

Anexo B – Tubos DE para Instrumentação

B.1 Objetivos

Este Anexo padroniza os tubos conformáveis em aço inoxidável (Tubo DE) para instrumentação e para traço de vapor a serem utilizados nas instalações da PETROBRAS.

B.2 Definições

Tubos para instrumentação são tubos conformáveis de aço inoxidável com paredes finas, resistentes à corrosão e com requisitos rígidos de tolerância do diâmetro externo, alternativamente denominados como tubos OD.

B.3 Referências Normativas

As referências normativas consideradas neste documento estão relacionadas no corpo desta Norma.

B.4 Características do Material

Característica	Descrição	Observações
Tipo de Tubo	Tubo DE	
Material	ASTM A269 Gr. TP 316L	Com teor mínimo de Molibdênio de 2,5%
Diâmetro externo	1/8"; 1/4"; 3/8"; 1/2" e 3/4"	
Espessura de parede	0,711mm (BWG 22-0,028") 0,889mm (BWG 20-0,035") 1,245mm (BWG 18-0,049") 1,651mm (BWG 16-0,065") 2,108mm (BWG 14-0,083") 2,769mm (BWG 12-0,109")	O Anexo A, desta norma, apresenta o critério de seleção da espessura de parede dos Tubos DE em função da classe de pressão.
Tolerância de Fabricação	Tolerância no diâmetro externo: +/-0,13 mm; Tolerância na espessura de parede: +/-15% para tubos de 1/8", 1/4" e 3/8"; +/-10% para tubos de 1/2" e 3/4";	ASTM A269 NOTA 1
Comprimento do tubo	Vara reta de 6 metros (Bobinas não são aceitas)	Todos os tubos devem ser fornecidos com plugues de proteção nas extremidades.
Processo de fabricação	Sem costura fabricados por processo de extrusão. Não é aceitável fabricação por processo de piercing	Não aceitável reparo com solda nos tubos
Tratamento térmico dos tubos	Recozimento brilhante com solubilização (tubos submetidos a temperatura mínima de 1.040°C em atmosfera protetiva, seguido de resfriamento rápido)	ASTM A269
Dureza Máxima	≤ 90 HRB	ASTM A269
Acabamento das superfícies	Superfícies interna e externa brilhantes, isentas de riscos, deformidades, ovalizações e sem escamação.	ASTM A269
Revestimento externo	Nenhum	
Marcações na superfície externa para identificação do tubo	- Nome do fabricante - Diâmetro nominal - Especificação do material - Espessura de parede - Código de rastreabilidade do lote	Impressões com tinta. Gravações em baixo relevo não são aceitáveis.

Certificados de Inspeção de Fabricação	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção dimensional – NOTA 1; - Avaliação de escamação superficial – NOTA 2. - Composição química (ASTM A269 316L \geq 2,5% Mo); - Teste de Tração (ASTM A1016); - Flaring Test (ASTM A1016); - Flattening Test (ASTM A1016); - Teste de dureza (ASTM A269) – NOTA 3; - Teste de corrosão (ASTM A262 prática E); - Teste hidrostático ou de correntes parasitas (100% dos tubos ASTM A1016). – NOTA 4. 	Para entregas compostas de tubos produzidos em lotes de fabricação distintos, devem ser apresentados certificados de inspeção de fabricação para cada um dos respectivos lotes. Testes executados e certificados por organismo de certificação credenciado no país de origem, de terceira parte, ou credenciado pelo INMETRO no Brasil.
<p>NOTA 1 A inspeção dimensional deve apresentar a medição de espessura de parede e o diâmetro de material da parede do tubo subtraindo a(s) parcela(s) de escamação superficial.</p> <p>NOTA 2 Avaliação microscópica de escamação nas superfícies interna e externa, com medição da camada comprometida pela escamação. Não é permitida a presença de escamação superficial interna nem externa.</p> <p>NOTA 3 Realizar medições de dureza complementares a 0,05 mm abaixo superfície e no meio da espessura da parede, em pelo menos uma amostra de cada diâmetro externo e de cada espessura de parede de tubos DE contidas nessa especificação.</p> <p>NOTA 4 O teste hidrostático ou de correntes parasitas pode ser realizado pelo próprio fabricante e o certificado deve ser avaliado pelo organismo de certificação credenciado. Para o caso de teste por correntes parasitas, não é aceitável nenhum defeito superficial, por exemplo, devido ao excesso de lubrificação durante a extrusão.</p>		

B.5 Codificação dos Tubos DE

A tabela a seguir apresenta os códigos dos Tubos DE em função da espessura de parede e do diâmetro externo.

		Código Tubo DE				
Diâmetro ext.		1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"
Espessura	0,028"	TUB-1/8-01	-	-	-	-
	0,035"	-	TUB-1/4-01	TUB-3/8-01	-	-
	0,049"	-	TUB-1/4-02	TUB-3/8-02	TUB-1/2-01	-
	0,065"	-	-	TUB-3/8-03	TUB-1/2-02	TUB-3/4-01
	0,083"	-	-	-	TUB-1/2-03	TUB-3/4-02
	0,109"	-	-	-	-	TUB-3/4-04

B.6 Propostas Técnicas

As empresas proponentes devem elaborar e apresentar propostas técnicas discriminando claramente o fabricante dos tubos a serem fornecidos, acompanhadas da respectiva documentação técnica e de qualidade, incluindo certificados de inspeção de fabricação, comprovando atendimento a todas as características técnicas requeridas e indicadas nesse documento. As Inspeções de Fabricação requeridas deverão ser executadas e certificadas por organismo de certificação credenciado no país de origem, de terceira parte, ou credenciado pelo INMETRO no Brasil.

O Contratante fará a avaliação do conteúdo das Propostas Técnicas quanto à conformidade das características técnicas e de qualidades requeridas.

B.7 Critérios de Aceitação no Recebimento e de Armazenamento

Devem ser atendidos os critérios de recebimento e armazenamento previstos na norma N-858 ou procedimento local.

Os tubos para instrumentação não devem receber pintura para identificação de material.

Os tubos devem ser acompanhados da documentação técnica e de qualidade, incluindo os Certificados de Inspeção de Fabricação típicos emitidos pelo fabricante, para todos os lotes recebidos. Tais documentos devem ser armazenados junto ao protocolo de recebimento do material.

Após recebimento dos tubos, é recomendável a realização das seguintes atividades:

- a) Inspeção visual verificando marcações dos tubos e superfícies brilhantes e isentas de riscos;
- b) Verificação de conformidade da documentação técnica e de qualidade, incluindo certificados de inspeção de fabricação, para todos os códigos de rastreabilidade impressos nos tubos recebidos, verificando atendimento a todas as características técnicas requeridas e indicadas nesse documento;
- c) Realização (por amostragem) de medições, metalografias e ensaios nos tubos recebidos.

A falta do envio da documentação técnica e de qualidade, dos certificados de inspeção de fabricação, divergências no conteúdo, ou outras eventuais divergências constatadas quanto ao atendimento dos requisitos indicados neste documento, sujeitam a devolução dos tubos recebidos.

B.8 Descrições, Números de Material (NM) e Códigos de Tubos DE

ITEM	DESCRIÇÃO	NM	CÓDIGO
1	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/8pol; par. 0,711mm (BWG 22-0,028"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.632.427	TUBI-1/8-01
2	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/4pol; par. 0,889mm (BWG 20-0,035"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.037.292	TUBI-1/4-01
3	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/4pol; par. 1,245mm (BWG 18-0,049"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.298.825	TUBI-1/4-02
4	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/8pol; par. 0,889mm (BWG 20-0,035"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	11.233.652	TUBI-3/8-01
5	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/8pol; par. 1,245mm (BWG 18-0,049"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.404.161	TUBI-3/8-02
6	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/8pol; par. 1,651mm (BWG 16-0,065"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.298.807	TUBI-3/8-03

7	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/2pol; par. 1,245mm (BWG 18-0,049"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	11.091.283	TUBI-1/2-01
8	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/2pol; par. 1,651mm (BWG 16-0,065"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.616.524	TUBI-1/2-02
9	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 1/2pol; par. 2,108mm (BWG 14-0,083"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.595.850	TUBI-1/2-03
10	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/4pol; par. 1,651mm (BWG 16-0,065"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	11.262.911	TUBI-3/4-01
11	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/4pol; par. 2,769mm (BWG 12-0.109"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.622.574	TUBI-3/4-03
12	Tubo conformável de aço inox; Padrão e especific. de material ASTM A269 TP 316L; sem costura; diâmetro externo 3/4pol; par. 2,108mm (BWG 14-0,083"); em vara de 6 metros; Conforme N-1931 Anexo B;	10.805.215	TUBI-3/4-02