da sede.

Em serviço com líquido, a pressão de ajuste de abertura é determinada pela pressão de entrada em que a válvula apresenta uma descarga contínua do fluido, conforme determinado pela visão ou audição.

Em serviço com ar, gás, vapor de líquido ou vapor d'água, a pressão de ajuste de abertura é determinada pela pressão de entrada na qual a válvula abre instantaneamente e identificada pelo ruído de estalo “popping” do fluido em descarte.

Obs.: De acordo com o ASME, os gases são considerados substâncias com uma pressão de vapor superior a 40 psia (300 kPa absolutos) a 40°C (100°F).

## 3. Teste de vazamento

O teste de vazamento ou estanqueidade da válvula deve ser executado conforme os requisitos do ASME Sec VIII Div 1 UG-136(d)(5)

Após a conclusão da calibração, em cada válvula deve ser realizado o teste de estanqueidade, para verificar se há passagem de fluido entre a sede e o disco.

O procedimento deste teste de estanqueidade e os critérios de aceitação devem estar de acordo com a Norma API 527-*Seat Tightness of Pressure Relief Valves*.

**Nota:**

Os testes para calibração e de vazamento devem ser realizados após a aprovação no teste hidrostático, com a válvula PSV já completamente montada, e ser testemunhados durante a inspeção de fabricação.

**4. Teste Hidrostático**

Ainda conforme o código ASME Sec VIII Div 1 parágrafo UG-136(d)(2) *Hydrostatic Pressure Test*, o teste de pressão hidrostático ou teste de integridade deve ser aplicado nos componentes da válvula PSV, que resistem à pressão. Assim, além do bocal de entrada (“nozzle”), a sede (“seat”) e o disco (“disk”), também o corpo (“body or shell”), o castelo (“bonnet”) e o capuz (“cap”), devem passar pelo Teste Hidrostático, na fábrica, antes dos testes de ajuste ou calibração e vazamento e a execução da pintura.

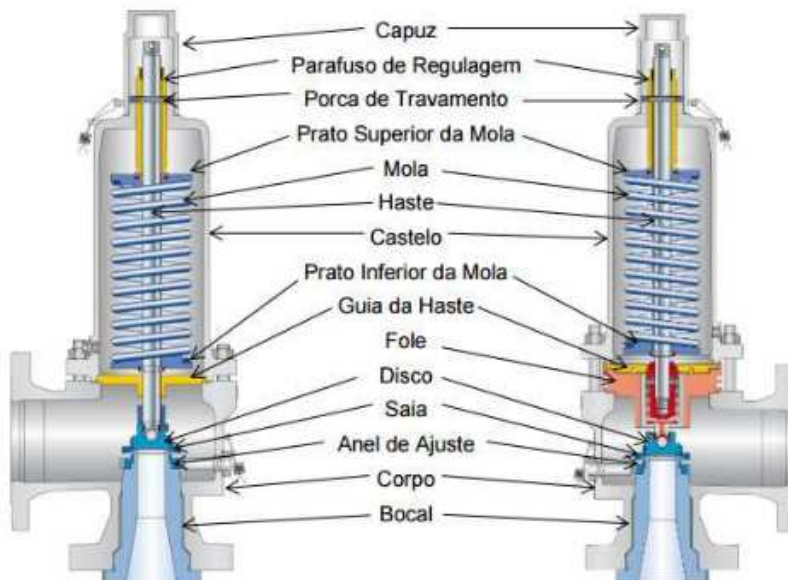
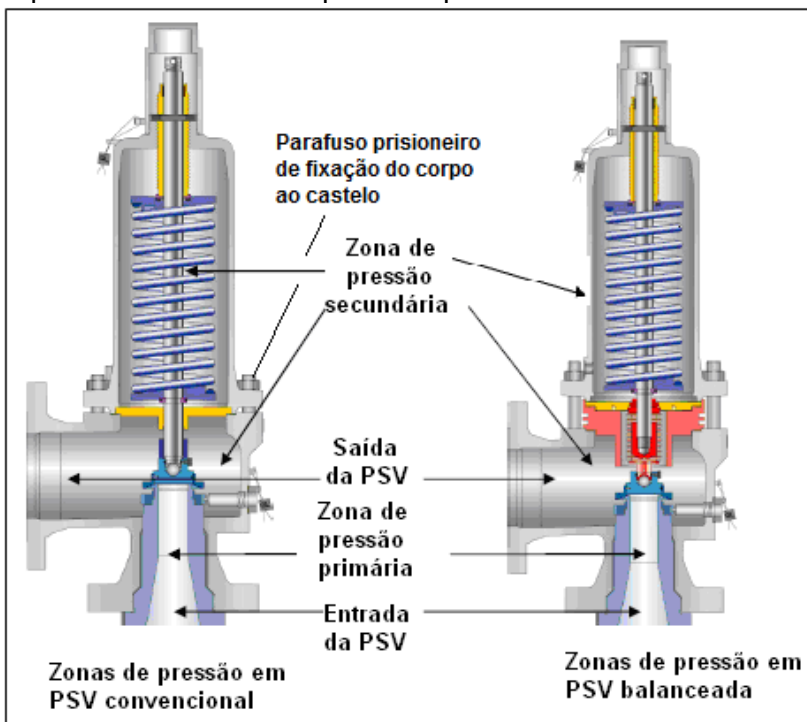


Ilustração dos componentes de válvula de alívio: convencional e balanceada  
Cortesia do fabricante LESER.

Na válvula PSV não há uma única pressão de operação e de projeto e, conseqüentemente, também não há uma única pressão de teste, na realidade, há duas diferentes pressões de projeto, dependendo da zona de pressão: primária ou secundária.



**Ilustração das regiões ou zonas de pressão em válvulas PSV**

As Válvulas PSVs não são “taylor made”, ou seja, fabricadas por encomenda, são padronizadas. A Norma API Std 526 *Flanged Steel Pressure-relief Valves* padroniza as dimensões e classes de pressão, das conexões de entrada e saída, de válvulas PSVs, em função do tamanho de orifício e do material de construção, conforme as Tabelas 3 a 30.

Com base na Norma API Std 526, as válvulas PSV têm as seguintes pressões de projeto:

- A pressão de projeto dos componentes da região ou zona de pressão primária é determinada pela classe de pressão do lado de entrada ou admissão da válvula.
- A pressão de projeto dos componentes da região ou zona de pressão secundária é determinada pela classe de pressão do lado de saída ou descarga.

### 5. Critério de execução de Teste Hidrostático em PSVs

A pressão de teste hidrostático e o procedimento de execução, de teste hidrostático de válvula PSV são definidos em função da “região ou zona de pressão” da válvula, assim há dois valores de pressão de teste em uma mesma PSV.

O teste hidrostático de válvulas PSVs só tem sentido na aplicação por região ou zona de pressão, isto é, separadamente para os componentes das regiões ou zonas primária e secundária.

Assim o teste hidrostático é executado por partes.

Pelas regras do código ASME Sec VIII Div 1 parágrafo UG-136 (d)(2) *Hydrostatic Pressure Test*, o teste hidrostático deve ser executado, nas partes que contêm pressão de cada válvula, a uma pressão pelo menos 1,5 vezes a pressão de projeto do componente.

Semelhantemente, a Norma ISO 4126-1 *Safety devices for protection against excessive pressure-Part 1: Safety valves* item 6.3 *Hydrostatic testing*, define duas regiões distintas para o teste hidrostático da válvula PSV:

a- Lado da entrada, entre a conexão de entrada e a sede/disco;

b- Lado da saída, entre a sede e a conexão de saída.

A parte da válvula do bocal de entrada até a sede/disco (inclusive) deve ser testada a uma pressão 1,5 vezes a pressão máxima declarada pelo fabricante, para a qual a válvula de segurança foi projetada e construída.

O corpo do lado de saída da sede deve ser testado em 1,5 vezes a contrapressão máxima declarada pelo fabricante para a qual a válvula foi projetada e construída.

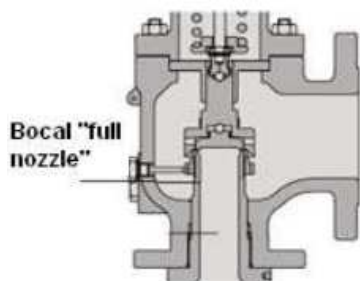
#### 5.1. Teste Hidrostático dos componentes da parte primária

Teste executado em bancada na fábrica, em cada componente separadamente, e sem pintura.

Os componentes da região ou zona de pressão primária dependem do tipo de bocal de entrada da válvula PSV.

- Bocal “full nozzle” ou integral: os componentes são bocal de entrada, sede e disco.

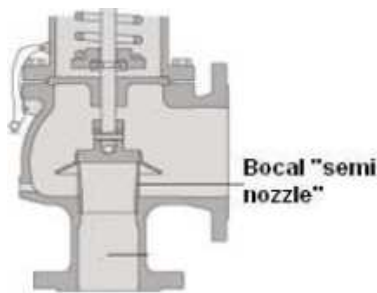
Em uma válvula de bocal integral “full nozzle” somente o bocal, a sede e o disco são expostos à pressão do fluido de processo, quando a válvula está fechada, ou seja, o corpo não fica exposto ao fluido de processo.



**Ilustração do bocal tipo “full nozzle”**

- Bocal “partial or semi nozzle” ou reduzido: os componentes são bocal flangeado de entrada, sede, disco e parte do corpo.

Em uma válvula de bocal reduzido “semi-nozzle”, o bocal, a sede, o disco e parte do corpo da válvula são expostos à pressão do fluido de processo, quando a válvula está fechada.



**Ilustração do bocal tipo “semi-nozzle”**

## 5.2. Teste Hidrostático dos componentes da parte secundária

Os componentes da região ou zona de pressão secundária são corpo, castelo e capuz. O teste hidrostático dos componentes, corpo, castelo e capuz, pode ser feito, separadamente ou em um conjunto montado, isto é, com os prisioneiros e porcas, da ligação flangeada corpo e castelo instalados, porém, sem os internos (haste, mola, disco, anel de regulação etc.) e sem pintura.

### **Nota:**

A ligação flangeada corpo e castelo, a junta de vedação e os parafusos prisioneiros não são realmente testados, pois, na realidade, quando em operação, estão submetidos à força de tração da mola, devido à pressão da região primária, que se soma à tração devido à pressão de descarga ou contrapressão total.

Assim, a ligação aparafusada, corpo e castelo, junta de vedação e parafusos prisioneiros, é verificada apenas por ocasião do teste de ajuste ou calibração da pressão de abertura.

A possibilidade de se executar o teste hidrostático, pelo lado de entrada (pressão primária), na válvula PSV completamente montada, só seria possível com o travamento do conjunto haste e mola.

Isto é inviável, pois significaria transmitir o empuxo resultante da pressão de teste da entrada, aos componentes da zona de pressão secundária (corpo, castelo e capuz), que não são dimensionados para essa condição.

Após estes dois testes, a válvula deve ser inteiramente montada com os seus internos e submetida aos testes de abertura/calibração e de vazamento.

Nesta fase ela pode estar pintada ou não; pois os testes de integridade já foram realizados sem a pintura.

### **Nota:**

Há duas condições especiais em que o ASME Sec VIII Div 1 UG-136(d)(2)(a) dispensa o teste hidrostático. As peças que atendem aos critérios a seguir são isentas de ensaio hidrostático:

- (1) quando a tensão aplicada em condições de teste hidrostático não excede 50% da tensão permitida; e
- (2) quando a peça não é fundida ou soldada.

## 6. Análise do critério ASME para teste hidrostático

### 6.1. Regiões ou zonas de pressão

O ASME Sec VIII Div 1 *Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1* faz distinção entre componentes da região ou zona de pressão primária (“primary pressure zone”) e componentes da região ou zona de pressão secundária (“secondary pressure zone”):

- a. “Primary pressure zone” é a região ou zona de entrada até o alívio, sujeita à pressão na entrada da válvula, e compreende o bocal nas PSVs de bocal integral/sede/disco (“full nozzle”) e no caso de PSVs de bocal reduzido (“partial or semi nozzle”) o bocal/sede/disco, a conexão de entrada e parte do corpo.
- b. “Secondary pressure zone” é a região ou zona após o alívio, sujeita à pressão existente entre a sede até conexão de saída da válvula, e compreende o corpo, o castelo e o capuz.
- c. Já o fole metálico, próprio das PSVs balanceadas, isola o castelo e os internos (haste e mola) da região ou zona de pressão secundária, ficando sujeito à pressão externa de valor igual a contrapressão total.

Por sua vez, o ASME PTC 25 *Pressure Relief- Devices Performance Test Codes* propõe uma distinção entre componentes expostos diretamente à pressão (“pressure containing”) e componentes que retêm os elementos pressurizados (“pressure retaining”).

- Membro contendo pressão é um componente que é exposto à pressão e contém a pressão;
- Membro de retenção de pressão é um componente que mantém juntos os membros, que contêm a pressão, mas não é exposto, diretamente, à pressão.

Componentes expostos à pressão	Componentes que retêm os componentes expostos à pressão
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpo: conecta os componentes de pressão primária com os de pressão secundária;</li> <li>• Bocal ou “nozzle”: componente de pressão primária, por onde passa o fluxo de alívio na abertura da válvula;</li> <li>• Disco ou “disc”: componente móvel que retém a pressão primária enquanto a válvula está fechada;</li> <li>• Sede: superfície de selagem da pressão primária entre o bocal e o disco;</li> <li>• Castelo ou “bonnet”: componente de pressão secundária, que suporta a haste e a mola;</li> <li>• Tampão ou “cap”: componente de pressão secundária que fixa a haste, em conjunto com o castelo e restringe o acesso ao parafuso de ajuste da mola.</li> <li>• Fole ou “bellows”: componente flexível de uma válvula balanceada, usado para evitar alterações na pressão de ajuste, quando a válvula é submetida a uma contrapressão sobreposta, e/ou evitar corrosão entre o suporte do disco e a guia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garfo ou castelo aberto: componente que no castelo aberto suporta a mola;</li> <li>• Mola: componente que provê a força de compressão para manter o disco sobre o bocal, permitindo que a válvula abra somente na pressão de ajuste.</li> <li>• Junta de vedação e parafusos do castelo: componentes da ligação flangeada corpo x castelo, não submetidos à pressão, mas sim às trações devido à reação da mola, causada pela pressão primária, e pela pressão secundária.</li> </ul> <div data-bbox="810 689 992 1102" style="text-align: center;"> </div> <p data-bbox="762 1111 1394 1169"><b>Ilustração do esforço de reação da mola sobre os parafusos da ligação corpo x castelo</b></p>

## 6.2. Pressão de projeto dos componentes

Há diferentes pressões de projeto, em uma válvula PSV, dependendo da zona de pressão: primária ou secundária, de acordo com a padronização da Norma API Std 526 *Flanged Steel Pressure-relief Valves*, tabelas 3 a 30.

- **Pressão de projeto dos componentes da região ou zona de pressão primária**

A pressão de projeto dos componentes da região ou zona de pressão primária é determinada pela classe de pressão do lado de entrada ou admissão da válvula.

- **Pressão de projeto dos componentes da região ou zona de pressão secundária**

Para os componentes da região ou zona de pressão secundária, a pressão de projeto é dada pela classe de pressão do lado de saída ou descarga.

- **Pressão de projeto do fole**

Já para o fole, caso de válvula PSV balanceada, a máxima pressão externa é a indicada na coluna “Bellows Rating”, das tabelas, para a temperatura de 100°F (38°C), sendo que para valores superiores há coeficientes de correção no Anexo C, da mesma norma.

## 6.3. Pressão de teste hidrostático dos componentes

A pressão de teste hidrostático e o procedimento de execução, de teste hidrostático de válvula PSV, são definidos em função da “região ou zona de pressão” da válvula, assim há dois valores de pressão de teste em uma mesma PSV.

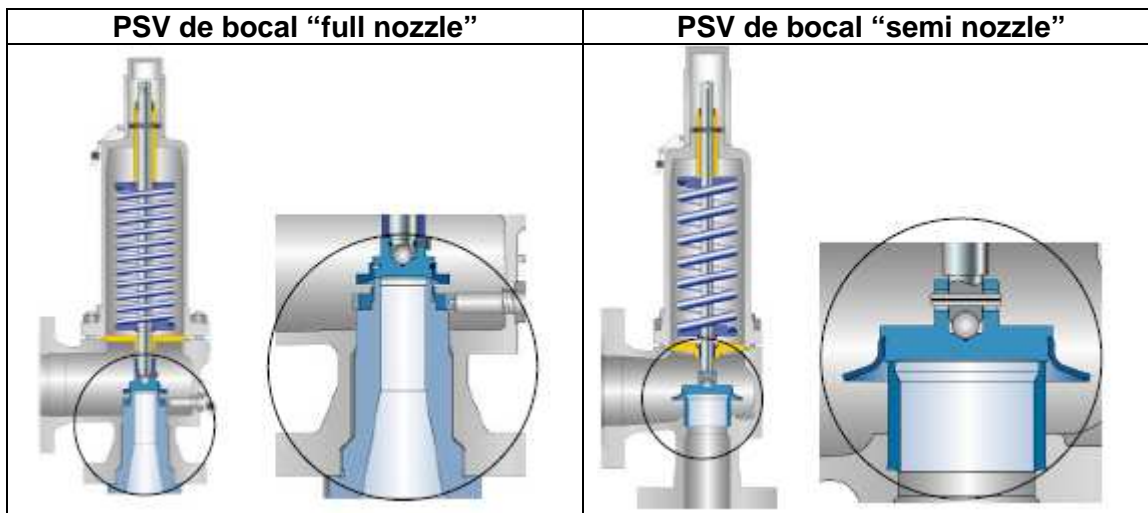
### a. Teste hidrostático da região ou zona de pressão primária

- Componentes

No caso de PSV de bocal “full nozzle” são o bocal e a sede/disco;

No caso de PSV de bocal “semi nozzle” são o flange de entrada, o bocal e a sede/disco.





**Ilustração de válvulas PSV de bocal “full nozzle” e de bocal “semi nozzle”**

- Pressão de teste

Igual a 1,5 vezes a pressão máxima na entrada da PSV, como definida na norma API Std 526, Tabelas 3 a 30, para tamanho de orifício, material construtivo e classe de pressão do lado de entrada.

Por exemplo, para uma válvula de aço Carbono, orifício D, conexões entrada DN1” 600# x saída DN 2” 150#, temperatura 100°F, a pressão de teste é definida pela classe do flange de entrada (600#), sendo de 2220 psig (1.5 x a pressão correspondente à classe 1480 psig, conforme API Std 526 Tabela 3).

**Table 3—Spring-loaded Pressure-relief Valves “D” Orifice (Effective Orifice Area = 0.110 in.<sup>2</sup>)**

Materials <sup>b</sup>	Valve Size	ASME Flange Class		Maximum Inlet Flange (Set) Pressure Limit <sup>a</sup> (psig)						Outlet Pressure Limit <sup>a</sup> (psig)		Center-to-Face Dimensions (in.)	
		I N L E T	O U T L E T	Conventional and Balanced Bellows Valves						Flange Rating Limit <sup>a</sup>	Bellows Rating Limit <sup>a</sup>	I N L E T	O U T L E T
-450 °F to -75 °F	-75 °F to -21 °F			-20 °F to 100 °F	450 °F	800 °F	1000 °F	100 °F	100 °F				
Temperature Range Inclusive -20 °F to 800 °F													
<u>Carbon Steel</u>	1D2	150	150			285	185	80		285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2 <sup>c</sup>	300	150			(285)	(285)	(285)		285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	300	150			740	615	410		285	230	4 1/8	4 1/2
	<u>1D2</u>	<u>600</u>	<u>150</u>			<u>1480</u>	1235	825		<u>285</u>	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300			2220	1845	1235		(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D2	1500	300			3705	3080	2060		(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D3	2500	300			6000	6000	3430		740	500	5 1/2	7

**b. Teste hidrostático da região ou zona de pressão secundária**

- Componentes

Corpo, castelo e capuz.

- Pressão de teste

Igual a: 1,5 vezes a pressão de máxima na saída da PSV, como definida na norma API Std 526, Tabelas 3 a 30, para tamanho de orifício, material construtivo e classe de pressão do lado de saída.

Por exemplo, para uma válvula de aço Carbono, orifício D, conexões entrada DN1” 600# x saída DN 2” 150#, temperatura 100°F, a pressão de teste é definida pela classe do flange de saída (150#), sendo de 428 psig (1.5 x a pressão correspondente à classe 285 psig, conforme API STD 526 Tabela 3).

### c. Tempo de duração de teste hidrostático

O ASME não define o tempo necessário ao teste de pressão hidrostático.

Já a norma ISO 4126-1 *Safety devices for protection against excessive pressure-Part 1: Safety valves* define a duração do teste hidrostático, conforme a tabela a seguir.

Table 2 — Minimum duration of hydrostatic test

Nominal size DN	Pressure rating		
	Up to 40 bar (4 MPa)	Greater than 40 bar (4 MPa) up to 63 bar (6,3 MPa)	Greater than 63 bar (6,3 MPa)
Minimum duration in minutes			
DN ≤ 50	2	2	3
50 < DN ≤ 65	2	2	4
65 < DN ≤ 80	2	3	4
80 < DN ≤ 100	2	4	5
100 < DN ≤ 125	2	4	6
125 < DN ≤ 150	2	5	7
150 < DN ≤ 200	3	5	9
200 < DN ≤ 250	3	6	11
250 < DN ≤ 300	4	7	13
300 < DN ≤ 350	4	8	15
350 < DN ≤ 400	4	9	17
400 < DN ≤ 450	4	9	19
450 < DN ≤ 500	5	10	22
500 < DN ≤ 600	5	12	24

### d. Testemunho de teste hidrostático

Como visto, o teste de pressão do conjunto da válvula PSV montada não é previsto pelo ASME nem pela ISO, pelo simples fato de que na PSV não há uma única pressão de projeto e, conseqüentemente, também não há uma única pressão de teste.

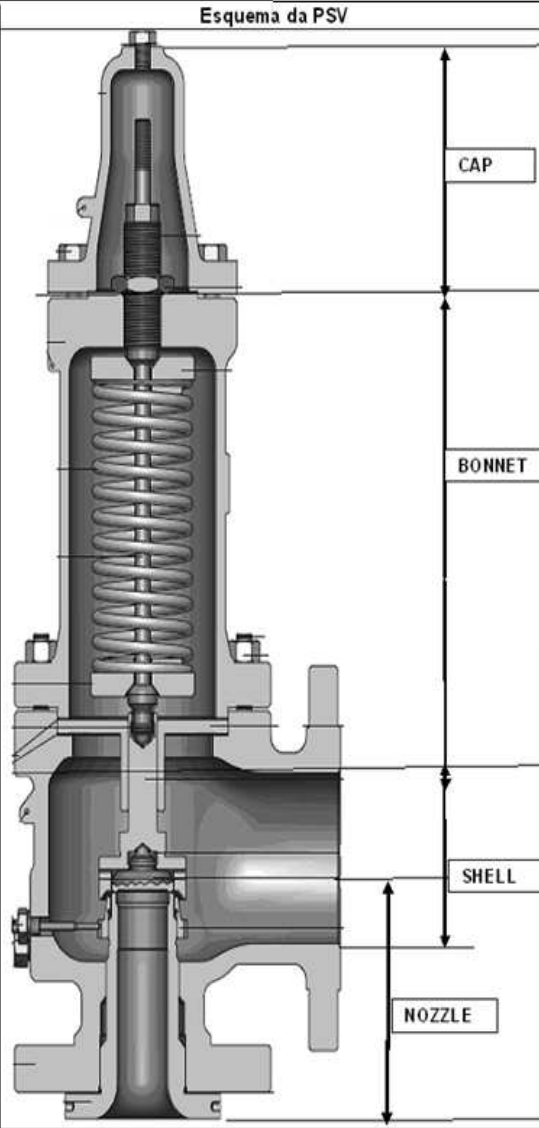
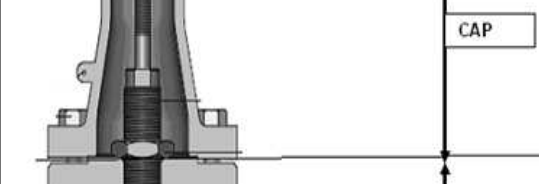
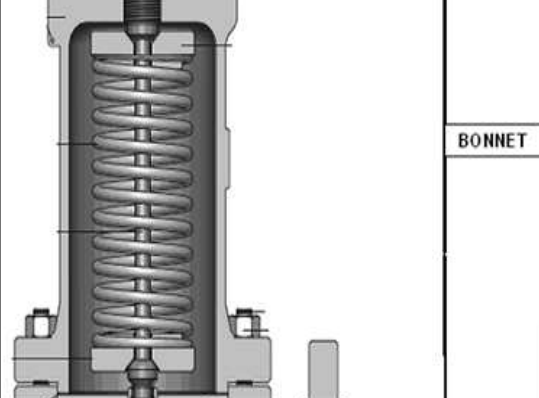
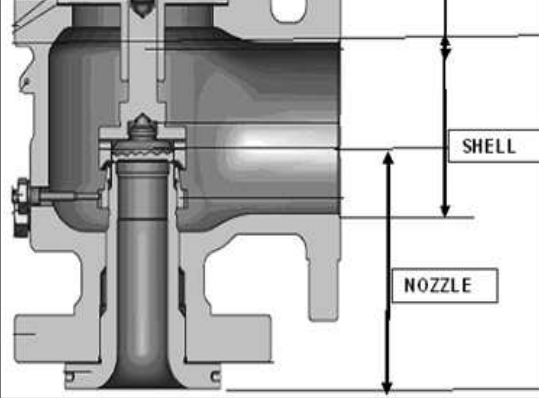

Na realidade, há uma pressão de projeto para os componentes na entrada da válvula e outra diferente para a saída e “ipso facto” pressões distintas de teste hidrostático.

Portanto, a inspeção de fabricação deve ser adequada para o testemunho do teste de pressão de cada componente, antes de ser feita a montagem da válvula PSV.

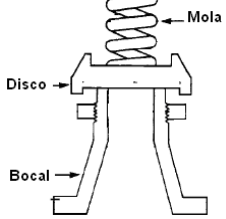

### 6.4. Resumo das condições aplicáveis em cada componente da válvula PSV

A tabela a seguir resume os esforços a que cada componente é submetido, na válvula PSV em operação, e como é estabelecida a pressão de teste hidrostático correspondente de cada componente.

**Esforços considerados em cada componente e a Pressão de Teste Hidrostático correspondente**

 <p>Esquema da PSV</p>	Componente	Esforços considerados	Pressão teste hidrostático na inspeção de fábrica	Pressão teste hidrostático na inspeção de manutenção
 <p>CAP</p>	<b>Capuz ou "cap"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capuz e flange do capuz</li> <li>· Pressão interna igual à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> <li>• Parafusos prisioneiros</li> <li>· Tração correspondente à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> </ul>	1,5 (Pressão máxima, conforme Classe de pressão do flange de saída do API Std 526).	1,5 (Pressão de contrapressão total máxima de projeto).
 <p>BONNET</p>	<b>Castelo ou "bonnet"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Castelo e flange do castelo</li> <li>· Pressão interna igual à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> <li>· Tração correspondente à força de reação da mola igual a 1,10 vezes a pressão de abertura.</li> <li>• Parafusos prisioneiros da ligação corpo e castelo</li> <li>· Tração correspondente à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> <li>· Tração correspondente à força de reação da mola igual a 1,10 vezes a pressão de abertura.</li> </ul>	1,5 (Pressão máxima, conforme Classe de pressão do flange de saída do API Std 526).	1,5 (Pressão de contrapressão total máxima de projeto).
 <p>SHELL</p>	<b>Corpo ou "shell"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpo</li> <li>· Pressão interna igual à pressão de descarga ou contrapressão total;</li> <li>• Flanges de entrada</li> <li>· Pressão interna igual a 1,10 vezes a pressão de abertura.</li> <li>• Flange de saída</li> <li>· Pressão interna igual à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> <li>• Flange do corpo de ligação com o castelo</li> <li>· Pressão interna igual à pressão de descarga ou contrapressão total.</li> <li>· Tração correspondente à força de reação da mola igual à 1,10 vezes a pressão de abertura.</li> </ul>	1,5 (Pressão máxima, conforme Classe de pressão do flange de saída do API Std 526).	1,5 (Pressão de contrapressão total máxima de projeto).
 <p>NOZZLE</p>				



	<p><b>Bocal ou “nozzle”, sede e disco</b></p> 	<p>· Pressão interna igual a 1,10 vezes a pressão de abertura.</p>	<p>1,5 (Pressão máxima, conforme Classe de pressão do flange de entrada do API Std 526).</p>	<p>1,5 (PMTA-Pressão Máxima de Trabalho Admissível do equipamento ou sistema protegido).</p>
	<p><b>Fole próprio da válvulas PSV balanceadas</b></p> 	<p>Pressão externa correspondente à contrapressão total</p>	<p>1,5 (máxima pressão externa conforme coluna “Bellows Rating”, para a temperatura de 100°F (38°C), da Norma API Std 526).</p>	<p>1,5 (Pressão de contrapressão total máxima de projeto)</p>

## ANEXOS

### **1- Trechos extraídos do código 2010 ASME Boiler & Pressure Vessel Code 2011a Addenda July 1, 2011 VIII Division 1 - Rules for construction of pressure vessels**

*UG-136(d) Production Testing by Manufacturers and Assemblers*

*UG-136(d)(1)* Each pressure relief valve to which the Certification Mark is to be applied shall be subjected to the following tests by the Manufacturer or Assembler.

A Manufacturer or Assembler shall have a documented program for the application, calibration, and maintenance of gages and instruments used during these tests.

*UG-136(d)(2) Hydrostatic Pressure Test*

(a) Hydrostatic testing shall be performed on the pressure containing parts of the shell of each valve at a pressure at least 1.5 times the design pressure of the parts.

The valve shell is defined as parts, such as the body, bonnet, and cap, which isolates primary or secondary pressure from atmosphere.

Parts meeting the following criteria shall be exempt from hydrostatic testing:

(1) the applied stress under hydrostatic test conditions does not exceed 50% of the allowable stress; and

(2) the part is not cast or welded.

(c) Testing may be done in the component or assembled condition.

*UG-136(d)(4)* Each pressure relief valve shall be tested to demonstrate its popping or set pressure.

*UG-136(d)(5)* After completion of the tests required by (d)(4) above, a seat tightness test shall be conducted. Unless otherwise designated by a Manufacturer's published pressure relief valve specification or another specification agreed to by the user, the seat tightness test and acceptance criteria shall be in accordance with API 527.

### **2- Trechos extraídos da norma API STANDARD 526 – 2009 - Sixth edition 2009 Flanged Steel Pressure Relief Valves**

9 Inspection and Shop Tests

9.1 Inspection

The purchaser reserves the right to witness the shop tests and inspect the valves in the manufacturer's plant to the extent specified on the purchase order.

9.2 Set Pressure Test

All pressure-relief valves shall be adjusted to the specified set pressure in accordance with the ASME *BPVC*, the manufacturer's standard practice as published, or as designated by the purchaser. All set pressure adjustments shall be sealed.

9.3 Seat Leakage Test

All pressure-relief valves shall be seat leakage tested in accordance with API 527, or as agreed upon by the manufacturer and the purchaser.

11 Pressure-temperature Tables

Table 3 through Table 30 provide flange and bellows pressure limits, materials and dimensions for pressure-relief valves. Table 3 through Table 16 are specific to spring-loaded pressure-relief valves while Table 17 through Table 30 are specific to pilot-operated pressure-relief valves.

Table 3—Spring-loaded Pressure-relief Valves “D” Orifice (Effective Orifice Area = 0.110 in.<sup>2</sup>)

Materials <sup>b</sup>	Valve Size	ASME Flange Class		Maximum Inlet Flange (Set) Pressure Limit <sup>a</sup> (psig)						Outlet Pressure Limit <sup>a</sup> (psig)		Center-to-Face Dimensions (in.)	
		I N L E T	O U T L E T	-450 °F to -75 °F	-75 °F to -21 °F	-20 °F to 100 °F	450 °F	800 °F	1000 °F	Flange Rating Limit <sup>a</sup>	Bellows Rating Limit <sup>a</sup>	I N L E T	O U T L E T
Conventional and Balanced Bellows Valves													
Temperature Range Inclusive -20 °F to 800 °F													
Carbon Steel	1D2	150	150			285	185	80		285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2 <sup>c</sup>	300	150			(285)	(285)	(285)		285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	300	150			740	615	410		285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	600	150			1480	1235	825		285	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300			2220	1845	1235		(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D2	1500	300			3705	3080	2060		(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D3	2500	300			6000	6000	3430		740	500	5 1/2	7
Temperature Range Inclusive 801 °F to 1000 °F													
Chrome Molybdenum Steel	1D2	300	150					510	215	285	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	600	150					1015	430	285	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300					1525	650	(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D2	1500	300					2540	1080	(600)	500	4 1/8	5 1/2
1 1/2D3	2500	300					4230	1800	740	500	5 1/2	7	
Temperature Range Inclusive -20 °F to 1000 °F													
Austenitic Stainless Steel	1D2	150	150	275	275	275	180	80	20	275	230	4 1/8	4 1/2
	1D2 <sup>c</sup>	300	150	(275)	(275)	(275)	(275)	(275)	(275)	275	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	300	150	720	720	720	495	420	350	275	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	600	150	1440	1440	1440	975	845	700	275	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300	2160	2160	2160	1485	1285	1050	(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D2	1500	300	3600	3600	3600	2480	2110	1750	(600)	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D3	2500	300	(4000)	6000	6000	4130	3520	2915	720	500	5 1/2	7
Temperature Range Inclusive -20 °F to 900 °F <sup>d</sup>													
Nickel/Copper Alloy <sup>d</sup>	1D2	150	150			230	175	80	50	230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2 <sup>c</sup>	300	150			(230)	(230)	(230)	230	230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	300	150			600	475	460	275	230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	600	150			1200	945	915	550	230	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300			1800	1420	1375	825	600	500	4 1/8	5 1/2
Temperature Range Inclusive -20 °F to 300 °F <sup>e</sup>													
Alloy 20 <sup>e</sup>	1D2	150	150			230	180			230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2 <sup>c</sup>	300	150			(230)	(180)			230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	300	150			600	465			230	230	4 1/8	4 1/2
	1D2	600	150			1200	930			230	230	4 1/8	4 1/2
	1 1/2D2	900	300			1800	1395			600	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D2	1500	300			3000	2330			600	500	4 1/8	5 1/2
	1 1/2D3	2500	300			5000	3880			600	500	5 1/2	7

<sup>a</sup> Inlet and outlet flange pressure limits correspond to the values in ASME B16.34 unless enclosed in parentheses. A value that is shown in parentheses is less than that provided in ASME B16.34. The outlet flange values at 100 °F above are the limits for this standard. Inlet and outlet flange pressure values at other temperatures may only be interpolated using graphs from Annex B or from tables in ASME B16.34, if these values do not exceed the values in parentheses or the outlet flange values at 100 °F above. Pressure changes within the temperature ranges above may not be linear. Bellows outlet pressure limits are the design pressure of the bellows at the outlet temperature of 100 °F, and pressure values at other temperatures may be determined from Annex C. User is cautioned to review the outlet temperature for possible cryogenic applications and select the appropriate materials.

<sup>b</sup> Materials given are minimum requirements for the pressure and temperature ratings. Other suitable materials may be used, as required for the service involved.

<sup>c</sup> Set pressure limited for low pressure applications where a class 300 inlet flange is preferred over a class 150 flange.

<sup>d</sup> Materials limited to 900 °F. Pressure ratings indicated in the 1000 °F column are limited to 900 °F.

<sup>e</sup> Materials limited to 300 °F. Pressure ratings indicated in the 450 °F column are limited to 300 °F.

### 11.3 Maximum Inlet Flange Pressure

The maximum inlet flange pressure is provided at specific temperatures. This represents the maximum set pressure for the temperature. The maximum inlet flange pressure values are per ASME B16.34 unless enclosed in parentheses. Values enclosed in parentheses are limited by this standard to a value less than the ASME B16.34 value. Inlet flange pressure values at other temperatures may be interpolated using the charts from Annex B or from tables in ASME B16.34, if these values do not exceed the limits in parentheses. The charts in Annex B are produced from ASME B16.34 with permission. Pressure changes within the temperature ranges above may not be linear.

### 11.4 Outlet Pressure Limit

#### 11.4.1 Outlet Flange Limit

Outlet flange pressure limits are shown in the “Flange Rating” column and correspond to the ASME B16.34 value unless enclosed in parentheses. If the value is shown in parentheses, the value is less than that provided in ASME B16.34. The values in the “Flange Rating” column at 100 °F are the limit

for this standard. Outlet flange pressure values at other temperatures may be interpolated using charts from Annex B or from tables in ASME B16.34, if these values do not exceed the value at 100 °F above. The charts in Annex B are produced from ASME B16.34 with permission. Pressure changes within the temperature ranges above may not be linear.

#### 11.4.2 Bellows Limit

The bellows pressure limit is listed in the “Bellows Rating” column and represents the design pressure of the bellows at the outlet temperature of 100 °F. The bellows pressure values at other temperatures may be determined by multiplying the above pressure value at 100 °F by the factor from Annex C.

### Annex C - Bellows Pressure-temperature Requested Rating Factors

When the outlet pressure limit for the bellows is lower than the outlet pressure limit of the flange rating, it is the bellows that controls the suitability of the relief device for the specified backpressure and temperature.

The chart in this annex is to be used to modify the outlet pressure limit for spring-loaded bellows design pressure-relief valves for outlet temperatures other than 100 °F. This chart was prepared using data from ASME Section II, Part D.

The values of this chart are based on the bellows pressure rating being equal to the 100 °F rating of this standard. The pressure-relief valve manufacturer should be consulted for the actual pressure-temperature rating of the bellows.

The outlet pressure limit for spring-loaded bellows design pressure-relief valves is determined using the selected bellows design pressure-relief valve’s outlet pressure limit, outlet temperature and bellows material as follows.

- 1) From the appropriate table for the selected valve (Table 3 through Table 16) note the “outlet pressure limit.”
- 2) In the chart, locate the line for the bellows material.
- 3) Locate the outlet temperature on the x-axis and extend this point vertically to the intersection of the material chart line. At this intersection go horizontally to the y-axis and locate the factor.
- 4) Multiply the 100 °F outlet pressure limit by the factor from Item 3) above to determine the outlet pressure limit at the outlet temperature.

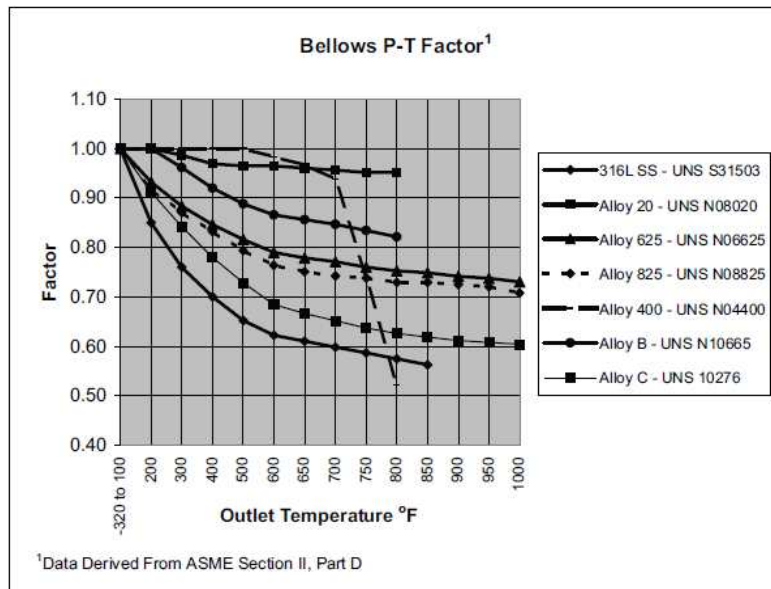


Figure C.1—Bellows Pressure-temperature Rating Factor

### 3 Trecho extraído da norma ASME PTC 25-2008 - Pressure Relief - Devices Performance Test Codes

#### 2-7 OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF PRESSURE RELIEF DEVICES

*primary pressure*: the pressure at the inlet in a pressure relief device

*secondary pressure*: the pressure existing in the passage between the actual discharge area and the valve outlet in a safety, safety relief, or relief valve.

<b>Pressure containing members</b>	<b>Pressure-retaining members</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>body</i>: a <u>pressure-containing</u> member of a pressure relief device that supports the parts of the valve assembly and has provision(s) for connecting to the primary and secondary pressure source(s).</li> <li>• <i>nozzle</i>: a primary <u>pressure-containing</u> component in a pressure relief valve that forms a part or all of the inlet flow passage.</li> <li>• <i>seat</i>: the pressure-sealing surfaces of the fixed and moving <u>pressure-containing</u> components</li> <li>• <i>bonnet</i>: a component of a direct spring valve or of a pilot in a pilot-operated valve that supports the spring. It may or may not be <u>pressure containing</u>.</li> <li>• <i>cap</i>: a component used to restrict access and/or protect the adjustment screw in a reclosing pressure relief device. It may or may not be a <u>pressure-containing</u> part.</li> <li>• <i>bellows</i>: a flexible, <u>pressure-containing</u> component of a balance direct spring valve used to prevent changes in set pressure when the valve is subjected to a superimposed back pressure or to prevent corrosion between the disk holder and guide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>yoke</i>: a <u>pressure-retaining</u> component in a pressure relief device that supports the spring in a pressure relief valve or pin in a non reclosing device but does not enclose them from the surrounding ambient environment.</li> </ul>

## 5- Trechos extraídos da norma ISO 4126-1:2004 - Safety devices for protection against excessive pressure — Part 1: Safety valves

### 1 Scope

This part of this European Standard specifies general requirements for safety valves irrespective of the fluid for which they are designed.

It is applicable to safety valves having a flow diameter of 6 mm and above which are for use at set pressures of 0,1 bar gauge and above.

No limitation is placed on temperature.

### 6 Production testing

#### 6.1 Purpose

The purpose of these tests is to ensure that all safety valves meet the requirements for which they have been designed without exhibiting any form of leakage from pressure retaining components or joints.

#### 6.2 General

It is permissible to adopt an alternative test of equal validity (e.g. proof of design tests associated with statistical sampling) to the hydrostatic test for valve shells with:

- threaded ends ; and
- a maximum inlet diameter of 32 mm ; and
- a ratio of bursting pressure to design pressure of at least 8 ; and
- a design pressure equal to or less than 40 bar ; and
- for use with non-hazardous fluids ;

and also for valves as above but with :

- a design pressure greater than 40 bar; and
- a ratio of bursting pressure to design pressure of at least 10 ; and
- material which is either wrought or forged.

All temporary pipes and connections and blanking devices shall be adequate to safely withstand the test pressure.

Any temporary welded-on attachments shall be carefully removed and the resulting weld scars shall be ground flush with the parent material. After grinding, all such scars shall be inspected by using magnetic particle or fluid penetrant techniques.

### 6.3 Hydrostatic testing

#### 6.3.1 Application

The portion of the valve from the inlet to the seat shall be tested to a pressure 1,5 times the manufacturer's stated maximum pressure for which the safety valve is designed.

The shell on the discharge side of the seat shall be tested to 1,5 times the manufacturer's stated maximum back pressure for which the valve is designed.

#### 6.3.2 Duration

The test pressure shall be applied and maintained at the required magnitude for a sufficient length of time to permit a visual examination to be made of all surfaces and joints, but in any case for not less than the times given in Table 2.

For tests on the discharge side of the seat, the testing time shall be based on the pressure specified in 6.3.1 and the discharge size.



**Table 2 — Minimum duration of hydrostatic test**

Nominal size DN	Pressure rating		
	Up to 40 bar (4 MPa)	Greater than 40 bar (4 MPa) up to 63 bar (6,3 MPa)	Greater than 63 bar (6,3 MPa)
Minimum duration in minutes			
DN ≤ 50	2	2	3
50 < DN ≤ 65	2	2	4
65 < DN ≤ 80	2	3	4
80 < DN ≤ 100	2	4	5
100 < DN ≤ 125	2	4	6
125 < DN ≤ 150	2	5	7
150 < DN ≤ 200	3	5	9
200 < DN ≤ 250	3	6	11
250 < DN ≤ 300	4	7	13
300 < DN ≤ 350	4	8	15
350 < DN ≤ 400	4	9	17
400 < DN ≤ 450	4	9	19
450 < DN ≤ 500	5	10	22
500 < DN ≤ 600	5	12	24

### 6.3.3 Acceptance criteria

No leakage from the tested parts as defined in 6.3.1 is accepted.

### 6.3.4 Safety requirements

Water shall normally be used as the test medium. Where other liquids are used, additional precautions may be necessary.

Valve bodies shall be properly vented to remove entrapped air.

If materials which are liable to failure by brittle fracture are incorporated in that part of the safety valve which is to be hydrostatically tested, then both the safety valve, or part thereof, and the testing medium shall be at a sufficient temperature to prevent the possibility of such failure.

No valve or part thereof undergoing pressure testing shall be subjected to any form of shock loading, for example hammer testing.

### 6.6 Seat leakage test

The seat leakage test of a safety valve shall be carried out.

The test procedure and leakage rate shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

#### **Colaboraram neste documento:**

1. Nilo Sérgio Batitucci Ambrósio eng<sup>o</sup> Consultor Técnico da Petrobras/REVAP
2. Ricardo Cardo Peron Di Puglia eng<sup>o</sup> Coordenador da Petrobras/Fabricação, Construção e Montagem.