

ABNT NBR 14250

Reguladores de pressão para cilindros de gases usados em solda, corte e processos afins - Requisitos e métodos de ensaio

Pressure regulators for gas cylinders used in welding,
cutting and allied processes - Requirement and test methods



Exemplar para uso exclusivo - Gastechnique do Brasil Ltda

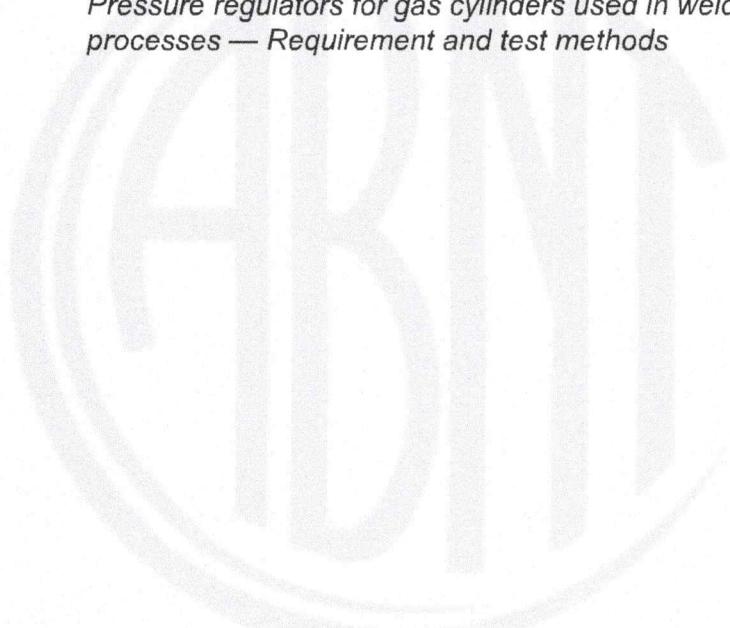
NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
14250

Segunda edição
17.08.2016

**Reguladores de pressão para cilindros de gases
usados em solda, corte e processos afins —
Requisitos e métodos de ensaio**

*Pressure regulators for gas cylinders used in welding, cutting and allied
processes — Requirement and test methods*



ICS 25.160; 23.060.40

ISBN 978-85-07-06477-0



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 14250:2016
15 páginas



© ABNT 2016

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av.Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 3974-2346
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	v
1 Escopo	1
2 Referências normativas.....	1
3 Termo e definição.....	1
4 Unidades	3
4.1 Unidade de pressão	3
4.2 Unidade de vazão	3
4.3 Unidade de temperatura	3
5 Requisitos de fabricação.....	4
5.1 Materiais.....	4
5.1.1 Materiais metálicos	4
5.1.2 Materiais não metálicos (materiais sintéticos).....	4
5.2 Projeto, usinagem e montagem	4
5.2.1 Reguladores de pressão para oxigênio	4
5.2.2 Filtro	4
5.2.3 Registro de saída	5
5.2.4 Dispositivo de regulagem da pressão.....	5
5.2.5 Válvula de alívio	5
5.2.6 Manômetros	5
5.2.7 Estanqueidade ao gás	5
5.2.8 Resistência mecânica.....	5
6 Características.....	6
6.1 Conexões de entrada	6
6.2 Conexões de saída.....	6
7 Características físicas	6
7.1 Pressões	6
7.1.1 Pressão (máxima) de entrada, p_1.....	6
7.1.2 Pressão (máxima) de saída, p_2	7
7.2 Fluxo do gás	7
7.2.1 Descarga máxima, $Q_{\text{máx.}}$.....	7
7.2.2 Descarga nominal Q_1.....	7
7.3 Classes de aparelhos reguladores de pressão	7
7.4 Características operacionais	7
7.4.1 Coeficiente de fechamento, R	7
7.4.2 Coeficiente de irregularidade, i.....	7
7.4.3 Cuidados com as temperaturas de operação.....	7
8 Marcação.....	8
9 Métodos de ensaio	10
9.1 Generalidades.....	10
9.2 Amostras de ensaio e documentos necessários	10
9.3 Condições para os ensaios	10

9.3.1	Características gerais para a instalação do ensaio	10
9.3.2	Tipo do gás	10
9.3.3	Dados de medição para o ensaio	10
9.3.4	Medição da pressão	11
9.4	Ensaios funcional e de desempenho	11
9.4.1	Descarga máxima, $Q_{\text{máx.}}$	11
9.4.2	Descarga nominal, Q_1	11
9.4.3	Coeficiente de irregularidade (i) e controle da função mecânica.....	11
9.4.4	Coeficiente de fechamento R	12
9.5	Ensaios mecânicos	13
9.5.1	Ensaios internos de pressão	13
9.5.2	Ensaios de vazamento.....	13
9.5.3	Ensaio de ignição para reguladores de oxigênio (ver Figura 5).....	14
9.5.4	Ensaio da válvula de alívio.....	14

Figuras

Figura 1 – Regulador de pressão.....	3
Figura 2 – Curvas típicas de expansão dinâmica.....	9
Figura 3 – Exemplo de medição para descarga máxima $Q_{\text{máx.}}$	14
Figura 4 – Exemplo de medição para curvas de expansão dinâmica	15
Figura 5 – Exemplo de ensaio de ignição para reguladores de oxigênio	15

Tabelas

Tabela 1 – Terminologia	2
Tabela 2 – Símbologia	6
Tabela 3 – Classes de aparelhos.....	8
Tabela 4 – Coeficiente de conversão.....	12
Tabela 5 – Pressões de ensaio.....	13

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 14250 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Máquinas e Equipamentos Mecânicos (ABNT/CB-004), pela Comissão de Estudo Cilindros para Gases e Acessórios (CE-004:009.007). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 06, de 13.06.2016 a 11.08.2016.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 14250:1998), a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This standard specify the required conditions and main characteristics of one or two stage pressure regulators normally used for compressed gases in cylinders with pressures up 20 MPa (200 bar) and also dissolved acetylene cylinders.



Reguladores de pressão para cilindros de gases usados em solda, corte e processos afins — Requisitos e métodos de ensaio

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos e as características principais dos reguladores de pressão de um e dois estágios, normalmente usados para gases comprimidos em cilindros com pressões até 20 MPa (200 bar) e para acetileno dissolvido também em cilindros.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 11725, *Conexões e roscas para válvulas de cilindros para gases*

ABNT NBR 12176, *Cilindros para gases – Identificação do conteúdo*

ABNT NBR 13196, *Manômetros para gases comprimidos utilizados em solda, corte e processos afins – Especificações*

ISO 48, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 5171, *Gas welding equipment – Pressure gauges used in welding, cutting and allied processes*

CGA-E1, *Standard for Rubber Welding Hose and Hose Connections for Gas Welding, Cutting, and Allied Processes Termos e definições*

3 Termo e definição

Para os efeitos deste documento, aplica-se o seguinte termo e definição.

3.1

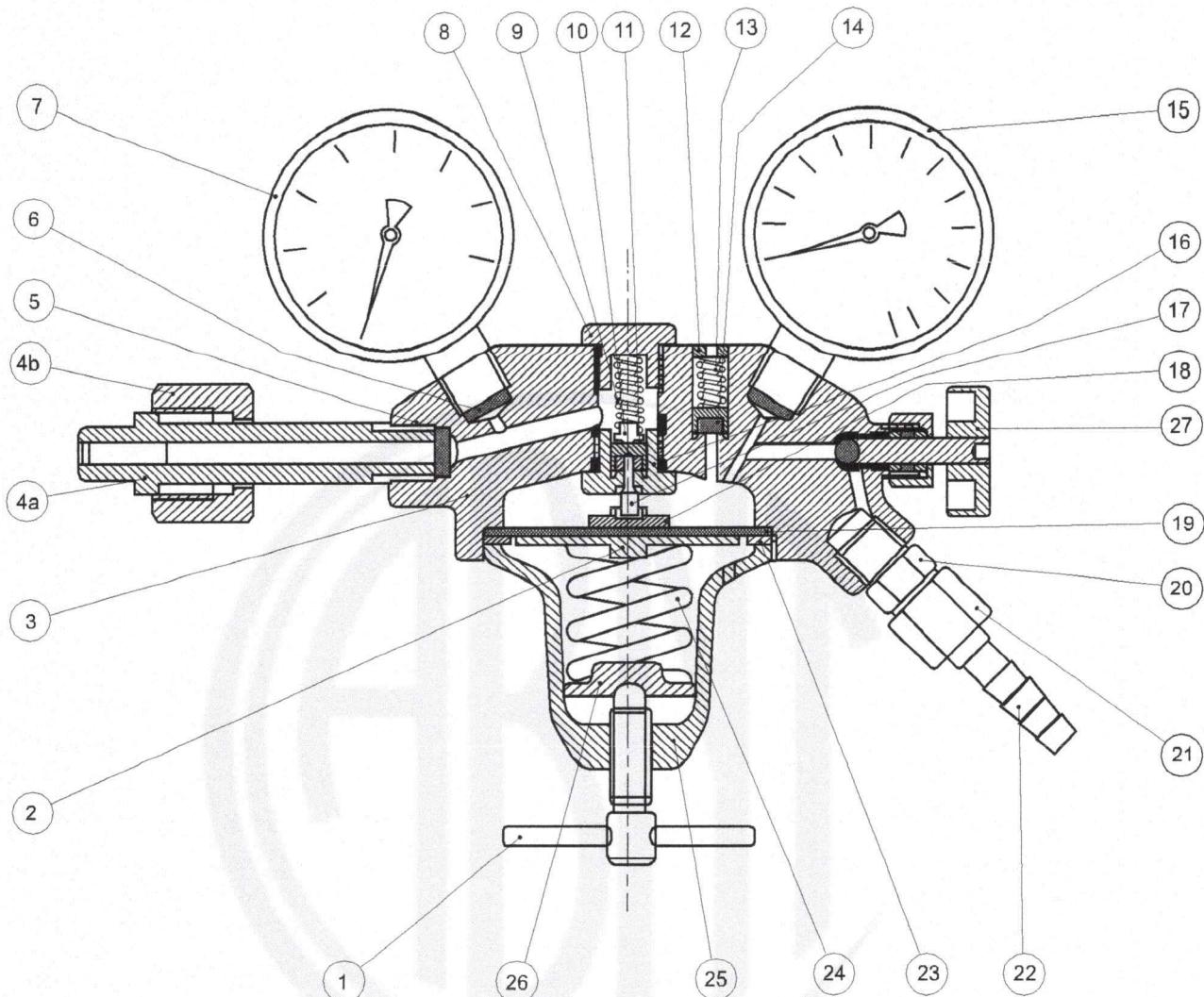
regulador de pressão

aparelho destinado a reduzir uma pressão de entrada, geralmente variável e alta, para uma pressão de saída baixa o mais constante possível

NOTA A terminologia para os reguladores de pressão é fornecida na Figura 1, com as denominações escritas na Tabela 1. A Figura do regulador é somente um exemplo.

Tabela 1 – Terminologia

Item nº	Denominação
1	Parafuso de regulagem da pressão
2	Base superior da mola (apoio)
3	Corpo
4 a	Conektor de entrada
4 b	Porca de entrada
5	Filtro de entrada
6	Anel de vedação
7	Manômetro de alta pressão
8	Bujão de fechamento da câmara alta
9	Mola do obturador
10	Guia da mola
11	Obturador
12	Parafuso de regulagem da válvula de alívio
13	Mola da válvula de alívio
14	Obturador da válvula de alívio
15	Manômetro de baixa pressão
16	Sede do obturador
17	Pino (haste)
18	Base do diafragma (apoio)
19	Diafragma
20	Conexão de saída
21	Porca de saída
22	Bico de mangueira
23	Anel do diafragma
24	Mola de regulagem
25	Capa
26	Base inferior da mola de regulagem (apoio)
27	Registro de saída



NOTA 1 Os itens 4a e 4b são exemplos e não precisam ser especificados porque existem outros tipos.

NOTA 2 Os itens 12, 13 e 14 compõem a válvula de alívio.

NOTA 3 No item 27, o registro de saída é opcional; ver 6.2.3.

Figura 1 – Regulador de pressão

4 Unidades

4.1 Unidade de pressão

As pressões indicadas são pressões manométricas, ou seja, pressões que excedem a pressão atmosférica. Estas são expressas conforme o Sistema Internacional de Unidades, em pascals e seus correspondentes múltiplos. Porém, é permitido também o uso da unidade bar.

4.2 Unidade de vazão

As vazões são expressas em metros cúbicos por hora.

4.3 Unidade de temperatura

As temperaturas são expressas em graus Celsius.

5 Requisitos de fabricação

5.1 Materiais

Os materiais que entram em contato com os gases devem possuir uma resistência adequada à ação química, mecânica e térmica dos gases de trabalho em condições de operação.

5.1.1 Materiais metálicos

5.1.1.1 Aplicação de acetileno e gases de propriedades químicas semelhantes

O conteúdo de cobre nos materiais que estão sujeitos a entrar em contato com este tipo de gás não pode exceder 70 %. Para o caso de manômetros de alta pressão para acetileno, o conteúdo de cobre deve estar de acordo com a ABNT NBR 13196.

NOTA A ABNT NBR 13196 de manômetros, para solda e corte, corresponde à ISO 5171.

Onde são usadas ligas de prata e cobre, para efeitos de solda ou brasagem, o metal de enchimento da junta não deve exceder em sua camada uma espessura de 0,3 mm. Os conteúdos de prata em 43 % e de cobre em 21 % não podem ser ultrapassados.

Soldas excessivas de cobre e prata devem ser evitadas. Juntas capilares podem ser usadas nestes casos.

5.1.1.2 Aplicação de oxigênio

Todos os componentes em contato com oxigênio devem estar livres de óleos e gorduras (hidrocarbonetos). As molas e outras peças móveis que entram em contato com oxigênio devem ser feitas com materiais à prova de oxidação.

5.1.2 Materiais não metálicos (materiais sintéticos)

Os materiais não metálicos ou sintéticos (vedações, lubrificantes), sujeitos a entrar em contato com acetileno, devem ter uma resistência adequada a solventes de acetona e de dimetilformaldeído (DMF).

Resistência adequada significa que os materiais devem satisfazer as seguintes condições: depois de uma permanência de 168 h (sete dias) em uma atmosfera saturada com vapor do solvente a 23 °C e secagem subsequente de 70 h a 40 °C e de 24 h a 23 °C, a mudança de peso não pode exceder em 15 % (resistência ao inchaço) e a mudança de dureza não pode exceder ± 15 unidades IRHD (ver ISO 48).

Lubrificantes para oxigênio devem ser usados somente lubrificantes adequados para uso com oxigênio nas pressões e temperaturas determinadas.

5.2 Projeto, usinagem e montagem

5.2.1 Reguladores de pressão para oxigênio

Os reguladores de pressão para oxigênio devem estar de tal forma projetados, usinados e montados que minimizem o risco de incêndios internos. Todos os componentes e acessórios devem ser inteiramente limpos e desengraxados antes da montagem.

5.2.2 Filtro

Um filtro de tamanho compatível com a descarga do gás deve ser montado na entrada do regulador de pressão.

5.2.3 Registro de saída

Reguladores de pressão podem ser equipados com um registro de saída. Neste caso, o pino-eixo do registro deve estar aprisionado nele.

5.2.4 Dispositivo de regulagem da pressão

Este dispositivo de regulagem da pressão deve estar projetado de tal forma que não seja possível a válvula do regulador de pressão ficar presa na posição de abertura. Um exemplo disso seria a mola de regulagem entrar no estado sólido.

5.2.5 Válvula de alívio

O sentido desta válvula é assegurar que os elementos do regulador de pressão estejam protegidos contra a menor falha do mecanismo de pressão. Quando ajustada, a válvula de alívio deve reter fechado o gás até uma pressão acima da pressão máxima alcançada, após o fluxo do gás de saída ter sido fixado para a pressão p_2 de início e os coeficientes correspondentes de i e R (ver 8.4.1 e 8.4.2). A válvula deve ser ajustada de tal forma que a descarga do gás fluia por ela sem perigo.

A descarga mínima da válvula de alívio QVA, quando ajustada, deve ser igual ou maior que a descarga nominal do regulador Q_1 (ver Tabela 2) para uma pressão pVA definida pela expressão: $pVA = 2p_2$. A descarga QVA é obtida para uma pressão de saída pA (pressão atmosférica).

NOTA Existem aparelhos que liberam o gás com pressões maiores que pVA . Estes não são considerados válvulas de alívio no sentido desta Norma, porém convém que correspondam aos requisitos de estanqueidade ao gás e descarregá-lo de forma constante e segura, conforme já especificado.

5.2.6 Manômetros

Os manômetros, montados externamente ao regulador, devem estar de acordo com a ABNT NBR 13196. Se os manômetros fazem parte integrante do regulador, os requisitos operacionais de segurança relevantes estipulados na ABNT NBR 13196 devem ser aplicados.

5.2.7 Estanqueidade ao gás

Os reguladores de pressão devem ser estanques, isto é, não podem ocorrer vazamentos externos ou internos para pressões normais de utilização.

5.2.8 Resistência mecânica

Dois aspectos devem ser considerados, conforme 5.2.8.1 e 5.2.8.2.

5.2.8.1 Aptidão para o serviço

Reguladores de pressão devem ser projetados e construídos de tal maneira que a aplicação da pressão na câmara de alta pressão e de baixa pressão não leve a deformações permanentes.

5.2.8.2 Segurança

Reguladores de pressão devem ser projetados e construídos de tal maneira que, se a câmara de baixa pressão ou a câmara intermediária de pressão (no caso de reguladores de dois estágios) estiverem em comunicação direta com o cilindro cheio de gás, por exemplo, com o obturador do regulador mantido aberto e a conexão de saída fechada, então um sistema de segurança deve ser acionado para reter o gás ou liberá-lo com segurança.

6 Características

6.1 Conexões de entrada

Reguladores de pressão devem ser feitos de tal maneira que a conexão de entrada seja compatível com a saída da válvula do cilindro do gás, de acordo com a ABNT NBR 11725.

6.2 Conexões de saída

As conexões de saída devem ser conforme CGA-E1 e de acordo com as seguintes condições:

- orientação dos bicos de mangueira: preferencialmente, devem ser colocados com a ponta para baixo, afastados do cilindro;
- bicos de mangueira curvos não podem ser usados.

7 Características físicas

As características físicas apresentam símbolos conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Simbologia

Símbolo	Descrição
p_1	Pressão de entrada máxima
p_2	Pressão de saída máxima
p_3	Pressão de entrada mínima (crítica) ($p_3 = 2p_2 + 1$ bar ou 0,1 MPa) para ensaios de tipo
p_4	Pressão de saída estabilizada depois de cessar o fluxo
p_{VA}	Pressão para a descarga da válvula de alívio ($p_{VA} = 2p_2$)
p_5	A maior ou menor pressão de saída durante o ensaio
Q_1	Descarga nominal
Q_{VA}	Descarga mínima da válvula de alívio
$Q_{máx.}$	Descarga máxima
R	Coeficiente de fechamento $R = \frac{(p_4 - p_2)}{p_2}$
i	Coeficiente de irregularidade $i = \frac{(p_5 - p_2)}{p_2}$

7.1 Pressões

7.1.1 Pressão (máxima) de entrada, p_1

Pressão máxima do fluxo do gás para o qual o regulador de pressão foi projetado, conforme a Tabela 3.

7.1.2 Pressão (máxima) de saída, p_2

Pressão máxima de saída que corresponde à pressão dentro da câmara de baixa pressão especificada na Tabela 3.

7.2 Fluxo do gás

7.2.1 Descarga máxima, $Q_{\text{máx.}}$

A descarga máxima do gás em questão, expressa em metros cúbicos por hora, é aquela que o regulador de pressão pode fornecer com pressão p_3 , definida pela equação:

$$p_3 = 2p_2 + 1 \text{ bar (0,1 MPa)}$$

Esta descarga é obtida para uma pressão de saída p_2 .

NOTA O valor m³/h tem como referência 23 °C, e pressão a 1,013 bar abs (0,101 3 MPa) e umidade relativa de 65 %.

7.2.2 Descarga nominal Q_1

A descarga nominal do regulador é fornecida na Tabela 3.

7.3 Classes de aparelhos reguladores de pressão

O desempenho de um regulador e sua classe ficam determinados pelos valores de descargas normais Q_1 mostrados na Tabela 3.

7.4 Características operacionais

7.4.1 Coeficiente de fechamento, R

Este coeficiente está identificado pela equação:

Onde p_4 é a pressão de saída estabilizada (pressão de estabilização), observada 1 min depois de cessar a descarga, com o regulador atuando nas condições normais iniciais p_2 , p_3 , Q_1 .

Para descarga nominal, o coeficiente de aumento de pressão no fechamento R deve ser menor que 0,3.

7.4.2 Coeficiente de irregularidade, i

Este coeficiente está identificado pela equação:

Onde p_5 é o maior ou menor valor da pressão de saída (ver Figura 2), durante o ensaio no qual a pressão de entrada varia de p_1 a p_3 para um fluxo igual à descarga nominal Q_1 , de acordo com a Tabela 3.

Os limites para o valor i devem ser entre – 0,3 e + 0,3.

7.4.3 Cuidados com as temperaturas de operação

Em condições normais de operação, o regulador de pressão deve estar apto para operar normalmente nas temperaturas até as quais ele foi definido.

8 Marcação

A seguinte informação deve estar clara e permanentemente marcada no corpo, tampa ou placa do regulador de pressão:

- nome do fabricante ou seu símbolo;
- classe do regulador de acordo com 7.3;
- denominação do gás para o qual será usado;
- pressão máxima de entrada (somente para oxigênio e outros gases comprimidos).

O gás determinado para uso deve ser identificado. Onde há necessidade de abreviação do gás devem valer as abreviaturas e cores definidas pela ABNT NBR 12176.

Tabela 3 – Classes de aparelhos

Gás	Classe	Pressão de entrada máxima (p_1) bar (MPa)	Pressão de saída máxima (p_2) bar (MPa)	Descarga nominal ^a (Q_1) m ³ /h
Oxigênio e outros gases comprimidos 150 bar ou 200 bar (15 MPa ou 20 MPa)	I	150 ou 200 (15 ou 20)	3,5 (0,35)	5
	II	150 ou 200 (15 ou 20)	8,0 (0,8)	25
	III	150 ou 200 (15 ou 20)	10,0 (1,0)	30
	IV	150 ou 200 (15 ou 20)	12,5 (1,25)	40
	V	150 ou 200 (15 ou 20)	20,0 (2,0)	50
Acetileno dissolvido	0	15 a 20 (1,5 a 2,0)	0,625 (0,062 5)	1
	I	15 a 20 (1,5 a 2,0)	0,8 (0,08)	1
	II	15 a 20 (1,5 a 2,0)	1,5 (0,15)	5

^a Um regulador de pressão pertence a uma das classes especificadas acima, quando a descarga máxima $Q_{máx}$ não é mais baixa que a descarga nominal Q_1 da classe correspondente.

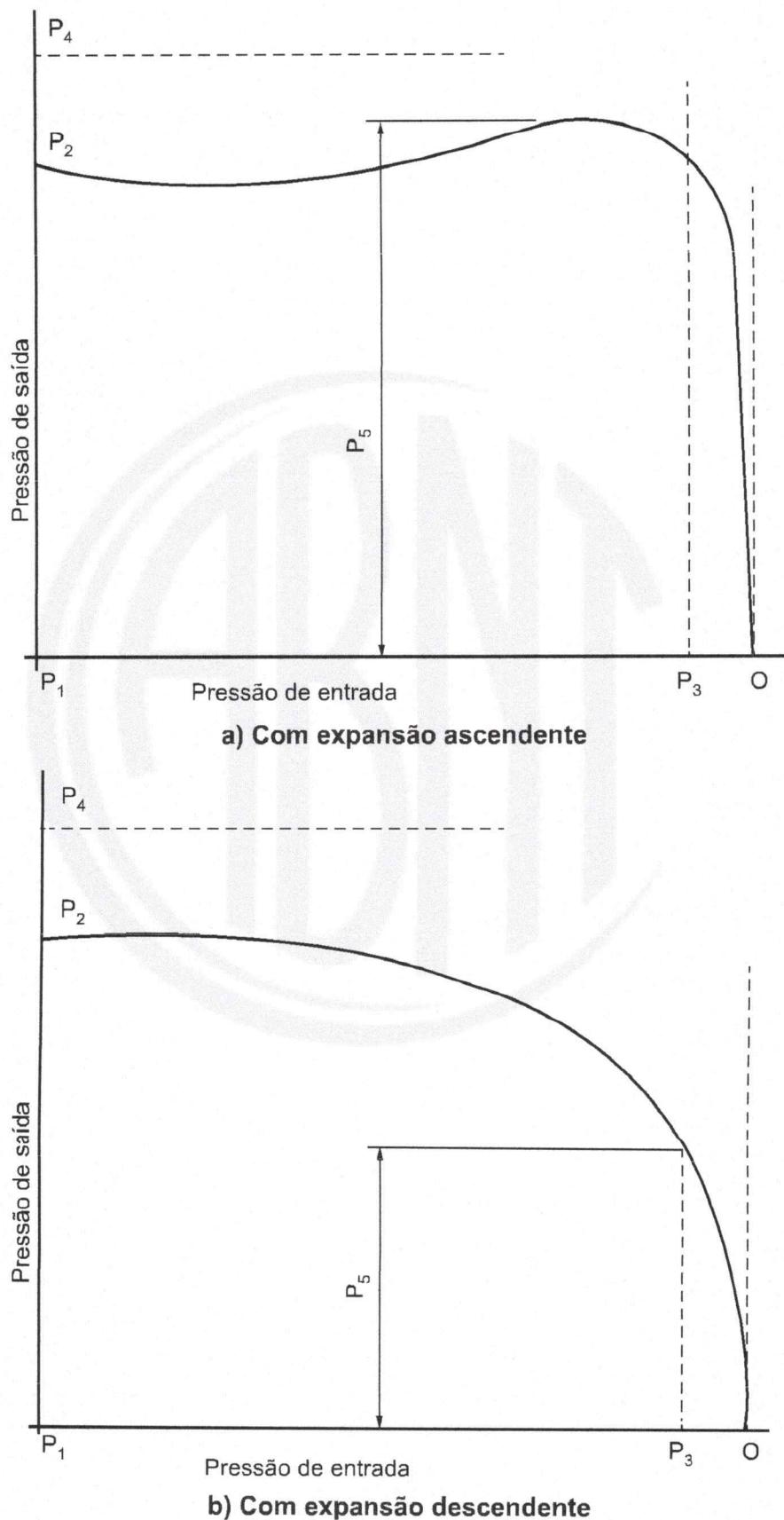


Figura 2 – Curvas típicas de expansão dinâmica

9 Métodos de ensaio

9.1 Generalidades

Os ensaios para um regulador de um determinado tipo em conformidade com esta Norma consistem em:

- ensaios propriamente ditos, e
- controle de documentos.

A conformidade com os requisitos desta Norma pode ser confirmada por um instituto de ensaios neutro.

9.2 Amostras de ensaio e documentos necessários

Para os ensaios devem ser fornecidos as seguintes amostras e documentos:

- três amostras de reguladores com um adicional de dez arruelas do conector de entrada, quando necessário;
- três cópias de desenhos de conjunto com lista de materiais;
- duas cópias de desenhos de peças pertinentes;
- um certificado do fabricante especificando os materiais importantes e sua validade de uso.

Os ensaios devem ser executados com reguladores novos, os quais devem estar em boas condições e de acordo com os desenhos.

9.3 Condições para os ensaios

9.3.1 Características gerais para a instalação do ensaio

Todas as tubulações da instalação de ensaio junto com a válvula que controla o fluxo devem ter passagens maiores que aquela do regulador que está sendo ensaiado.

9.3.2 Tipo do gás

Os ensaios devem ser executados, com ar ou com nitrogênio isentos de óleo e graxa (hidrocarbonetos).

Em todos os casos, os ensaios devem ser feitos com gás seco, com um máximo conteúdo de umidade de 50 ppm correspondendo a um ponto de orvalho de – 48 °C. Reguladores de oxigênio devem ser ensaiados com oxigênio.

9.3.3 Dados de medição para o ensaio

Os dados para medição do fluxo e da pressão são estabelecidos nas condições de temperatura de 23 °C e pressão absoluta de 1,013 bar (0,101 3 MPa).

Os medidores de vazão devem ter precisão de $\pm 3\%$.

Os indicadores de pressão devem ter a classe A2.

9.3.4 Medição da pressão

A bancada de ensaio deve estar construída de tal forma que as pressões dos fluxos de entrada e de saída possam ser reguladas. O equipamento pode ser operado por controle remoto.

O suprimento de gás, para a pressão máxima nominal de entrada p_1 e para p_3 , deve ser suficiente e atender a esta capacidade.

9.4 Ensaios funcional e de desempenho

9.4.1 Descarga máxima, $Q_{máx}$.

A descarga máxima $Q_{máx}$. deve ser medida; um método de medição está sendo mostrado na Figura 3.

O regulador, por exemplo, pode ser alimentado por um cilindro compensador. A pressão mínima de entrada do fluxo p_3 (ver 7.2.1) deve ser mantida constante com a ajuda de um regulador auxiliar ou um outro aparelho equivalente.

O parafuso de regulagem do regulador ensaiado deve estar totalmente apertado e a válvula de regulagem ajustada, de maneira que:

- a pressão de saída do fluxo indique a pressão máxima de saída p_2 correspondente à classe do regulador; e
- o fluxômetro indique a máxima descarga $Q_{máx}$. levando em consideração os dados corrigidos, indicados em 9.3.3, com medição de temperatura indicada por um termômetro.

NOTA $Q_{máx}$. definido nesta Norma é um valor convencional, que pode ser mais baixo que o fluxo real, o qual o regulador poderia permitir em condições diferentes.

9.4.2 Descarga nominal, Q_1

As condições de ensaio são as mesmas indicadas em 9.4.1, porém a descarga inicial deve estar ajustada à correspondente descarga nominal Q_1 .

9.4.3 Coeficiente de irregularidade (i) e controle da função mecânica

Para determinação do coeficiente de irregularidade i e da função mecânica correta, é necessário representar uma curva de expansão dinâmica. Esta curva indica a baixa pressão como uma função da alta pressão. Durante este ensaio, a alta pressão varia da pressão de entrada máxima assinalada p_1 até a pressão p_3 .

Um exemplo das condições para este ensaio é dado na Figura 4.

O regulador é equipado com dois manômetros de ensaio, de preferência que sejam manômetros registradores (pode ser qualquer outro aparelho registrador que registre diretamente a curva de expansão dinâmica). O regulador é alimentado no mínimo por dois cilindros de gás, sendo que a todo tempo somente um cilindro deve estar em operação.

Todos os cilindros devem estar cheios de gás para o ensaio com a pressão de entrada máxima especificada p_1 . A descarga do regulador deve ser controlada por uma válvula de regulagem e medida com um medidor de vazão (por exemplo, fluxômetro).

9.4.3.1 Ajustes antes dos ensaios

Com o regulador alimentado pelo cilindro auxiliar, manipular o parafuso de regulagem e a válvula de regulagem para obter a descarga nominal Q_1 com a pressão de saída p_2 , cujos valores estão indicados na Tabela 3, identificando o regulador escolhido e levando em conta as correções com o coeficiente de conversão assinalado na Tabela 4. Estes valores são calculados levando em consideração a temperatura do gás regulado medido por um termômetro.

Tabela 4 – Coeficiente de conversão

Gás de ensaio	Ar	Oxigênio	Nitrogênio	Argônio	Hidrogênio	Hélio	Acetileno
Ar	1	0,950	1,02	0,852	3,81	2,695	1,05
Nitrogênio	0,983	0,930	1	0,837	3,75	2,650	1,03

9.4.3.2 Ensaios

Sem mudar o ajuste de 9.4.3.1, fechar a válvula do cilindro auxiliar e abrir a do cilindro primário. A partir deste momento, os valores de pressão do fluxo de alta e de baixa devem ser registrados. A capacidade do cilindro de gás primário deve ser suficiente para um período de ensaio de pelo menos 15 min. Entretanto, se os ajustes antes do ensaio forem considerados em menos de 30 s e o cilindro de gás auxiliar tiver a capacidade suficiente, então o ensaio pode ser realizado sem ligar o cilindro de gás primário.

9.4.3.3 Resultados

Durante o ensaio não podem existir evidências de oscilações ou travamentos do regulador, resultando em uma curva de expansão dinâmica suave e regular, sem elevar-se até um máximo (ver Figura 2 a) ou cair abruptamente (ver Figura 2 b).

A pressão p_5 para o coeficiente de irregularidade i representa o valor mais alto ou mais baixo da pressão de saída durante o ensaio, no qual a pressão de entrada varia de p_1 a p_3 (ver 7.4.2).

$$i = \frac{(p_5 - p_2)}{p_2}$$

9.4.4 Coeficiente de fechamento R

Com o regulador ajustado na mesma situação de 9.4.2, proceder da seguinte maneira: com a descarga fechada pela válvula de regulagem, o ponteiro do manômetro de baixa (classe A2) se movimenta para um valor maior e se estabiliza.

Anotar a pressão de estabilização p_4 depois de 1 min, para então determinar o valor R (ver 8.4.1).

$$R = \frac{(p_4 - p_2)}{p_2}$$

9.5 Ensaios mecânicos

9.5.1 Ensaios internos de pressão

9.5.1.1 Ensaio de aptidão para o serviço

Para este ensaio (ver 5.2.8.1), a válvula de alívio, o diafragma e os manômetros devem ser substituídos por bujões. As câmaras de alta e baixa pressão são pressurizadas hidráulicamente por 5 min. Depois do ensaio não pode existir deformação permanente. Verificar com um instrumento comparador.

As pressões de ensaio são fornecidas na Tabela 5.

Tabela 5 – Pressões de ensaio

Alta pressão	Baixa pressão
300 bar (30 MPa)	Oxigênio e outros gases comprimidos. Classes I e II Acetileno. Classes 0, I e II 30 bar (3 MPa)
	Oxigênio e outros gases comprimidos. Classes III, IV e V 60 bar (6 MPa)

9.5.1.2 Ensaio de segurança

Para este ensaio (ver 5.2.8.2), o regulador deve ser colocado, inicialmente, com as pressões p_1 e p_2 . Os manômetros e a válvula de alívio devem ser substituídos por bujões, e a entrada de alta pressão deve ser bloqueada.

Um incremento da pressão deve ser aplicado pelo orifício de saída (o registro de saída do regulador deve estar aberto ou removido) até acima do valor p_1 , quando possível. Na ausência de quebras ou desprendimento de peças (quando houver rompimento), o ensaio deve ser considerado satisfatório.

9.5.2 Ensaios de vazamento

A estanqueidade do gás interna e externamente (ver 5.2.7) deve ser verificada durante a realização dos ensaios.

Os ensaios devem ser executados com ar, exceto para reguladores de hidrogênio e de hélio, os quais pode ser ensaiados com seus próprios gases.

9.5.2.1 Estanqueidade do obturador

A estanqueidade do obturador é ensaiada com a pressão máxima de entrada p_1 por 5 min. O obturador deve estar fechado (o parafuso de regulagem da pressão completamente aberto) e a saída aberta. Não deve existir escape de gás.

A estanqueidade do obturador também é ensaiada com a saída fechada, sendo que a pressão na câmara de baixa pressão deve ser ajustada para p_2 com o parafuso de regulagem. O valor de p_2 deve ficar constante durante o ensaio por 5 min. O ensaio deve ser repetido com a pressão crítica p_3 .

9.5.2.2 Estanqueidade externa ao gás

A estanqueidade do regulador é ensaiada com a pressão máxima de entrada p_1 . O parafuso de regulagem deve ser ajustado à pressão p_2 , fechando a saída. Durante um período de 2 min de ensaio, não podem existir vazamentos nas conexões dos manômetros ou em outras.

9.5.3 Ensaio de ignição para reguladores de oxigênio (ver Figura 5)

NOTA No caso de reguladores de duplo estágio, é necessário ensaiar também o primeiro estágio do regulador.

O regulador, com seu obturador completamente fechado (o parafuso de regulagem da pressão está totalmente desparafusado), é submetido pela entrada a choques de pressão de oxigênio industrial, com 99,5 % de pureza mínima sem hidrogênio. O sistema de ensaio deve estar provido com um equipamento de preaquecimento do oxigênio a $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$, com uma pressão mínima de 20 MPa (200 bar). O equipamento deve ter uma válvula de abertura rápida com furo não menor que 3 mm. O tempo determinado para elevação da pressão de ensaio a 20 MPa (200 bar) desde a pressão atmosférica deve ser de 20 ms. A conexão feita entre a válvula de abertura rápida e o regulador em ensaio deve ser a mais curta possível.

Cada série de ensaios deve consistir em 20 choques de pressão com intervalos de 30 s. Cada choque de pressão aplicado deve durar 10 s. Depois de cada aplicação de pressão no regulador, deve-se voltar à pressão atmosférica, o que é feito não pelo regulador e sim por uma sangria do fluxo de corrente de entrada.

Durante a série de ensaios, a pressão de entrada não pode variar mais que 3 %. O regulador não pode incendiar-se nem pode sofrer danos com marcas de queimaduras.

Para todos os ensaios de 9.5.2 e 9.5.3, o equipamento de ensaio deve contar com o filtro descrito em 5.2.2.

9.5.4 Ensaio da válvula de alívio

Para o ensaio, o obturador deve ser mantido aberto ou simplesmente removido. A saída do regulador deve ser bloqueada. Uma elevação da pressão é aplicada pelo orifício de entrada até um valor de pressão p_4 , momento no qual a válvula de alívio deve vedar firmemente. A pressão deve então ser elevada até a pressão de abertura da válvula de alívio, a qual deve ser observada. A elevação da pressão deve ser até $p_{VA} = 2p_2$. Com esta pressão, a descarga da válvula de alívio Q_{VA} deve ser medida. Com a redução da pressão, a válvula de alívio deve fechar com uma pressão acima de p_2 .

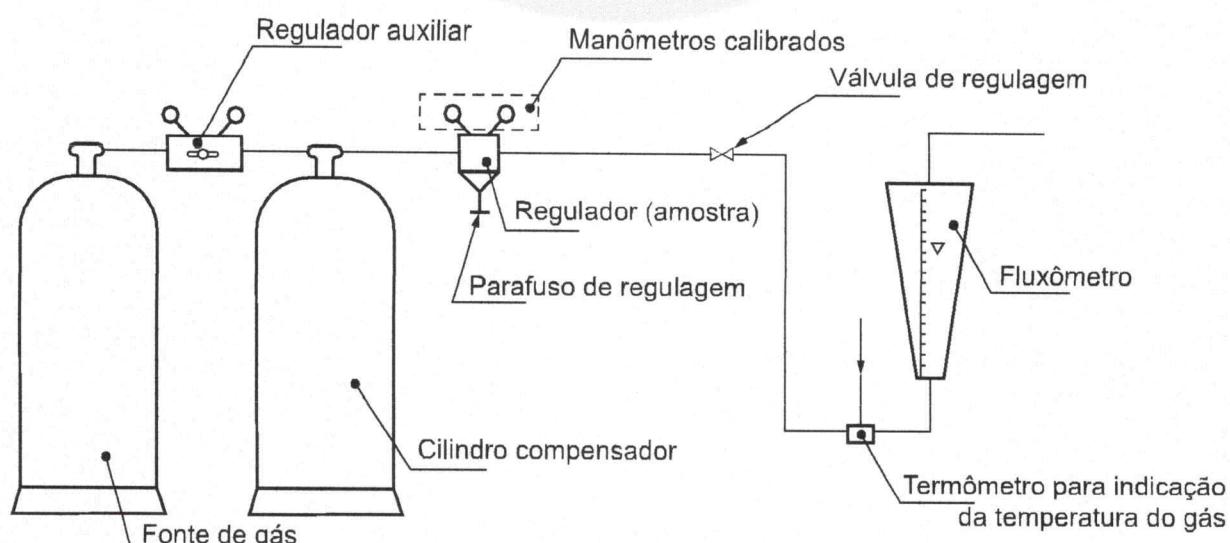


Figura 3 – Exemplo de medição para descarga máxima $Q_{máx}$.

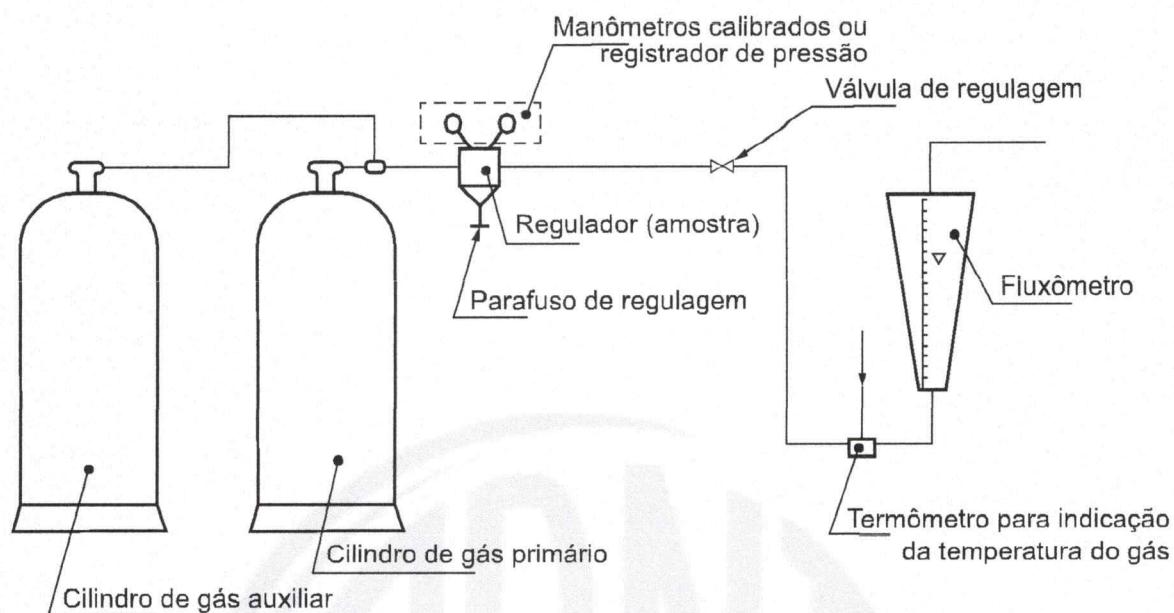


Figura 4 – Exemplo de medição para curvas de expansão dinâmica

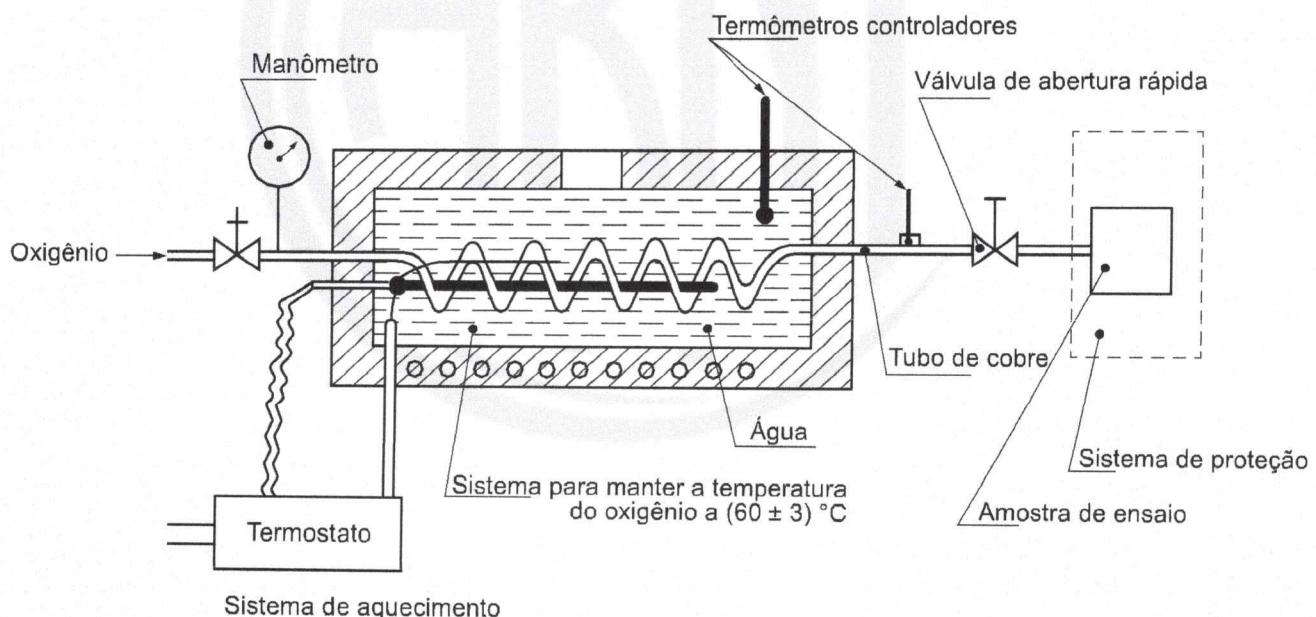


Figura 5 – Exemplo de ensaio de ignição para reguladores de oxigênio