

# SISTEMAS DE TUBULAÇÕES PARA CLORO SECO

---

Janeiro 2004

PANFLETO 6

---

Adaptação do “Pamphlet 6 - Piping Systems for Dry Chlorine Edition 14, December 1998”, realizada pela CLOROSUR com autorização do The Chlorine Institute, Inc

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>	<b>7.</b>	<b>Sistemas de Tubulações de Metais Não-Ferrosos</b>	<b>30</b>
1.1	Clorosur - Associação Latino-Americana da Indústria de Cloro, Álcalis e Derivados	1	<b>8.</b>	<b>Conexões para Recipientes de Transporte</b>	<b>31</b>
1.2	The Chlorine Institute, INC	1	<b>9.</b>	<b>Materiais Plásticos de Construção</b>	<b>32</b>
1.3	Escopo	2	<b>10.</b>	<b>Considerações sobre Projeto de “Layout” das Tubulações</b>	<b>34</b>
1.4	Atuação Responsável	3	10.1	Espaços livres	34
1.5	Definições	3	10.2	Apoios/Suportes	34
1.6	Declaração de Isenção de Responsabilidade	5	10.3	Disposição	34
1.7	Reprodução	5	10.4	Válvulas	34
<b>2.</b>	<b>Geral</b>	<b>6</b>	10.5	Expansão Térmica Hidráulica - Considerações sobre o Projeto	34
2.1	Precauções	6	10.6	Como Evitar Condensação - Considerações sobre o Projeto	35
2.2	Certificação	6	10.7	Vaporização	35
2.3	Materiais	6	10.8	Isolamento	35
2.4	Seleção	8	<b>11.</b>	<b>Preparação para Uso</b>	<b>36</b>
2.5	Soldagem	8	11.1	Limpeza	36
<b>3.</b>	<b>Tubos e Componentes de Tubulações</b>	<b>9</b>	11.2	Teste de Pressão	37
<b>4.</b>	<b>Válvulas</b>	<b>19</b>	11.3	Secagem	37
4.1	Tipos de Válvulas	19	11.4	Testes de Vazamentos	38
4.2	Critérios Gerais de Seleção de Válvulas	20	<b>12.</b>	<b>Manutenção e Inspeção Periódica e de Rotina</b>	<b>39</b>
4.3	Tabelas de Seleção de Válvulas	21	12.1	Manutenção de Rotina	39
4.4	Tabelas de Materiais de Válvulas	23	12.2	Manutenção Preventiva	39
4.5	Preparação de Válvulas - Requerimentos de Identificação	25	12.3	Inspeções Periódicas	39
<b>5.</b>	<b>Outros Componentes</b>	<b>26</b>	<b>13.</b>	<b>Referências</b>	<b>40</b>
5.1	Discos de Ruptura	26	13.1	Publicações do Chlorine Institute	40
5.2	Válvulas de Alívio de Pressão	26	13.2	Padrões ASME	40
5.3	Recipientes de Extração de Líquido	27	13.3	Designações de Padrões ASTM	41
5.4	Válvulas de Transporte em Equipamento Estacionário	27	13.4	Outras Referências	42
5.5	Câmaras de Expansão para Cloro Líquido	28	<b>Apêndice A</b> - Recomendações para Mangotes de Transferência de Cloro	<b>44</b>	
5.6	Válvulas de Retenção	28	<b>Apêndice B</b> - Checklist	<b>47</b>	
5.7	Juntas de Expansão	28	<b>Desenho 118</b>		
5.8	Mangotes	28	<b>Desenho 136</b>		
<b>6.</b>	<b>Instrumentação</b>	<b>29</b>			
6.1	Registradores e Indicadores de Pressão	29			
6.2	Registradores e Indicadores de Temperatura	29			
6.3	Válvulas de Controle	29			
6.4	Indicadores de Nível	29			
6.5	Sensores de Fluxo	29			
6.6	Controles Elétricos	29			

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CLOROSUR ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DA INDÚSTRIA DE CLORO, ÁLCALIS E DERIVADOS

### História

A Clorosur (Associação Latino - Americana da Indústria de Cloro, Álcalis e Derivados) foi fundada em março de 1997, durante a reunião anual do Chlorine Institute , realizada em New Orleans – Estados Unidos. Participaram da fundação 11 empresas, representando 7 países , e por um membro honorário, Dr. Robert G. Smerko , à época Presidente do Chlorine Institute.

### Missão da Clorosur

A Clorosur tem como missão desenvolver e implementar iniciativas que promovam a indústria latino-americana produtora e consumidora de cloro-soda e derivados, além de colaborar com as autoridades e a população nos campos da segurança, saúde e meio ambiente.

### Princípios de Atuação da Clorosur

- Valorização do uso de cloro-soda e derivados.
- Divulgação das melhores tecnologias existentes no mundo para estocagem, uso, manuseio e distribuição desses produtos.
- União de toda cadeia produtiva, fornecedores, clientes e usuários da indústria de cloro.
- Estabelecimento de intercâmbio com entidades nacionais e internacionais ligadas ao setor de cloro-soda e seus derivados.
- Realização de estudos técnicos, através de parcerias com as comunidades científica e acadêmica.
- Criação de comitês de trabalho para uniformização de procedimentos nas áreas de comunicação, meio ambiente, manuseio, transporte e estocagem de cloro, álcalis e derivados, de acordo com os princípios do Programa Internacional de Atuação Responsável.
- Fluxo contínuo de informações sobre o cloro, álcalis e derivados e sua indústria para as comunidades e integrantes das empresas associadas, visando a defesa da imagem do setor.

## 1.2 THE CHLORINE INSTITUTE, INC

O The Chlorine Institute, INC fundado em 1924, é uma associação formada por empresas e outras entidades que estão envolvidas ou interessadas na produção, distribuição e utilização segura dos produtos cloro, soda cáustica, hipoclorito de sódio, ácido clorídrico, cloreto de hidrogênio e potassa caustica. O Instituto possui 240 associados localizados nos Estados Unidos, Canadá, México, Brasil e outros países da América do Sul e de outros continentes. Os associados dos Estados Unidos representam 98% da produção de cloro naquele

país. Em função das características do cloro e sua larga utilização, principalmente em tratamento de água, a promoção e divulgação de boas práticas de segurança e controle ambiental têm sido os focos principais dos membros do Instituto.

O The Chlorine Institute, Inc. existe para dar suporte à indústria de cloro e álcalis e serve ao público desenvolvendo a avaliação contínua e as melhorias para a segurança e a proteção da saúde humana e o meio ambiente, em relação à produção, distribuição e uso de cloro, hidróxidos de sódio e de potássio, e hipoclorito de sódio; e a distribuição e uso de cloreto de hidrogênio. O Chlorine Institute cumpre seus objetivos mantendo uma organização científica e técnica que plenamente vai ao encontro das necessidades de seus associados e de seu público. O Chlorine Institute trabalha com agências e órgãos governamentais visando encorajar o uso de tecnologia e ciência confiáveis, no desenvolvimento de regulamentos que afetam a indústria.

O Chlorine Institute tem algumas dezenas de publicações escritas, vídeos, cartazes e outros materiais de orientação, destinados a fabricantes, transportadores e usuários de cloro.

### 1.3 ESCOPO

Esta publicação é uma adaptação, feita pela Clorosur, do original “Pamphlet 6 : Piping Systems For Dry Chlorine – Edition 14 – December 1998” publicado pelo Chlorine Institute. O Panfleto pretende oferecer informações úteis a respeito de sistemas de tubulações de cloro. O objetivo é oferecer sugestões práticas na seleção do material adequado para o serviço indicado. O uso de materiais diferentes daqueles recomendados aqui pode ser tecnicamente desejável em locais de consumo/produção específicos. Este Panfleto não pretende cobrir necessidades técnicas específicas. O projeto do sistema de tubulações subterrâneas (enterradas) para cloro, está além do objetivo deste Panfleto e deve ser de inteira responsabilidade de engenheiros experientes neste campo. Recomendações dadas no Panfleto 60 (13.1.4) podem ser uma referência útil para o projetista.

Todas as partes deste Panfleto devem ser consultadas antes de decisões sobre os componentes de um sistema de tubulações. Estão listados tubos, válvulas e equipamentos recomendados para uso com cloro seco tanto na fase líquida quanto na gasosa, a temperaturas entre -150° F (-101° C) e 300° F (149° C). Faz-se referência ao Panfleto 100 (13.1.8). A seleção dos materiais baseada nas recomendações deste Panfleto deve levar em consideração as condições de operação e a possível natureza corrosiva do cloro, particularmente quando a umidade entra acidentalmente nos sistemas. Princípios conhecidos de engenharia devem ser aplicados na seleção de todos equipamentos.

O Chlorine Institute e a Clorosur não aprovam, avaliam, certificam ou endossam qualquer produto ou construção exceto para certos equipamentos usados no transporte. Em cada caso desses, há um desenho aprovado do

Chlorine Institute. Se o equipamento não obedecer cada detalhe de tais desenhos, seus fabricantes não estão autorizados a usar o nome do Chlorine Institute ou da Clorosur como propaganda.

## 1.4 ATUAÇÃO RESPONSÁVEL

O Programa Atuação Responsável® é a versão brasileira do Responsible Care Program®, implantado em diversos países a partir de 1985.

O Programa criado no Canadá, pela Canadian Chemical Producers Association - CCPA, está atualmente implantado em mais de 40 países. O Responsible Care® se propõe a ser um instrumento eficaz para o direcionamento do gerenciamento ambiental, considerado no seu aspecto mais amplo, que inclui a segurança das instalações, processos e produtos, a proteção da integridade física e a preservação da saúde ocupacional dos trabalhadores, além da proteção do meio ambiente.

Concebido a partir da visão de diálogo e melhoria contínua, o Programa se estrutura de forma lógica, procurando fornecer mecanismos que permitam o desenvolvimento de sistemas e metodologias adequadas para cada etapa do gerenciamento ambiental que o setor persegue. O modelo criado é flexível, o que possibilita atender às necessidades de cada empresa, sem que, no entanto, se perca a característica de um Programa de toda uma indústria, quer esteja ela situada no Brasil ou em outra parte qualquer do mundo.

O programa foi adotado oficialmente pela Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM - em abril de 1992 . As empresas associadas foram convidadas a aderir ao Programa, de forma voluntária. A partir de 1998 a adesão ao Atuação Responsável® tornou-se obrigatória para todos os associados da ABIQUIM, a exemplo do que ocorre na maior parte dos países com indústria química desenvolvida.

A Abiclor e a Clorosur são parceiros da Abiquim em relação a este programa e todos os associados produtores da Abiclor adotaram e implantaram o mesmo.

Ainda nesse contexto, a Abiclor e a Clorosur estão comprometidas a encorajar a adoção do Atuação Responsável® (ou de programas similares como por exemplo o “Distribuição Responsável” da Associquim), por todos os seus associados favorecendo a sua implementação.

O presente documento é uma contribuição ao esforço de melhoria contínua das operações no setor .

## 1.5 DEFINIÇÕES

Neste Panfleto, apliquem-se os seguintes significados, a menos que apontados de outra forma:

ANSI	American National Standards Institute, Inc.
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
Cloro	O elemento químico tanto no estado gasoso quanto no líquido.
Cloro seco	Seco como definido no Panfleto 100
CPE	Elastômero de polietileno clorado
CWP	Pressão de Trabalho a Frio
ECTFE	Etileno clorotrifluoroetileno
ETFE	Etileno tetrafluoroetileno
FEP	Propileno etileno fluorado
Golpes de Ariete	Uma súbita mudança de velocidade de um fluido corrente (líquido ou gás), que resulta em uma onda de pressão que passa pelo fluido na velocidade do som para aquele fluido, causando um som audível; esta mudança súbita na velocidade em uma tubulação de cloro gasoso ou líquido é freqüentemente o resultado de uma rápida vaporização ou condensação devido a grandes diferenças de temperatura, à capacidade calorífica extremamente baixa, e ao baixo calor de vaporização do cloro.
Hastelloy	Marca registrada da Haynes International, Inc.
Inconel	Marca registrada da Inço Alloys International, Inc.
Instituto	O Chlorine Institute, Inc.
Kalrez	Marca registrada da DuPont Dow Elastomers
KPa	kilopascal
Monel	Marca registrada da “ Inco Alloys International”, Inc.
MSS	Manufacturers Standardization Society of the Valve & Fittings Industry, Inc.
NPS	Dimensão nominal do tubo (Nominal Pipe Size)
OD	Diâmetro externo (Outside Diameter)
PFA	Perfluoroalkoxy

ppm	Partes por milhão (pode ser base volume ou base peso)
psia	Abreviação de libras por polegada quadrada, absoluto
psig	Abreviação de libras por polegada quadrada, relativa.
PTFE	Politetrafluoroetileno
Purga de gás	O uso de nitrogênio ou ar comprimido, seco, sem óleo e limpo, secado a um ponto de orvalho de -40° F (-40° C) medido à pressão de serviço.
PVDF	Polifluoreto de vinilideno
Sch	Schedule (Espessura de parede de um tubo)
Stellite	Marca registrada da Deloro Stellite, Inc.
UNS	Unified Numbering System (Sistema de Numeração Unificado)
Viton	Marca registrada da Dupont Dow Elastomers

## 1.6 DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

As informações contidas neste Panfleto são provenientes de fontes tidas como confiáveis. As recomendações de segurança são baseadas na experiência dos membros do The Chlorine Institute, Inc e da Clorosur. O Chlorine Institute, a Clorosur e seus respectivos associados não se responsabilizam, individual ou coletivamente, pelas informações ou sugestões de segurança aqui contidas.

Além disso, não se deve presumir que todo procedimento de segurança aceitável estaria incluído ou que circunstâncias anormais ou pouco usuais não venham requerer procedimentos modificados ou adicionais.

O usuário deve estar ciente de que tecnologias e regulamentações se modificam e podem requerer mudanças nas recomendações aqui contidas. Cuidados apropriados devem ser tomados para assegurar-se de que a informação está atualizada.

Estas recomendações não devem ser confundidas com regulamentações federais, estaduais, ou municipais, e nem com os códigos de segurança nacional ou requisitos relacionados a seguros.

## 1.7 REPRODUÇÃO

O conteúdo deste Panfleto não poderá ser copiado para publicação, parcial ou totalmente, sem prévia autorização da Clorosur.

## 2. GERAL

### 2.1 Precauções

O cloro é um produto perigoso. Ele existe em forma de líquido ou gás sob pressão. Para precauções gerais no manuseio do cloro, o leitor deve consultar o Manual de Cloro do Chlorine Institute (Referência 13.1.1) ou a adaptação da Clorosur para o mesmo manual.

Este Panfleto descreve práticas que as indústrias consideram seguras e ambientalmente sãs. Práticas extraordinárias tais como o uso de tubulações com parede dupla (encamisadas), não são necessárias desde que o sistema seja instalado, mantido e inspecionado conforme as recomendações aqui contidas.

Cuidados particulares devem ser tomados conforme descrito a seguir:

- a) Certifique-se de que toda a tubulação está completamente isenta de cloro antes de aquecê-la ou soldá-la. Cloro seco poderá promover a combustão do aço-carbono e de outros metais.
- b) Proteja a tubulação de pressão excessiva onde o cloro possa ficar retido entre válvulas fechadas. O cloro líquido tem um coeficiente extraordinariamente alto de expansão térmica, o que pode causar ruptura da tubulação quando a temperatura se eleva, a menos que o sistema de tubulações esteja protegido por itens tais como câmaras de expansão ou dispositivos de alívio.
- c) Certifique-se de que sistemas de cloro seco estejam protegidos contra a entrada de umidade. A umidade resultante do ar comprimido úmido ou da exposição ao ar ambiente pode causar severa corrosão e falha das soldas, válvulas, mangotes, e acessórios.
- d) Não use titânio no serviço com cloro seco. O cloro seco reage com titânio e pode causar corrosão ou combustão. O titânio pode ser usado somente com cloro úmido.
- e) Assegure-se de que os sistemas de cloro seco estejam totalmente limpos, secos e isentos de óleo, graxa e outros materiais que poderiam reagir com cloro causando incêndio, corrosão, aumento da pressão ou depósitos de substâncias nocivas (Seção 11).
- f) Inspeção todo o sistema de tubulações de cloro em intervalos regulares, procurando por sinais de vazamentos, corrosão interna ou corrosão externa,

falhas no isolamento térmico, problemas de apoio e identificação adequada (Seção 12).

- g) Considere a possibilidade de “emissões fugitivas” quando do projeto de sistemas de tubulações para cloro.
- h) Assegure-se de que a tubulação de cloro líquido esteja adequadamente protegida contra danos causados por golpes de ariete. O cloro líquido tem uma alta densidade que pode resultar em grandes choques hidráulicos.
- i) Quando evacuar os sistemas de tubulações de cloro líquido, tenha certeza de que o Tricloreto de Nitrogênio não está concentrado em níveis perigosos (Panfleto 152 (13.1.9)).
- j) Historicamente, os produtores não têm projetado sistemas de tubulações de cloro para a “Categoria M de Serviços em Fluidos” (ASME B31.3). É importante ressaltar que a decisão de projetar para a “Categoria M” é do proprietário do sistema. Os usuários podem querer incluir as disposições dos requerimentos da “Categoria M” que comprovadamente aumentam a segurança.

### 2.2 Certificação

Produtores ou fornecedores de componentes de tubulações de cloro devem certificar ao usuário, quando requisitado, que seu produto cumpre as recomendações deste Panfleto. Além disso, limitações e quaisquer desvios destas recomendações aqui contidas devem ser especificamente ressaltados.

### 2.3 Materiais

Este Panfleto apresenta recomendações mínimas para os componentes dos sistemas de tubulações. Em geral, tubos de Aço Carbono ou Aço-Liga são recomendados para o manuseio de cloro seco.

Onde são feitas referências para especificar materiais, somente será permitido o uso de outros materiais quando o usuário evidenciar que o material alternativo seja equivalente ou superior ao do serviço entendido.

Componentes específicos (i.e. tubos, juntas, gaxetas, parafusos e porcas, válvulas etc.) foram organizados em classes de serviço nas Seções 3 e 4 de acordo com a pressão de trabalho e temperatura do cloro líquido e gasoso. Estas classes de serviço são as seguintes:



Classe de Serviço	Estado do Fluido	Pressão	Temperatura
Classe I	Somente gás	Vácuo a 150 PSIG (1034 kPa)	-20° F a 300° F (-29° C a 149° C)
Classe II	Somente gás	Vácuo a 150 PSIG (1034 kPa)	-50° F a 300° F (-46° C a 149° C)
Classe III	Somente gás	Vácuo a 150 PSIG (1034 kPa)	-150° F a 300° F (-101° C a 149° C)
Classe IV <sup>1</sup>	Gás ou líquido	Vácuo a 300 PSIG (2068 kPa)	-20° F a 300° F (-29° C a 149° C)
Classe V <sup>1</sup>	Gás ou líquido	Vácuo a 300 PSIG (2068 kPa)	-50° F a 300° F (-46° C a 149° C)
Classe VI <sup>1</sup>	Gás ou líquido	Vácuo a 300 PSIG (2068 kPa)	-150° F a 300° F (-101° C a 149° C)

<sup>1</sup> Classes de tubulações, correspondentes ao estado do fluido “gás ou líquido”, devem ser usadas para todas as tubulações de “somente líquido” e também para tubulações de “gás” onde exista a possibilidade de entrada de “líquido” ou onde haja a possibilidade do gás, se liquefazer.

O cloro tem um baixo ponto de ebulição a pressão atmosférica e sua pressão de vapor aumenta rapidamente com o aumento da temperatura. Assim, é importante selecionar materiais que tenham resistência mecânica suficiente e adequada e mantenham a ductibilidade, à baixas temperaturas.

A seguir, estão diversos exemplos de seleção de materiais com base na experiência da indústria:

- Para temperaturas de trabalho acima de -20° F (-29° C), os tubos de aço carbono de granulação fina, tal como ASTM-A-587, podem ser curvados a frio, mas outros tubos de aço carbono, devem ser normalizados após a conformação. Para assegurar a rigidez e proteger contra ocorrências de avarias externas, deverão ser utilizados tubos com diâmetro nominal de 3/4” ou maior. Tubos e conexões de não-ferrosos e não-metálicos, de tamanho apropriado, podem ser usadas em alguns casos (Seções 7 e 9). Formas ordinárias de conexões de ferro fundido maleável ou ferro fundido cinzento e válvulas de uso genérico não são recomendadas para serviços com cloro. Ferro fundido dúctil fabricado mediante a norma ASTM-A-395, poderá ser empregado para válvulas e filtros projetados para serviços somente com cloro gás (Classe 1).
- Temperaturas abaixo de -20° F (-29° C) podem ser encontradas em sistemas de tubulações de cloro, e abaixo desta temperatura alguns aços se tornam frágeis. Tubos e conexões correspondentes de aço carbono ASTM-A-333 e aço-liga são recomendados,

com graus específicos, para a baixa temperatura esperada. Aços inoxidáveis da série 300 têm propriedades úteis para serviços a baixas temperaturas, mas podem falhar devido à ocorrência de trincas de corrosão sob tensão por cloreto, na presença de umidade, particularmente em temperaturas ambientes ou elevadas.

- Juntas flangeadas e soldas de topo são recomendadas para todos os tamanhos. Juntas roscadas e do tipo encaixe-solda são alternativas para tamanhos nominais de tubos até 1 ½” em algumas classes (Seção 3).
- Quando da aplicação de revestimentos através de pintura, por processos térmico ou eletrolítico, para assegurar uma adequada proteção contra corrosão, o processo de revestimento deve ser avaliado para assegurar a impossibilidade de fragilização por hidrogênio ou alterações das propriedades mecânicas dos materiais (*de-tempering*).
- Para temperaturas de serviço entre -20° F (-29° C) e 0° F (-18° C) onde choques térmicos ou “Golpes de Ariete” são previsíveis, é recomendado o uso de aços submetidos ao “teste de impacto” (tipo *Charp* “V” *Notch*) ou o uso do material da Classe V.
- Pode haver situações onde o usuário contemple serviços com cloro fora das condições de processo definidas neste Panfleto. Nestes casos, recomenda-se que o usuário reveja os aspectos das classes de serviço deste Panfleto, que estejam mais próximos

das condições de processo para o uso contemplado, e que individualmente determine quais aspectos das recomendações são aceitáveis, e desenvolva revisões para as partes que não sejam aceitáveis.

## 2.4 Seleção

Todas as partes deste Panfleto devem ser consultadas antes de se selecionarem os componentes de um sistema de tubulações. Quando forem tomadas as decisões de projeto, o projetista deve considerar condições operacionais variáveis incluindo partidas, distúrbios, paradas e evacuação do sistema.

As recomendações aqui contidas estão genericamente de acordo com a norma ASME B-31.3 (13.2.8). Com este padrão há três classificações de fluidos. Elas são “D”, “Normal Fluid Service (Serviço de Fluido Normal)” e “M”. Tipicamente, sistemas de tubulações de cloro são projetados para “Serviço de Fluido Normal”, mas projetos da Categoria M têm elementos interessantes para os usuários.

A posição do Chlorine Institute com relação a projetos na Categoria M são as seguintes:

- O proprietário é responsável pela determinação da classe do fluido.
- Uma simples exposição para uma quantidade muito pequena de cloro não causa dano irreversível.
- As atuais práticas de projeto foram adequadas para prevenir vazamentos significativos, e muitos

elementos de projetos na Categoria “M” eliminariam o uso de testes no equipamento.

- É uma boa prática para os usuários, desenvolverem especificações de tubulações de cloro para serem usadas especificamente em suas instalações, e que usem as recomendações aqui listadas como base, considerando a inclusão de elementos dos requerimentos da Categoria M (como exames de ensaios não destrutivos - END) que aumentem a confiabilidade em suas instalações.

## 2.5 Soldagem

Detalhes específicos cobrindo todas as situações para soldagem estão além do objetivo deste Panfleto. Entretanto, as soldagens de tubulações devem ser efetuadas por indivíduos qualificados, atualizados e experientes no(s) processo(s) específico(s) a ser(em) empregado(s).

Procedimentos de Soldagem e qualificação dos soldadores devem estar de acordo com as normas ANSI/ASME BPV - IX (13.2.10) e ASME B-31.3 (13.2.8).

Devem ser tomados cuidados para assegurar o uso de procedimentos de soldagem apropriados, metais de adição corretos e tratamentos de pré e pós-aquecimento, especialmente quando são usados tubos de aço-liga. Deve ser elaborado um programa de ensaios não destrutivos para os sistemas soldados.

O programa, no mínimo, deve ter como guia a linha de ensaios propostos na norma ASME B-31.3 (13.2.8).

# 3. TUBOS E COMPONENTES DE TUBULAÇÕES

Esta seção oferece especificações mínimas para tubos, conexões e componentes para os sistemas de tubulações de cloro seco.

Componentes específicos foram classificados de acordo com as Classes de Serviço I a VI como indicado na Seção 2.3 e de acordo com as seguintes divisões:

**Construções Roscadas (Threaded):**

- Classes I e IV

**Construções Tipo Encaixe-Solda (Socket-Welded):**

- Classes I e IV

- Classes II e V

**Construções Tipo “Solda de Topo” (Butt-Welded):**

- Classes I, II e III

- Classes IV, V e VI

**TABELA 3-1 : Construções Roscadas**

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe IV	Classes II, III, V e VI
Tubos	Até 1 ½”	ASTM A 106 Gr B Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10	ASTM A106 Gr B Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10	Ver nota 3
Conexões	Até 1 ½”	ASTM A 105, Aço forjado Classe 3000 Roscadas ASME B 16.11 (ver nota 1)	ASTM A 105, Aço forjado Classe 3000 Roscadas ASME B 16.11 (ver nota 1)	Ver nota 3
Flanges	Até 1 ½”	ASTM A 105, Aço forjado Classe 150 Face ressaltada ou Macho duplo e canal Roscados ASME B 16.5 Ver nota 4	ASTM A 105, Aço forjado Classe 300 Face ressaltada ou Macho duplo e canal, Roscados ASME B 16.5 Ver nota 4	Ver nota 3
Uniãoes flangeadas	Até 1 ½”	ASTM A 105, Aço forjado Classe 150 Face ressaltada ou Macho duplo e canal, Roscados ASME B 16.5 Ver nota 4	ASTM A 105, Aço forjado Classe 300 Face ressaltada ou Macho duplo e canal, Roscados ASME B 16.5 Ver nota 4	Ver nota 3

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe IV	Classes II, III, V e VI
Uniões	Até 1 ½"	ASTM A 105, Aço forjado Classe 3000 Uniões de porca sextavada, Roscas.	ASTM A 105, Aço forjado Classe 3000 Uniões de porca sextavada, Roscas.	Ver nota 3
Derivações	Até 1 ½"	Conexões conforme Tabela 3-1 Tês roscados, Tês de redução, Tês com reduções ou saídas roscadas Buchas não são recomendadas.	Conexões conforme Tabela 3-1 Tês roscados, Tês de redução, Tês com reduções ou saídas roscadas Buchas não são recomendadas.	Ver nota 3
Parafusos	Todos os tamanhos	ASTM A193 Grau B7 Aço Liga temperado por resfriamento brusco Estojo e parafusos com cabeça ASME B18.2.1 Ver notas 6 e 8	ASTM A193 Grau B7 Aço Liga temperado por resfriamento brusco Estojo e parafusos com cabeça ASME B18.2.1 Ver notas 6 e 8	Ver nota 3
Porcas	Todos os tamanhos	ASTM A194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B18.2.2 Ver nota 6	ASTM A194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B18.2.2 Ver nota 6	Ver nota 3
Vedações	Todos os tamanhos	Ver nota 7	Ver nota 7	Ver nota 3
Vedações de Flanges macho-duplo com canal.	Todos os tamanhos	Chumbo com 2-4% antimônio	Chumbo com 2-4% antimônio	Ver nota 3
Vedação da Rosca	Todos os tamanhos	Fita PTFE (ver nota 2)	Fita PTFE (ver nota 2)	Ver nota 3
Lubrificante da Vedação (se requerido)	Todos os tamanhos	Graxa de fluorocarbono (ver nota 5)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 5)	Ver nota 3

Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.

**Nota 1 :** O número de conexões roscadas deve ser minimizado.

**Nota 2 :** Tipos adicionais de vedação de rosca que foram usados com sucesso incluem pasta de PTFE e pasta branca de cimento (alvaiade). A pasta, se usada, deve conter somente materiais que sirvam para o serviço em cloro. Em todos os casos, deve ser tomado cuidado para

impedir que a vedação da rosca adentre o sistema de tubos.

**Nota 3 :** Exceto para conexões a equipamentos de transporte, instrumentos e equipamento de processo especiais, construções roscadas não devem ser usadas para Classes II, III, V e VI. Em qualquer caso, conexões roscadas não devem exceder 1½” NPS.

**Nota 4 :** Flanges de dois parafusos são aceitáveis em sistemas de descarregamento do tipo contêineres (ver Desenho 118 (13.1.19)) e se foram usadas em sistemas de tubos rígidos. Deve ser tomado cuidado na aplicação das pressões de carga (aperto) das gaxetas de modo a apertar igualmente ambos os parafusos.

**Nota 5 :** O lubrificante usado na vedação da junta deve

conter somente materiais que não sejam reativos com cloro. A possibilidade de degradação da junta deve ser considerada.

**Nota 6 :** As roscas devem estar em conformidade com ASME B1.1. Os parafusos devem ter um ajuste Classe 2A e as porcas devem ter um ajuste Classe 2B.

**Nota 7 :** O Panfleto 95 do Instituto (13.1.7) contém uma lista atualizadas de vedações que foram testadas e têm sido satisfatórias para os usuários.

**Nota 8 :** Estojos são preferíveis em componentes de tubulações que não tenham roscas. Parafusos com cabeça podem ser usados para instrumentos e componentes de tubos roscados.

**Tabela 3-2 : Construções Tipo Encaixe-Solda – Classes I e IV**

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe IV	Classes III e VI
Tubos	Até 1 ½”	ASTM A 106 Grau B Sch 80 aço carbono sem costura ASME B 36.10	ASTM A 106 Grau B Sch 80 aço carbono sem costura ASME B 36.10	Ver nota 4
Conexões	Até 1 ½”	ASTM A 105 Classe 3000 Aço forjado Encaixe - solda ASME B 16.11 [ver nota 1]	ASTM A 105 Classe 3000 Aço forjado Encaixe - solda ASME B 16.11 [ver nota 1]	Ver nota 4
Flanges	Até 1 ½”	ASTM A 105 Classe 150 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 Ver nota 2	ASTM A 105 Classe 300 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 Ver nota 2	Ver nota 4
Unões flangeadas	Até 1 ½”	ASTM A 105 Classe 150 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 Ver nota 2	ASTM A 105 Classe 300 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 Ver nota 2	Ver nota 4

<b>Componente</b>	<b>Bitola Nominal do Tubo (NPS)</b>	<b>Classe I</b>	<b>Classe IV</b>	<b>Classes III e VI</b>
Uniões	Até 1 ½”	ASTM A 105 Aço forjado Classe 3000 Uniões de porca sextavada, Encaixe - solda	ASTM A 105 Aço forjado Classe 3000 Uniões de porca sextavada, Encaixe - solda	Ver nota 4
Derivações	Até 1 ½”	Conexões conforme Tabela 3-2 Tês encaixe-solda, Tês de redução, Tês com reduções ou saídas de encaixe - solda Inserts para encaixe - solda não são recomendados.	Conexões conforme Tabela 3-2 Tês encaixe-solda, Tês de redução, Tês com reduções ou saídas de encaixe - solda Inserts para encaixe - solda não são recomendados.	Ver nota 4
Parafusos	Todos os tamanhos	ASTM A193 Grau B7 Aço Liga temperado por resfriamento brusco Estojo e parafusos com cabeça ASME B18.2.1 Ver notas 6 e 8	ASTM A193 Grau B7 Aço Liga temperado por resfriamento brusco Estojo e parafusos com cabeça ASME B18.2.1 Ver notas 6 e 8	Ver nota 4
Porcas	Todos os tamanhos	ASTM A194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B18.2.2 Ver nota 6	ASTM A194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B18.2.2 Ver nota 6	Ver nota 4
Vedações	Todos os tamanhos	Ver nota 7	Ver nota 7	Ver nota 4
Lubrificante da Vedação (se requerido)	Todos os tamanhos	Graxa de fluorocarbono (ver nota 3)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 3)	Ver nota 4

Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.  
Para notas aplicáveis à Tabela 3-2, favor verificar as notas após a Tabela 3-3.

**Tabela 3-3: Construções Tipo Encaixe - Solda – Classes II e V**

<b>Componente</b>	<b>Bitola Nominal do Tubo (NPS)</b>	<b>Classe II</b>	<b>Classe V</b>
Tubos	Até 1 ½”	ASTM A333 Grau 1 ou Grau 6 Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C)	ASTM A333 Grau 1 ou Grau 6 Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C)

<b>Componente</b>	<b>Bitola Nominal do Tubo (NPS)</b>	<b>Classe II</b>	<b>Classe V</b>
Conexões	Até 1 ½"	ASTM 350 Grau LF2 Classe 3000 Aço forjado encaixe - solda ASME B 16.11 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C) Ver nota 1	ASTM 350 Grau LF2 Classe 3000 Aço forjado encaixe - solda ASME B 16.11 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C) Ver nota 1
Flanges	Até 1 ½"	ASTM A 350 Grau LF2 Classe 150 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 (Teste de Charpy a -50°F/ -46°C) Ver nota 2	ASTM A 350 Grau LF2 Classe 300 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 (Teste de Charpy a -50°F/ -46°C) Ver nota 2
Unões flangeadas	Até 1 ½"	ASTM A 350 Grau LF2 Classe 150 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 (Teste de Charpy a -50°F/ -46°C)	ASTM A 350 Grau LF2 Classe 300 Aço forjado Face ressaltada ou Macho duplo e canal Encaixe - solda ASME B 16.5 (Teste de Charpy a -50°F/ -46°C)
Derivações	Todos os tamanhos	Conexões conforme Tabela 3-3 Tês encaixe-solda, Tês de redução, Tês com redução ou saídas de encaixe - solda Inserts para encaixe - solda não são recomendados.	Conexões conforme Tabela 3-3 Tês encaixe-solda, Tês de redução, Tês com redução ou saídas de encaixe - solda Inserts para encaixe - solda não são recomendados.
Parafusos	Todos os tamanhos	ASTM A 320 Grau L7 Aço Liga Estojo e parafusos com cabeça ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150°F/ -101°C) Ver notas 5, 6 e 8	ASTM A 320 Grau L7 Aço Liga Estojo e parafusos com cabeça ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150°F/ -101°C) Ver notas 5, 6 e 8
Porcas	Todos os tamanhos	ASTM A 194 Grau 4 Aço Liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 (Teste de Charpy a -150°F/ -101°C) Ver notas 5 e 6	ASTM A 194 Grau 4 Aço Liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 (Teste de Charpy a -150°F/ -101°C) Ver notas 5 e 6

Componete	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe II	Classe V
Vedações de Flanges macho-duplo com canal.	Todos os tamanhos	Chumbo com 2-4% antimônio	Chumbo com 2-4% antimônio
Vedações	Todos os tamanhos	Ver nota 7	Ver nota 7
Lubrificante da Vedação	Todos os tamanhos	Graxa de fluorocarbono (ver nota 3)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 3)

**Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.**

**Nota 1 :** Tubos soldados por encaixe-solda são aceitáveis para serviço com cloro até 1 ½” NPS.

**Nota 2 :** Flanges de dois parafusos são aceitáveis em sistemas de descarregamento do tipo contêineres (ver Desenho 118 (13.1.19)) e se foram usadas em sistemas de tubos rígidos. Deve ser tomado cuidado na aplicação das pressões de carga (aperto) das gaxetas de modo a apertar igualmente ambos os parafusos.

**Nota 3 :** O lubrificante usado na vedação da junta deve conter somente materiais que não sejam reativos com cloro. A possibilidade de degradação da junta deve ser considerada.

**Nota 4 :** As construções do tipo encaixe-solda não devem ser usadas nas Classes III e VI

**Nota 5 :** Parafusos ASTM A193 Grau B7M e porcas ASTM A194 Grade 2HM podem ser substituídos.

**Nota 6 :** As roscas devem estar de acordo com ASME B1.1. Os parafusos devem ter um ajuste Classe 2 A e as porcas devem ter um ajuste Classe 2B.

**Nota 7 :** O Panfleto 95 do Instituto (13.1.7) contém uma lista atualizada das vedações que foram testadas e têm sido satisfatórias para os usuários.

**Nota 8 :** Estojos são preferíveis em componentes de tubulações que não tenham roscas. Parafusos com cabeça podem ser usados para instrumentos e componentes de tubos roscados.

**Tabela 3-4 : Construções Tipo Solda de Topo – Classes I, II e III**

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe II	Classe III
Tubos	Até 1 ½”	ASTM A106 Grau B Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10	ASTM A 333 Grau 1 ou Grau 6 Aço carbono Sch 80 Sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C)	ASTM A 333 Grau 3 Sch 80 aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150°F/ -101°C)
Tubos	2” a 4”	ASTM A 106 Grau B ou ASTM A 53 Grau B Sch 40 ou 80 Tipo E ou S Aço carbono ASME B 36.10 (ver nota 1)	ASTM A 333 Grau 1 ou Grau 6 Sch 40 ou 80 Aço carbono sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50°F/-46°C) (ver nota 1)	ASTM A 333 Grau 3 Sch 40 ou 80 Aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150°F / -101°C) (ver nota 1)



Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe II	Classe III
Tubos	6" a 12"	ASTM A 106 Grau B ou ASTM A 53 Grau B Sch 40, Tipo E ou S Aço carbono ASME B 36.10	ASTM A 333 Grau 1 ou Grau 6 Sch 40 Aço carbono sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50 °F/-46 °C)	ASTM A 333 Grau 3 Sch 40 Aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150°F / -101°C)
Conexões	Até 12"	ASTM A 234 Grau WPB ou WPB-W Aço carbono (schedule que corresponda ao tubo) ASME B16.9	ASTM A 420 Grau WPL6 ou WPL6-W Aço carbono (schedule que corresponda ao tubo) ASME B36.10 (Teste de Charpy a -50°F /-46° C)	ASTM A 420 Grau WPL3 ou WPL3-W Aço liga (schedule que corresponda ao tubo) ASME B16.9 (Teste de Charpy a -150°F /-101°C)
Conexões Forjadas	Até 12"	ASTM A 105 Aço forjado (schedule que corresponda ao tubo) Ver nota 4	ASTM A350 Grau LF2 Aço forjado (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -50° F / -46° C) Ver nota 4	ASTM A350 Grau LF3 Aço liga forjado (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver nota 4
Flanges	Até 12"	ASTM A 105 Classe 150 Aço carbono Face com ressalto, de pescoço ou sobreposto (schedule que corresponda ao tubo) ASME B 16.5	ASTM A 350 Grau LF2 Classe 150 Aço carbono Face com ressalto, de pescoço ou sobreposto ASME B 16.5 (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -50° F/- 46° C)	ASTM A 350 Grau LF3 Classe 150 Aço liga Face com ressalto, de pescoço ASME B 16.5 (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -150° F/- 101° C)
Derivações	Até 12"	Conexões conf. Tabela 3-4. Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todos os outros componentes.	Conexões conf. Tabela 3-4. Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todos os outros componentes.	Conexões conf. Tabela 3-4. Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todos os outros componentes.

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe I	Classe II	Classe III
Parafusos	Todos os tamanhos	ASTM A 193 Grau B7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga, temperado por resfriamento brusco ASME B 18.2.1 Ver nota 3	ASTM A 320 Grau L7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver notas 3, 6 e 8	ASTM A 320 Grau L7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver notas 3 e 8
Porcas	Todos os tamanhos	ASTM A 194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Ver nota 3	ASTM A 194 Grau 4 Aço liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Teste de Charpy a -150° F / -101° C Ver notas 3 e 6	ASTM A 194 Grau 4 Aço liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Teste de Charpy a -150° F / -101° C Ver nota 3
Vedações	Todos os tamanhos	Ver nota 5	Ver nota 5	Ver nota 5
Lubrificante da Vedação (se necessário)	Todos os tamanhos	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)

Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.  
Para notas aplicáveis à Tabela 3-4, favor verificar as notas após a Tabela 3-5.

**TABELA 3-5: Construção Solda de Topo – Classes IV, V e VI**

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe IV	Classe V	Classe VI
Tubos	Até 1 ½”	ASTM A106 Grau B Aço carbono Sch 80 Sem costura ASME B 36.10	ASTM A 333 Grau 1 ou Grau 6 Aço carbono Sch 80 Sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50° F / -46° C)	ASTM A333 Grau 3 Sch 80 aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C)
Tubos	De 2” a 4”	ASTM A 106 Grau B ou ASTM A 53 Grau B Sch 80 Tipo E ou S Aço carbono ASME B 36.10 (ver nota 7)	ASTM 333 Grau 1 ou Grau 6 Sch 80 Aço carbono sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -50° F / -46° C)	ASTM 333 Grau 3 Sch 80 Aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C)

<b>Componentes</b>	<b>Bitola Nominal do Tubo (NPS)</b>	<b>Classe IV</b>	<b>Classe V</b>	<b>Classe VI</b>
Tubos	De 6" a 12"	ASTM A 106 Grau B ou ASTM A 53 Grau B Sch 40 ou 80, Tipo E ou S Aço carbono ASME B 36.10 Ver nota 1	ASTM A 333 Grau 1 ou Grau 6 Sch 40 ou 80 Aço carbono sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste Charpy a -50° F / -46° C) Ver nota 1	ASTM A 333 Grau 3 Sch 40 ou 80 Aço liga sem costura ou soldado ASME B 36.10 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver nota 1
Conexões	Até 12"	ASTM A 234 Grau WPB ou WPB-W Aço carbono (schedule que corresponda ao tubo) ASME B16.9	ASTM A 420 Grau WPL6 ou WPL6-W Aço (schedule que corresponda ao tubo) ASME B 16.9 (Teste de Charpy a -50° F / -46° C)	ASTM A 420 Grau WPL3 Aço liga (schedule que corresponda ao tubo) ASME B 16.9 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C)
Conexões Forjadas	Até 12"	ASTM A 105 Aço forjado (schedule que corresponda ao tubo) Ver nota 4	ASTM A 350 Grau LF2 Aço forjado (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -50° F / -46° C) Ver nota 4	ASTM A 350 Grau LF3 Aço liga forjado (schedule que corresponda ao tubo) (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver nota 4
Flanges	Até 12"	ASTM A 105 Classe 300 Aço carbono Face com ressalto, de pescoço ou sobreposto (schedule que corresponda ao tubo) ASME B 16.5	ASTM A350 Grau LF2 Classe 300 Aço carbono Face com ressalto, de pescoço ou sobreposto ASME B 16.5 (bitola que corres- ponda ao tubo) (Teste de Charpy a -50° F / -46° C)	ASTM A350 Grau LF3 Classe 300 Aço liga Face com ressalto, de pescoço ou sobreposto ASME B 16.5 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C)
Derivações	Até 12"	Conexões conforme Tabela 3-5 Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todas as outras conexões.	Conexões conforme Tabela 3-5. Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todas as outras conexões.	Conexões conforme Tabela 3-5 Usar Tês com saídas de igual schedule, tês ou tês de redução para conexões de 2" e menores, e saídas soldadas ou colares de solda de topo para todas as outras conexões.

Componente	Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Classe IV	Classe V	Classe VI
Parafusos	Todos os tamanhos	ASTM A 193 Grau B7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga, temperado por resfriamento brusco ASME B 18.2.1 Ver nota 3 e 8	ASTM A 320 Grau L7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver notas 3, 6 e 8	ASTM A 320 Grau L7 Estojo e parafusos com cabeça Aço liga ASME B 18.2.1 (Teste de Charpy a -150° F / -101° C) Ver notas 3 e 8
Porcas	Todos os tamanhos	ASTM A 194 Grau 2H Aço carbono Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Ver nota 3	ASTM A 194 Grau 4 Aço liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Teste de Charpy a -150° F / -101° C Ver notas 3 e 6	ASTM A 194 Grau 4 Aço liga Porcas hexagonais pesadas ASME B 18.2.2 Teste de Charpy a -150° F / -101° C Ver nota 3
Vedações	Todos os tamanhos	Ver nota 5	Ver nota 5	Ver nota 5
Lubrificante da Vedação (se necessário)	Todos os tamanhos	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)	Graxa de fluorocarbono (ver nota 2)

Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.

**Nota 1:** A decisão de se usarem tubos *Schedule 40* ou *Schedule 80* deve ser baseada em uma completa avaliação de engenharia, levando-se em consideração fatores tais como margem de corrosão interna e externa, a presença de isolamento (que pode esconder e/ou acelerar a corrosão externa), comprimento sem suporte *versus* deflexão tolerável do tubo, e a necessidade de uma força mecânica maior no sistema de tubulação.

**Nota 2:** O lubrificante usado na vedação da junta deve conter somente materiais não-reativos com cloro. A possibilidade da degradação da junta deve ser considerada.

**Nota 3:** As roscas devem estar em acordo com ASME B1.1. Os parafusos devem ter um ajuste Classe 2A e as porcas devem ter um ajuste Classe 2B.

**Nota 4:** O padrão de referência vai variar dependendo da conexão forjada usada.

**Nota 5:** O Panfleto 95 do Instituto (13.1.7) contém uma lista atualizada das vedações que foram testadas e têm sido satisfatórias para os usuários.

**Nota 6:** Parafusos ASTM A193 Grade B7M e porcas ASTM A194 Grade 2HM podem ser substituídos.

**Nota 7:** Para sistemas “*somente de gás*”, onde a pressão do sistema impede o uso de componentes da Classe I, o tubo *Schedule 40* é aceito.

**Nota 8:** Estojos são preferíveis em componentes de tubulações que não tenham roscas. Parafusos com cabeça podem ser usados para instrumentos e componentes de tubos roscados.

# 4. VÁLVULAS

O uso de válvulas para serviços com cloro requer atenção especial por parte de todos as pessoas associadas com a aplicação. Isto inclui o fabricante, o fornecedor, o instalador, o operador e o encarregado da manutenção. Válvulas para cloro são produtos de alta tecnologia e não podem ser consideradas válvulas de uso comum.

Neste capítulo serão discutidos os tipos de válvulas atualmente em serviço, os critérios para a seleção de características de válvulas, tabelas de válvulas, tabelas de materiais de construção, guias para teste de válvulas, limpeza e armazenamento, e certificação para serviço.

## 4.1. Tipos de Válvulas

As válvulas comumente empregadas no serviço de cloro seco são os tipos: globo, esfera, macho e borboleta. Cada válvula está disponível em vários padrões de corpo básicos, empregando diferentes projetos geralmente adaptáveis a um serviço particular e/ou aplicação específica. Por exemplo, válvulas do tipo globo, em diversos padrões de corpo angular, são muito usadas para contêineres de expedição, variando de pequenos cilindros até vagões tanque de 90 toneladas, enquanto que a válvula globo do tipo de pé é mais comumente usada em sistemas de tubulações.

### 4.1.1. Válvulas Globo

Válvulas globo oferecem várias características de segurança importantes, inclusive um fechamento bem apertado em ambas as direções (fixação bidirecional) sem retenção de líquido dentro de cavidades, operação de várias voltas, que impede abertura e fechamento rápidos (e às vezes acidentais), e um meio positivo de se verificar a posição da válvula (aberta ou fechada).

A configuração recomendada inclui uma haste à prova de *blow-out* ou expulsão (ou rupturas por pressão), uma tampa parafusada que empregue no mínimo quatro (4) parafusos, e uma sobreposta (OS&Y) com roscas externas para ajuste da gaxeta. Oferecerão serviços satisfatórios tanto uma sede metal-metal que empregue Stellite (revestimento) quanto uma de sede macia usando PTFE.

Deve-se prestar uma atenção particular ao projeto da caixa de vedação, já que mesmo alguns minutos de vazamento podem causar corrosão da haste da válvula por meio da reação entre o cloro e o ar úmido. Por esta razão, um lacre em fole ou uma caixa de vedação longa, usando tanto PTFE como gaxeta de grafite flexível e uma haste em Hastelloy C-276, podem ser opções para uma

vida útil prolongada.

### 4.1.2 Válvulas Esfera

Válvulas esfera oferecem um fechamento firme e uma mínima resistência ao fluxo quando totalmente abertas. Elas geralmente são mais fáceis de operar do que as válvulas tipo plugue de igual tamanho. Alguns dizem que o movimento de  $\frac{1}{4}$  de volta da haste se presta a um projeto de vedação da haste, fundamentalmente mais confiável. Válvulas esfera devem incorporar um projeto de haste à prova de "*blow-out*", ou expulsão, e um meio de se ajustar externamente a vedação da haste. O material de vedação geralmente é um fluoropolímero, apesar de anéis *O-rings* de fluoroelastômero serem às vezes empregados como lacre secundário externo.

Válvulas esfera podem ser tanto de passagem plena quanto reduzida. Válvulas flangeadas podem ter tanto um padrão de corpo longo (*standard*) quanto curto. Válvulas esfera do tipo de passagem plena têm aberturas por todo o comprimento da válvula, com um diâmetro igual a seu tamanho de tubo nominal.

O projeto da válvula esfera deve assegurar que a pressão excessiva, resultado da expansão do cloro líquido retido na cavidade do corpo e da esfera quando a válvula for fechada, vai aliviar-se espontaneamente na direção da pressão de linha mais alta. Esse alívio pode ser conseguido quando há um furo de alívio na esfera, o que permite uma passagem no corpo para o lado de pressão mais alta, ou então com o uso de sedes de auto-alívio da pressão da cavidade.

Se o método de alívio for direcional (passagem ou passagem completa), o corpo da válvula deve ter uma indicação positiva da direção da densidade da pressão. Se for possível reverter esta direção por meio de remontagem inadequada das peças, uma etiqueta (tipicamente de aço inoxidável), com precauções, deve ser fixada, de forma segura, na válvula.

### 4.1.3 Válvulas Macho

As válvulas tipo macho podem ser usadas com cloro e têm geralmente oferecido um serviço bem satisfatório. Sua principal desvantagem é a necessidade de se balancear o torque de fechamento e a capacidade de vedação no fechamento. Como a válvula-esfera, esta válvula pode oferecer um fechamento firme e, com um movimento de haste de  $\frac{1}{4}$  de volta se presta a um projeto de vedação da haste fundamentalmente mais confiável do que uma que use deslocamento linear de haste.

As válvulas macho têm fundamentalmente um projeto de válvula à prova de *blow-out* ou expulsão e devem ser guarnecidas com um meio de ajuste externo para a vedação da haste. O material de vedação geralmente empregado é um fluoropolímero.

As válvulas macho geralmente têm um furo reduzido e, tal como a válvula esfera, também são propensas a reter cloro líquido quando fechadas. Assim, as cavidades do corpo e do plugue também devem ser guarnecidas com uma abertura de alívio na direção à maior pressão.

Se o método de alívio for direcional (passagem ou orifício perfurado), o corpo da válvula deve ter uma indicação positiva da direção da densidade da pressão. Se for possível reverter esta direção por meio de remontagem inadequada das peças, uma etiqueta (tipicamente de aço inoxidável), com precauções, deve ser fixada de forma adequada na válvula.

#### **4.1.4 Válvulas Borboleta de Sede Macia de “Alto Rendimento”**

Válvulas borboleta de alto rendimento, de sede macia, podem ser usadas em aplicações com cloro, particularmente em tamanhos maiores do que os tubos. Estas válvulas são diferenciadas das válvulas borboleta totalmente revestidas principalmente pela sua classe de vedação ANSI.

A maioria das válvulas borboleta de sede macia de alto rendimento usa gaxeta ajustável padrão, um arranjo de eixo/disco úmido e um lacre “soft-lip” de corpo único.

Válvulas borboleta de sede macia podem oferecer um fechamento firme e, com um movimento de haste de ¼ de volta se presta a um projeto de vedação da haste fundamentalmente mais confiável do que uma válvula de haste flexível.

#### **4.1.5 Válvulas Borboleta Totalmente Revestidas**

As válvulas borboleta totalmente revestidas podem ser usadas em aplicações de cloro gás seco ou úmido. Nenhuma peça metálica entra em contato com o meio, já que as superfícies internas das válvulas são revestidas de fluoropolímero. A válvula borboleta totalmente revestida deveria incorporar um projeto de haste à prova de *blow-out* ou expulsão.

A válvula borboleta totalmente revestida pode oferecer um fechamento firme e, com um movimento de haste de ¼ de volta, se presta a um projeto de vedação da haste fundamentalmente mais confiável do que uma válvula de haste flexível.

A resiliência do revestimento dos fluoropolímeros (sede) se deve ao revestimento de segurança do fluoroelastômero. Este revestimento é localizado atrás do revestimento de fluoropolímero e não é exposto ao meio.

#### **4.1.6 Válvulas Esfera Segmentadas de Revestimento Simples**

Estas válvulas diferem das válvulas esfera convencionais porque não retêm líquido quando fechadas. O projeto e o material do revestimento e a habilidade resultante em oferecer um fechamento apertado dependem da aplicação (*on-off* ou de controle). Esta válvula é tipicamente usada como uma válvula de controle.

#### **4.1.7 Válvulas Esfera Totalmente Revestidas**

Válvulas esfera totalmente revestidas podem ser usadas em aplicações de cloro gás seco ou úmido. Nenhuma peça metálica entra em contato com o meio, já que as superfícies internas das válvulas são revestidas de fluoropolímero. Como as válvulas esfera de metal, esta válvula esfera totalmente revestida pode oferecer um fechamento estreito e, com uma operação de haste de ¼ de volta, se presta a um projeto de vedação da haste fundamentalmente mais confiável do que uma válvula de haste flexível. A válvula esfera totalmente revestida deve incorporar um projeto de haste à prova de expulsões (*blow-out*) e devem ser guarnecidas com um meio de ajuste externo para a vedação da haste. O material de vedação geralmente empregado é fluoropolímero.

Válvulas esfera totalmente revestidas podem ser tanto de passagem plena quanto reduzida, com conexões de extremidade flangeadas. Dada a espessura do revestimento de fluoropolímero, as válvulas de passagem plena têm aberturas que são geralmente menores que seu tamanho nominal de tubo.

Válvulas esfera totalmente revestidas se limitam ao serviço em gás. Entretanto, os projetos devem assegurar que a pressão excessiva, resultante da expansão do cloro líquido inadvertidamente retido na cavidade do corpo e esfera, vai aliviar espontaneamente na direção da pressão de linha mais alta. Este alívio geralmente é conseguido quando se garante a esfera com uma abertura de alívio ou um projeto de sede com alívio da cavidade.

Se o método de alívio for direcional, o corpo da válvula deve ter uma indicação positiva da direção da densidade da pressão e se for possível reverter esta direção por meio de remontagem inadequada das peças, uma etiqueta (tipicamente de aço inoxidável) com precauções deve ser fixada de forma segura na válvula.

#### **4.1.8 Válvulas Esfera de Haste Flexível**

Estas válvulas combinam a alta pressão de base de uma válvula globo com a capacidade de fluxo integral das válvulas esfera. Elas não retêm líquido quando fechadas. A haste age através de um dispositivo de ressalto que gira a esfera da posição aberta para a fechada. Quando a esfera atinge a posição fechada, a ação final da haste força a esfera contra a sede. A ação flexível da haste reverte a ação.

## **4.2 Critérios Gerais de Seleção de Válvulas**

Quando da especificação de válvulas para

aplicações em cloro, é importante considerar os seguintes fatores.

#### 4.2.1 Vedação da Haste

Ao se lidar com aplicações que tenham flutuações de temperatura acentuadas ou frequentes, devem-se considerar métodos alternativos de vedação da haste, como lacre em fole ou revestimento de carga móvel, para impedir um vazamento através da vedação da haste.

#### 4.2.2 Fechamento Direcional

Se a aplicação necessitar de um fechamento bidirecional, não se deve usar uma válvula unidirecional.

#### 4.2.3 Temperatura Ambiente

Temperaturas ambientes e de processo devem ser consideradas durante a seleção do material.

#### 4.2.4 Cloro Úmido

Quando da seleção de válvulas para uma aplicação em que o cloro normalmente é seco, mas tem potencial de se tornar úmido conforme definido no Panfleto 100 (13.1.8), devem-se considerar materiais que sirvam para ambas as aplicações.

#### 4.2.5 Estrangulamento

Válvulas usadas em aplicações de estrangulamento podem passar por temperaturas extremamente baixas devido à alta pressão diferencial. Quando da especificação de uma válvula para estas aplicações,

considere a seleção de uma que se enquadre na classificação da temperatura mais baixa prevista.

Princípios de engenharia para dimensionamento da válvula devem ser usados para assegurar que cavitação e expulsão de gases residuais não aconteçam. Podem ser necessários interno modificado ou saídas caracterizadas.

#### 4.2.6 Sólidos, Impurezas e Contaminantes

Sob certas condições, impurezas e contaminantes, que podem afetar a performance da válvula, podem estar presentes nos sistemas de cloro seco. Devem ser feitas considerações sobre tais condições na seleção do tipo da válvula e nos materiais de construção.

#### 4.2.7 Corrosão por Stress (Cloreto)

Partes de uma válvula que estejam úmidas ou que possam ser expostas ao cloro devido a vazamento (hastes, plugues, fechos e arruelas de pressão) não devem ser construídas com aço inoxidável da série 300.

### 4.3 Tabelas de Seleção de Válvulas

Um guia de seleção de válvulas é apresentado nas Tabelas 4-1 até 4-7. Estas tabelas devem ser usadas para a seleção entre vários tipos de válvulas consideradas satisfatórias no serviço com cloro. Seu objetivo não é evitar o uso de tipos de válvulas diferentes daqueles aqui assinalados como “satisfatórias” em uma classe de serviço particular. Entretanto, o usuário deve estar alerta contra tal prática. Deve ser realizada uma ampla gama de testes, documentados, para assegurar uma operação segura.

Tabela 4-1 Válvulas Globo								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão terminal comum	Classificação e Forma principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Até 1 1/2"	Roscado (Ver nota 1)	Forjado API Classe 800	S	—	NR	S	NR	NR
	Encaixe - Solda	Forjado API Classe 800	S	S	NR	S	S	NR
Todas as bitolas	Flangeada	Forjado ou fundido ANSI Classes 150 ou 300	S	S	S	S	S	S
	Solda de topo	Forjado ou fundido ANSI Classes 150 ou 300	S	S	S	S	S	S

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

**Nota 1:** Com exceção das conexões para equipamentos de transporte, instrumentos e equipamentos de processo especiais, as válvulas flangeadas são recomendadas para as Classes II, III, V e VI.

Tabela 4-2 Válvulas Esfera								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Até 1 1/2"	Roscado (Ver nota 1)	Forjado ou fundido ANSI Classes 150 ou 300 (classificação de pressão mínima)	S	S	NR	S	NR	NR
Todas as bitolas	Flangeada	Forjado ou fundido ANSI Classes 150 ou 300	S	S	S	S	S	S

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

**Nota 1:** Com exceção das conexões para equipamentos de transporte, instrumentos e equipamentos de processo especiais, as válvulas flangeadas são recomendadas para as Classes II, III, V e VI.

Tabela 4-3 Válvulas Macho								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Até 1 1/2"	Roscado (ver nota 1)	Forjado ou fundido ANSI Classes 150 ou 300 (classificação de pressão mínima)	S	S	NR	S	NR	NR
Todas as bitolas	Flangeada	Fundido ANSI Classes 150 ou 300	S	S	S	S	S	S

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

**Nota 1:** Com exceção das conexões para equipamentos de transporte, instrumentos e equipamentos de processo especiais, as válvulas flangeadas são recomendadas para as Classes II, III, V e VI.

Tabela 4-4 Válvulas Borboleta de Alto Rendimento								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Todas as bitolas	Tipo "Wafer"	Chapa ou Fundido, ANSI classes 150 ou 300	S	S	—	S	S	—
Todas as bitolas	Aparafusada	Chapa ou Fundido, ANSI classes 150 ou 300	S	S	—	S	S	—
Todas as bitolas	Flangeada	Fundido, ANSI classes 150 a 300	S	S	—	S	S	—

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente



Tabela 4-5 Válvulas Borboleta Totalmente Revestidas								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Todas as bitolas	Tipo "Wafer"	Fundido, Classe ANSI 150 psig CWP	S	—	NR	NR	NR	NR
Todas as bitolas	Aparafusada	Fundido, Classe ANSI 150 psig CWP	S	—	NR	NR	NR	NR

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

Tabela 4-6 Válvulas Esfera Segmentadas de Sede Simples								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Todas as bitolas	Tipo "Wafer"	Fundido, ANSI Classes 150 ou 300	S	S	—	S	S	—
Todas as bitolas	Flangeada	Fundido, ou Forjado, ANSI Classes 150 ou 300	S	S	—	S	S	—

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

Tabela 4-7 Válvulas Esfera Totalmente Revestidas								
Bitola Nominal do Tubo (NPS)	Conexão Terminal Comum	Classificação e Forma Principais	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Todas as bitolas	Flangeada	Fundido ou Forjado, ANSI Classe 150	S	NR	NR	NR	NR	NR

Legenda: S = Satisfatório      NR = Não Recomendado      — Experiência Insuficiente

#### 4.4 Tabelas de Materiais de Válvulas

A tabela 4-8 lista recomendações comprovadamente úteis para peças de válvulas nos serviços com cloro seco. Os materiais são listados pela designação do material padrão

aplicável. Este guia não tem a intenção de impedir a substituição de outros materiais reconhecidamente aptos para o serviço de cloro desejado, conforme acordado entre o fabricante e o comprador.

**Tabela 4-8. Guia de Seleção para Materiais de Válvulas**

Formas dos Produtos	Peças	Classes I e IV	Classes II e V	Classes III e VI
Fundidos	Corpos, tampas, sobrepostas	ASTM A216 Grau WCB A216 Grau WCC A395 – Ver nota 1 A352 Grau LCA (até -25° F/-32° C) Ver nota 12	ASTM A352 Grau LCB (até -50° F/-46° C) A352 Grau LC1 (até -75° F/-59° C) A352 Grau LC2 (até -100° F/-73° C) Ver notas 11 e 12	ASTM A352 Grau LC3 (-150° F/ -101° C) Ver nota 12
Forjados	Corpos, tampas, sobrepostas	ASTM A105 A181 Classes 60 e 70 A182 Grau F1 A350 Grau LF1 (até -25° F/-32° C)	ASTM A350 Grau LF2 (até -50° F/-46° C) Ver nota 11	ASTM A350 Grau LF3 (-150° F/ -101° C)
Chapas e Perfis Laminados	Corpos, tampas, sobrepostas	ASTM A516 Grau 70	ASTM A516 Graus 55, 60 e 65 (Teste de Charpy a -50° F/-46° C) Ver nota 11	ASTM A203 Grau E (Teste de Charpy a -150° F/-101° C)
Corpo, tampa e sobreposta aparafusada	Parafusos e estojos	ASTM A193 Grau B7	ASTM A320 Grau L7 (Teste de Charpy a -150° F/-101° C) Ver notas 13 e 14	ASTM A320 Grau L7 (Teste de Charpy a -150° F/-101° C)
	Porcas	ASTM A194 Porcas hexagonais pesadas de grau 2H	ASTM A194 Porcas hexagonais pesadas de grau 4 (Teste de Charpy a -150° F/-101° C)	ASTM A194 Porcas hexagonais pesadas de grau 4 (Teste de Charpy a -150° F/-101° C)
Outras peças metálicas Ver nota 3	Hastes (eixos)	Hastelloy C-276 (UNS N10276) Monel 500 (UNS N05500) Monel 400, R405 (UNS N04400 & N04405) Ver nota 6	Hastelloy C-276 (UNS N10276) Monel 500 (UNS N05500) Monel 400, R405 (UNS N04400 & N04405) Ver nota 6	Hastelloy C-276 (UNS N10276) Monel 500 (UNS N05500) Monel 400, R405 (UNS N04400 & N04405) Ver nota 6
	Esferas, discos e sedes cônicas	Monel 400 (UNS N04400) Ver nota 2	Monel 400 (UNS N04400) Ver nota 2	Monel 400 (UNS N04400) Ver nota 2
	Fole (Ver nota 8)	Monel 400, R405 (UNS N04400 e N04405) Hastelloy C-276 (UNS N10276)	Monel 400, R405 (UNS N04400 e N04405) Hastelloy C-276 (UNS N10276)	Monel 400, R405 (UNS N04400 e N04405) Hastelloy C-276 (UNS N10276)
	Sedes e discos, Guarnições	Ver notas 4 e 5	Ver notas 4 e 5	Ver notas 4 e 5
	Outras peças	Ver nota 5	Ver nota 5	Ver nota 5
Peças Não-Metálicas	Sedes, Mangas e Selos	Fluopolímero	Fluopolímero	Fluopolímero
	Gaxetas	Asbestos ou fluopolímero Ver nota 10	Asbestos ou fluopolímero Ver nota 10	Asbestos ou fluopolímero Ver nota 10
	Tampa/Junta da Tampa	Asbestos ou fluopolímero Ver notas 7, 9, 10	Asbestos ou fluopolímero Ver notas 7, 9, 10	Asbestos ou fluopolímero Ver notas 7, 9, 10

Os títulos completos das especificações estão listados na Seção 13.

**Nota 1:** Ferro dútil conforme ASTM A395 pode ser usado para válvulas de cloro nos serviços da Classe I

**Nota 2:** Hastelloy C (UNS N10002) e Hastelloy C-276 (UNS N10276) oferecem resistência à corrosão, superior ao Monel.

**Nota 3:** Use Monel Alloy 400 (UNS N04400) conforme ASTM B564 (temperado) para forjaduras e ASTM B127 (temperado) para chapas.

**Nota 4:** Superfícies de sede de metal duro Stellite 21 (UNS R30021) e/ou Stellite 6 (UNS R30006) são recomendáveis para superfícies de sede metálica propensas aos efeitos combinados de corrosão e erosão. Monel K500 (UNS N05500) também possui boas propriedades de metal duro. Sedes integrais eliminam corrosão e vazamentos associados com sedes aparafusadas.

**Nota 5:** Outras peças (como sedes, engates, porcas de engate, sobrepostas, buchas de sobrepostas, pinos e volantes de manobra) devem ser constituídos em material adequado para o serviço, e acordado entre fabricante e comprador. Os aços inoxidáveis da série 300 não devem ser usados para parafusos, porcas e pinos (2.3).

**Nota 6:** Hastes de válvula da Hastelloy C-276 (UNS 10276) podem melhorar a operabilidade e minimizar os vazamentos pela caixa de vedação porque aumentam a integridade das superfícies da vedação da haste, que são mais propensas à penetração de umidade e corrosão acelerada. Monel K500 (UNS N05500) também possui boas propriedades de metal duro. É preferível construção de hastes de válvulas em uma só peça.

**Nota 7:** PTFE deve ser usado somente em uma junta completamente confinada.

**Nota 8:** Foles devem ser projetados para um mínimo de 10.000 ciclos e para operar na pressão máxima de trabalho permitida para a válvula, em temperatura ambiente.

**Nota 9:** Em espiral Monel 400 (UNS N04400) ou Hastelloy C-276 (UNS 10276) com revestimento de PTFE, grafite ou asbestos.

**Nota 10:** Somente indivíduos qualificados e familiarizados com procedimentos e técnicas apropriadas de manuseio devem ter permissão de trabalhar com asbestos. Algumas legislações locais podem limitar o uso de asbestos.

**Nota 11:** Válvulas ou componentes de aço inoxidável tipo 316/316L (ASTM A351/A744 Gr CF8M/CF3M) podem ser usados em serviços especializados desde que o usuário final tenha uma longa experiência com o material. Utilizações em novas aplicações devem ser limitadas às instalações que tiverem sido muito bem avaliadas.

**Nota 12:** Peças fundidas devem ser verificáveis, conforme a lista de graus ASTM.

**Nota 13:** Parafusos ASTM A193 Grau B7M e porcas ASTM A194 Grau 2HM podem ser substituídos.

**Nota 14:** Parafusos de aço inoxidável não devem ser usados. Parafuso Alloy 20 é recomendado para válvulas de aço inoxidável.

## 4.5 Preparação de Válvulas – Requerimentos de Identificação

Todas as válvulas identificadas pelo fabricante como de acordo com as recomendações deste Panfleto, para serviços com cloro, devem estar de acordo com os seguintes requerimentos:

### 4.5.1 Teste de Válvulas

Cada válvula deve passar pelos seguintes testes de pressão:

- um teste do corpo de acordo com API 598 (13.4.3) em no mínimo de 1,5 vezes a classe de pressão a 100° F (38° C) arredondada para cima até o próximo incremento de 25 psig ou um teste hidrostático à 1,5 vezes a classe de pressão a 100° F (38° C) arredondada para cima até o próximo incremento de 25 psig antes da montagem.
- Todas as válvulas de fechamento devem passar por testes de fechamento com ar ou gás inerte de acordo com API 598 (13.4.3). Não deve haver vazamentos durante o teste, para o tempo mínimo especificado.

### 4.5.2 Limpeza e Embalagem

Todas as válvulas devem ser limpas, secas e preparadas para uso no serviço com cloro, incluindo o uso de lubrificantes especiais compatíveis com o cloro, usados para montagem das válvulas. As válvulas devem ser embaladas de maneira a evitar que a umidade entre pelas extremidades.

O usuário deve tomar o cuidado de manter a integridade das válvulas embaladas até que elas sejam postas em serviço.

### 4.5.3 Identificação

Se uma válvula passar pelo teste de vazamento especificado na Seção 4.5.1 e tiver sido desengraxada, limpa, seca e embalada de acordo com os requerimentos na Seção 4.5.2, então a válvula é considerada pronta para o serviço com cloro. Uma etiqueta anexada de forma adequada, designando que a válvula foi limpa e testada para o serviço com cloro de acordo com o Panfleto 6 do Chlorine Institute, deverá ser usada pelo fabricante para indicar que a válvula foi preparada para o serviço.

## 5. OUTROS COMPONENTES

Outros componentes que não sejam tubos, válvulas e guarnições, que freqüentemente são usados nos sistemas de tubulações de cloro, estão detalhados nesta seção.

### 5.1 Discos de Ruptura

Discos de ruptura em serviços com cloro devem ser instalados com a compreensão de que estes não possuem capacidade de retificação como a oferecida por uma válvula de alívio de pressão. Uma vez rompido o disco, o fluido continuará a escapar pelo disco até que seja bloqueado por outros meios. Por esta razão, estes discos são usados mais freqüentemente junto com um dispositivo de alívio de pressão ou câmara de expansão. Eles funcionam bem sob uma válvula de alívio de pressão, como uma medida preventiva contra corrosão. Discos de ruptura usados em conjunção com câmaras de expansão têm referência no Desenho 136 (13.1.22). Suportes contra vácuo devem ser incluídos onde apropriado.

Materiais comuns usados na construção de componentes de discos de ruptura são:

- Suporte do disco: Aço liga ou ao aço carbono forjado (tipo de conexão e classe de pressão do suporte do disco devem estar de acordo com a especificação de classes dos flanges e dos sistemas de tubulações).
- Disco: Ligas Monel K500 e R405 (UNS N05500 e N04405), tântalo, grafite impermeável revestido, prata, Hastelloy C e C-276 (UNS N10002 e UNS N10276).

**CUIDADO:** Se discos de grafite impermeáveis forem usados sob válvulas de alívio de pressão, a fragmentação do disco por ruptura poderá danificar peças de válvulas ou obstruir a válvula, fazendo com que ela se torne ineficaz como um dispositivo de alívio de pressão. Fragmentos do disco podem ser projetados para fora do suspiro.

### 5.2 Válvulas de Alívio da Pressão

Válvulas de alívio da pressão são os dispositivos de alívio preferidos desde que retificadas. Conexões de entrada devem ser consistentes com as especificações e a classe de pressão da tubulação.

As válvulas de alívio da pressão devem ser inspecionadas e/ou testadas regularmente. As válvulas

devem ser instaladas de maneira que assegure que não haja obstrução de fluxo entre a válvula de alívio de pressão e o sistema de tubulação ou o vaso que ela deve proteger.

O sistema de suspiro da válvula de alívio da pressão deve ser adequadamente dimensionado e direcionado de forma que a descarga fique livre e seja descarregada para um lugar seguro (Panfletos 5, 86 e 89 (13.1)).

Discos de ruptura ou pinos de ruptura de segurança podem ser instalados sob válvulas de alívio de pressão onde seja conveniente proteger a válvula contra corrosão. Onde seja necessário satisfazer o Código ASME, um medidor de pressão ou outro indicador apropriado podem ser instalados entre o disco de ruptura e a válvula de alívio de pressão, sendo checados regularmente para assegurar um funcionamento apropriado. Pressão nesta seção do tubo pode indicar falha prematura ou furos nos discos de ruptura.

Tipos de válvulas de alívio de pressão incluem:

- **Convencional**

Geralmente, estas têm um corpo angular convencional, com tampa fechada e uma cobertura sobre a porca de ajuste. Entretanto, uma válvula única, de projeto em linha reta (Tipo JQU), desenvolvida para a indústria de transporte, tem sido adotada para o uso em equipamentos estacionários (5.4).

Materiais de construção tipicamente usados em serviços da Classe I e IV são:

Corpo: aço carbono

Miolo: Hastelloy C ou C276 (UNS N10002 ou UNS N10276) ou liga Monel 400 e R405 (UNS N04400 e UNS N04405)

Mola: Aço carbono

Materiais de construção para outras classes devem ser coerentes com as especificações da tubulação.

- **Sede Macia**

Estas válvulas empregam um inserção plástica que é comprimida estaticamente pelas sedes de metal, ou carregada dinamicamente entre elas pela pressão do lado de aspiração, para se conseguir uma ótima vedação da

sede, tanto antes da abertura quanto na retificação. O inserto geralmente é um *O-ring* elastomérico (borracha para cloro Viton ou Kalrez), com alguns dos projetos de vedação estática empregando PTFE.

A construção de sede macia, particularmente em conjunção com uma válvula de lacre em fole, pode neutralizar a necessidade de um disco de ruptura no lado de aspiração ou a montagem de pino de ruptura de segurança.

- **Fole**

Estas válvulas empregam um fole enrolado que isola as superfícies que guiam a haste e a mola da válvula dos fluidos (ou de outros materiais estranhos que podem ser encontrados na descarga do tubo), que poderiam entrar em contato e acelerar a corrosão destas partes vulneráveis, e fazer com que a válvula se tornasse inoperante. O fole geralmente é construído de 2 ligas - Monel 400 e R405 (UNS N04400 e UNS N04405) – metal para serviço com cloro. Entretanto, Hastelloy C e C276 (UNS N10002 e UNS N10276) podem ser uma escolha mais prudente se o sistema de descarga tem tendência a ficar úmido por causa da entrada de água.

Uma válvula com projeto de área balanceada permite o uso onde pressões a montante, alta ou variável (igual ou menor do que 50% da pressão de abertura), podem ser encontradas. O Código ASME permite a instalação de um disco de ruptura na saída de uma válvula de alívio de pressão com lacre em fole, de área balanceada. A taxa de ruptura do disco empregado desta maneira não deve exceder 50% da pressão de abertura da válvula.

### 5.3 Recipientes de Extração de Líquido

Um recipiente de “*knockout* ou *drip leg*” é útil para a proteção de sistemas de cloro gás contra danos ou problemas de processo que podem resultar da entrada de cloro líquido.

Condições em que cloro líquido pode ser esperado:

- Na partida, após qualquer período sem fluxo em uma tubulação de cloro.
- Durante períodos de fluxo baixo e/ou tempo frio.
- Em operação a uma temperatura e pressão que se aproxime da saturação (ver figura 9.1, The Chlorine Manual (13.1.1))
- Em sistemas de evaporação (Panfleto 9 (13.1.3)).

Requerimentos mínimos para instalações de recipientes de extração:

- Materiais de construção e especificações devem ser consistentes com temperaturas e pressões de operação esperadas.

- Um recipiente de extração de líquido deve ser dimensionado para o fluxo máximo de gás.
- O recipiente deve ter uma retenção líquida mínima antes do alarme ou da notificação da presença de líquido no recipiente.
- Deve-se considerar o isolamento para todos os recipientes e tubulações de cloro acima do solo, a menos que a pressão de operação seja suficientemente baixa para impedir a condensação.
- Válvulas de bloqueio podem ser instaladas na entrada e na saída do recipiente de extração. Válvulas automáticas podem ser consideradas dependendo do impacto do cloro líquido no processo e no equipamento. A instalação da válvula de bloqueio deve incluir provisões para testes periódicos; uma derivação pode ser útil. Onde válvulas de bloqueio forem usadas, deve ser feita uma provisão para uma proteção contra sobrepressão.
- O sistema deve conter uma fonte de calor controlado ou um equipamento de redução de pressão para vaporizar qualquer cloro líquido acumulado. A fonte de calor deve ser controlada para impedir a corrosão acelerada e a ignição espontânea do ferro e do cloro a temperaturas elevadas (Panfleto1 (13.1.1.)).
- Tricloreto de Nitrogênio pode se acumular no recipiente de extração devido à longa vaporização do cloro líquido se este cloro tiver vestígios de tricloreto de nitrogênio. Deve ser planejada uma rotina de serviços periódicos nestes recipientes de extração: evacuação, limpeza e secagem. Para informações adicionais, veja referências no Panfleto 152 (13.1.9).

### 5.4. Válvulas de Transporte em Equipamento Estacionário

Em geral, são preferíveis outros tipos de válvulas, que não sejam usadas em equipamentos de transporte, para uso em sistemas de tubulações estacionários.

- Válvulas de Alívio de Pressão tipo 1 ½ JQ

Estas válvulas, com pino de ruptura de segurança, têm sido usadas em tubulações de cloro e sistemas de armazenamento. Estas válvulas são aprovadas para transportes de cloro e não têm certificado ASME. A 1 ½ JQU é uma válvula de transporte estilo JQ modificada. A designação “U” indica que a válvula é projetada de acordo com o Código ASME. Um orifício roscado de 1/8” – 27 NPT é colocado na base para cumprir os requerimentos de aviso (indicação) discutidos na Seção 5.2. Quando o uso requerer certificação ASME, as válvulas devem ser compradas com indicação de pressão sobre o pino de ruptura de segurança e outras características requeridas para a certificação ASME.

Recomenda-se considerar os padrões de emissão local no alívio para a atmosfera.

**CUIDADO:** Estas válvulas não são projetadas para funcionar apropriadamente se houver contrapressão.

- Válvulas Angulares para Caminhão Tanque

Apesar de serem aceitas para sistemas de tubulação estacionários, geralmente não são as melhores válvulas para a aplicação (Desenho 104 (13.1.12)).

- Válvulas de Excesso de Fluxo

Válvulas de checagem de excesso de fluxo são adaptáveis para sistemas de tubulações estacionários. Entretanto, deve ser notado que estas válvulas devem ser instaladas em uma posição vertical para operar de forma apropriada. Também são válvulas de alta pressão e, como tais, podem não funcionar bem como válvulas de fechamento de emergência, exceto sob alto fluxo e grandes quedas de pressão resultantes. Sua performance depende muito das considerações de queda de pressão e fluxos (desenhos 101,106, 114, 162 e 163 (13.1)).

### 5.5 Câmaras de Expansão para Cloro Líquido

Cloro líquido tem um coeficiente de expansão térmica muito alto. Se o cloro líquido ficar confinado entre duas válvulas, a pressão da seção obstruída vai aumentar conforme vai aumentando a temperatura da tubulação. A pressão pode crescer além da taxa de pressão da tubulação com o potencial de causar um vazamento nas juntas ou ruptura da linha.

Uma câmara de expansão é conectada à tubulação para permitir um volume de expansão para o líquido. Uma câmara de expansão deve ser instalada no topo da tubulação e ser preenchida com ar seco ou um gás inerte. O gás na câmara de expansão é comprimido enquanto a pressão na tubulação vai subindo e impede que a tubulação sofra a pressão extremamente alta que pode ser causada pela expansão hidráulica. Sobre configurações recomendadas e condições de uso para câmaras de expansão são feitas referências no Desenho 136 (13.1.22).

### 5.6 Válvulas de Retenção

Válvulas de retenção (acionadas por controle de mola ou operadas pela gravidade) não são recomendadas para serviços com cloro em situações onde isolamento total ou eliminação total do fluxo reverso forem desejadas. Nestes casos, válvulas de controle operadas automaticamente com instrumentação apropriada são recomendadas.

Válvulas de retenção podem ser úteis em aplicações tais como, coletores de bomba, onde uma pequena quantidade de fluxo reverso é aceitável. Estas válvulas de retenção devem ser construídas em materiais consistentes com as especificações de válvulas e de tubulações.

Materiais que servem para a construção são:

**Corpo:** aço carbono ou aço liga conforme as condições de serviço, aço dútil para Classe I

**Revestimento do corpo (opcional):** PFA, PTFE, ETFE, ECTFE, PDVF ou aço carbono ou aço liga igualmente revestidos.

**Disco, vedação metálica e internos:** Alloy 20 ou ligas de Monel 400 e R405 (UNS N04400 e UNS N04405)

**Mola (se usada):** Inconel 600 (UNS N06600)

### 5.7 Juntas de Expansão

Juntas de expansão devem ser restritas ao serviço com gás Classe I.

Os sistemas de tubulações de cloro devem ter uma flexibilidade suficiente para impedir falha do sistema devido à contração ou expansão térmica. Quando a flexibilidade não puder ser introduzida no sistema pelo curso dos tubos, compensadores de fole podem ser empregados para absorver a expansão diferencial enquanto contém a pressão do sistema.

Estas juntas são produtos de engenharia que não devem ser adquiridas e usadas como itens de *commoditie*. Elas devem ser utilizadas na menor quantidade possível, mas quando requeridas devem ser metálicas com uma metalurgia mínima para o fole de Hastelloy C e C-276 (UNS 10002 e N10276) ou liga Monel 400 e R405 (UNS N04400 e N04405) e devem estar de acordo com ASME B31.3 – Apêndice X (13.2.8).

### 5.8 Mangotes

Nem mangotes metálicos nem mangotes não-metálicos são normalmente usados em sistemas de tubulação permanentes e não são recomendados para conexões de tubulação permanentes. Veja a Seção 8 e o Apêndice, sobre conexões de transporte.

# 6. INSTRUMENTAÇÃO

Sistemas de tubulações de cloro seco devem ser protegidos contra sobrepressão, superaquecimento, superenchimento, por meio da instalação de instrumentação adequada.

Esta instrumentação pode ser do tipo de fluxo (vazão), nível, temperatura ou pressão, e pode usar dispositivos de alarme, controle, indicação ou registro. O isolamento dos instrumentos deve ser obtido através de dispositivos de proteção adequados. Válvulas isolantes ou de fechamento são recomendáveis pois permitem o serviço no instrumento, durante o uso das instalações.

## 6.1 Registradores e Indicadores de Pressão

Instrumentos sensíveis à pressão podem ser protegidos do cloro por uma selagem de líquido, um fluorocarbono que não seja reativo com o cloro. O corpo superior pode ser de aço e o material do corpo inferior também pode ser de aço, ligas Monel 400 ou R405 (UNS N04400 e N04405), ou Hastelloy C e C-276 (UNS N10002 e UNS N10276). O material preferido para o diafragma é o tântalo, Hastelloy C e C-276 (UNS N10002 e N10276). Entretanto, Monel tem sido usado com sucesso.

Onde são usados manômetros para monitorar a pressão máxima obtida, tal como em sistemas que tenham discos de ruptura e câmaras de expansão, pode ser útil empregarem-se indicadores equipados com um “ponteiro de leitura máxima”, com *reset*.

Se forem utilizados sensores de pressão, de leitura direta, estes devem ser equipados com ligas Monel 400, R405, ou 500 (UNS N04400, N04405 ou N05500), ou tubos bourdon de tântalo.

## 6.2 Registradores e Indicadores de Temperatura

Dispositivos sensores de temperatura devem ser equipados com poços de termômetro de material

adequado, como ligas Monel 400 e R405 (UNS N04400 e N04405), ou Hastelloy C e C-276 (UNS N10002 e N10276) para permitir a recolocação do elemento de temperatura sem desligamento. Para serviços Classe I, o aço tem sido usado seguindo-se uma cuidadosa consideração sobre a espessura da parede.

## 6.3 Válvulas de Controle

Materiais e projeto das válvulas de controle devem seguir as recomendações apresentadas na Seção 4. Devido à oscilação, a vedação da haste é uma consideração mais importante com este tipo de válvula, do que com as válvulas manuais. Deve-se ter cuidado na seleção da vedação.

## 6.4 Indicadores de Nível

Muitos dispositivos incluindo sensores de pressão, capacitância e deslocamento podem ser usados se projetados para o serviço com cloro. Se os indicadores do nível forem calibrados, eles devem ser do tipo refratado, revestido. Não devem ser utilizados indicadores de vidro.

## 6.5 Sensores de Fluxo

Sensores de fluxo devem ser feitos de materiais resistentes à corrosão, tais como liga Monel 400 e R405 (UNS N04400 e N04405), Hastelloy C e C 276 (UNS N10002 e N10276), ou tântalo. Elementos de fluxo, que tenham uma característica de causar alta queda de pressão, podem gerar expulsão de cloro líquido e, assim, uma indicação errada do fluxo, bem como vibrações do tubo.

## 6.6 Controles Elétricos

Controles NEMA 4 (área estanque à água) ou NEMA 4X (estanque à água / resistente à corrosão) devem ser usados (13.4.1).

# 7. SISTEMAS DE TUBULAÇÕES DE METAIS NÃO-FERROSOS

Tubos de metais não-ferrosos, geralmente são usados para instrumentos flexíveis ou conexões não-permanentes. Alumínio, titânio e estanho não devem ser utilizados porque o cloro reage com estes materiais a temperaturas ordinárias.

Quando conexões flexíveis são necessárias entre os contêineres de transporte e os sistemas de tubulação rígida, construções de ligas de cobre e de cobre podem ser usadas.

Por causa da reação entre o cloro e o estanho, o estanho não deve ser usado nos metais de adição para soldagem forte em acessórios de conexões flexíveis.

Assim, metais de adição para soldagem a prata não devem conter estanho e devem conter ao menos 44% de prata. Em situações que requeiram proteção contra corrosão externa, coberturas protetoras como zincagem eletrolítica (ou cádmio) são recomendadas. Fragilização por hidrogênio não é um mecanismo de falha típico para metais não-ferrosos. Componentes de flexíveis devem ser limitados a um só fabricante, já que os conectores não são compatíveis entre os fabricantes.

A tabela 7.1 identifica alguns metais não-ferrosos comumente usados em ligas especiais. Devem ser feitas considerações sobre a proteção mecânica dos sistemas de tubulações contra danos externos.

**Tabela 7-1. Sistemas de Tubulações de Metais Não-Ferrosos**

Item	Material (Ver nota 4)	Estado do Fluido	Tipo	Comentários	Uso Comum (Ver nota 5)
Tubos	Cobre (Ver nota 1)	Gás ou Líquido	ASTM B88	Sem costura, Tipo K ou mais pesado, anelado	Conexões de contêineres
	Monel (Ver nota 3)	Gás ou Líquido	ASTM B165	Estirado a frio, anelado	Conexões de instrumentos Conexões de contêineres
Gaxetas	Monel (Ver nota 3)	Gás ou Líquido	ASTM B165	—	Conexões de instrumentos
	Cobre	Gás ou Líquido	ASTM B75	Tipo solda (Ver nota 6)	Conexões de contêineres (Ver nota 2)
Adaptadores/ Porcas Adaptadoras	Alumínio-Silicone-Bronze (Liga B)	Gás ou Líquido	ASTM B124, B150 UNS C64210	(Ver Desenho 130)	Conexões de interface, Conexões de contêineres
	Bronze Comercial Chumbado	Gás ou Líquido	ASTM B140 UNS C31400	—	Conexões de interface, Conexões de contêineres, Tubos

**Nota 1:** Um revestimento externo (por exemplo zincagem eletrolítica – ou cádmio) é recomendado em situações que requeiram resistência à corrosão adicional. A fragilidade resultante do hidrogênio não é um mecanismo contra falhas, típico para metais não-ferrosos.

**Nota 2:** Conexões do tipo “gaxetas” são preferíveis quando as conexões são quebradas frequentemente. Guarnições do tipo alargado não são recomendadas.

**Nota 3:** Tubulação instrumental de ¼” a ½” (6,35 a 12,7 mm) de diâmetro externo deve ser uma tubulação sem costura, anelada, de liga Monel ASTM B 165 com uma parede de no mínimo 0.035” (0,89 mm), a ser usada com

guarnições de tubings, do tipo arruela, de liga Monel (UNS N04400 and N04405) ASTM B 165.

**Nota 4:** Outras ligas podem ser usadas, com base em experiência específica, como Alloy 20 e Hastelloy C-276.

**Nota 5:** Para conexões/desconexões periódicas, como aplicações em contêineres, o “sargento” ou “yoke” e o adaptador (Conexão CGA 820 ou 820C) são recomendáveis. Para conexões entre a tubulação e os dutos estacionários, uma porca de capa (tal como uma Conexão CGA 660) é aceitável.

**Nota 6:** Metais (ligas) de soldadura a prata não devem conter estanho e devem conter ao menos 44% de prata.



# 8. CONEXÕES PARA RECIPIENTES DE TRANSPORTE

Conectores e conexões que permitem o descarregamento de contêineres de transporte de cloro são, em geral, considerados instalações não-permanentes.

Estes conectores e conexões são identificados abaixo, na tabela 8, e alguns de seus usos são citados. Detalhes sobre cada item podem ser encontrados nos desenhos indicados.

Instalações não-permanentes devem usar conexões flangeadas ou do tipo sargento (“yoke”), já que as rosças, que são repetidamente usadas e expostas à atmosfera do cloro, podem estragar prematuramente.

Flanges com dois parafusos, geralmente são usadas em “loops” de descarga (Desenho 118 (13.1.19)). Deve-se ter cuidado para se apertar os dois parafusos com a mesma intensidade.

As informações contidas na tabela 8-1 são geralmente para serviços em gás ou líquido entre -20° F e 150° F (-29° C e 66° C) e para vácuo a 300 psig.

Alguns componentes, principalmente mangotes para transferência, são homologados para pressões mais elevadas.

**8.1 Guia de Conectores para Recipientes de Transporte**

Item	Estado do Fluido	Comentários	Uso Comum
Conexão de des-carga de caminhão tanque ou vagão	Gás ou Líquido	“Loops” de descarga (Ver Desenho 118)	Conecta um sistema de tubulação permanente com uma embarcação, caminhão- tanque ou vagão
Mangote de Transferência de Cloro	Gás ou Líquido	Metálica reforçada e não-metálica especial com proteção (Ver Apêndice)	A mangueira de transferência é mais flexível do que o conector de descarga de caminhão tanque e pode ser mais adaptável para necessidades específicas
Conexão de união pequena	Gás ou Líquido	Ver Desenho 171	Conecta conectores flexíveis a válvulas de cilindros auxiliares ou manifolds
Adaptador de Válvula de Cilindro	Gás ou Líquido	Latão ou Liga “B” (Ver desenhos 112, 130 e 189) Bronze - chumbo comercial ASTM B 140	Conecta válvulas a conectores flexíveis
Engate <i>yoke</i> ou sargento da válvula de cilindro	Gás ou Líquido	Ver Desenhos 131 e 189	“Sargento ou yokes” podem ser usados para conexões não-permanentes de cilindros pequenos, cilindros grandes, ou sistemas de tubulações com válvulas de cilindros.
Válvula do coletor	Gás	Ver Desenho 113 para peças de válvulas e desenho 112 para especificações de materiais	Usada em coletores de pressão de gás para permitir a conexão com flexível de cobre (não necessita de plugs- fusíveis).
Gaxeta de chumbo (Ver nota 1)	Gás ou Líquido	Chumbo químico com 2 a 4% de antimônio ASTM B 29 Ver nota 2	A troca da gaxeta é recomendada após cada desconexão

**Nota 1** O projeto da junta é um fator crítico na seleção do material da gaxeta e deve se limitar a uma junta confinada, tal como “macho-e-fêmea”.

**Nota 2** Chumbo químico pode ser usado em circunstâncias especiais.

# 9. MATERIAIS PLÁSTICOS DE CONSTRUÇÃO

A maioria dos plásticos reage quimicamente com o cloro, já que são feitos de materiais baseados em hidrocarbonetos. Tais reações podem ser violentas e perigosas, resultando em liberação de cloro. Esta reatividade é evitada apenas nos plásticos em que átomos de flúor aparecem dentro da molécula.

Outros plásticos são adequados apenas para serviços limitados em aplicações de vácuo ou de pressão muito baixa. Os plásticos têm a vantagem de serem quimicamente mais tolerantes à umidade, se esta estiver presente com o cloro. Entretanto, em certo grau, todos os plásticos estão sujeitos à permeabilidade de cloro líquido e gasoso, e à degradação pela luz ultravioleta.

Os plásticos devem ser usados conforme especificado pelo projetista ou pelo fabricante do

equipamento, que tenham experiência no manuseio de cloro. Limitações típicas no uso de plásticos em serviços com cloro são mostradas nas tabelas 9-1 e 9-2. Os plásticos mostrados na tabela 9-2 têm seu uso limitado ao cloro gás e à pressão máxima de 6 psig.

Sistemas que usem materiais da tabela 9-2, para pressões acima de 6 psig, requerem uma engenharia especial, que está além do objetivo deste Panfleto. Linhas de instrumentos pneumáticos não estão incluídas nas tabelas.

Deve-se ter atenção especial aos suportes dos componentes plásticos, já que muitos plásticos podem ser desgastados pelo cloro e/ou pela degradação ambiental. Tubulações de plástico flexível devem ter raios de curvaturas generosos para minimizar o “stress” sobre a tubulação.

**Tabela 9-1. Plásticos em Sistemas de Tubulações para Cloro Líquido ou Gasoso**

Plástico	Abreviação	Pressão	Temperatura Máxima (Ver nota 8)	Usos Comuns (Ver nota 7)
Politetrafluoroetileno	PTFE	Ver nota 8	300° F (149° C)	Mangote de descarga, tubulações de instrumentos (ver nota 4), peças de válvulas, revestimentos de conexões e tubos, gaxetas e juntas.
Perfluoroalcóxi (ASTM D3307)	PFA	Ver nota 8	300° F (149° C)	Peças de válvulas, revestimentos de conexões e tubos
Polifluoreto de vinilideno	PVDF	Ver nota 8	280° F (138° C) Ver nota 6	Tubos (ver nota 5), peças de válvulas, guarnições, revestimento de guarnições e tubos.
Etileno clorotrifluoroetileno	ECTFE	Ver nota 8	300° F (149° C) Ver nota 6	Peças de válvulas, revestimentos das guarnições e tubos.
Etileno tetrafluoretileno	ETFE	Ver nota 8	300° F (149° C) Ver nota 6	Peças de válvulas, revestimentos das guarnições e tubos.

**Tabela 9-2. Plásticos em Sistemas de Tubulações apenas para Cloro Gás**

Plástico	Abreviação	Pressão	Temperatura máxima (Ver nota 8)	Usos Comuns (Ver nota 7)
Cloreto de Polivinila (ASTM D1784)	PVC	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	130° F (54° C)	Tubos (Ver nota 2), conexões dos tubos, guarnições dos tubings, peças de válvulas.
Cloreto de Polivinila clorado (ASTM D1784)	CPVC	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	212° F (100° C)	Tubos (Ver nota 2), conexões dos tubos, peças de válvulas.
Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ASTM D3965)	ABS	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	150° F (66° C)	Tubos (Ver nota 2), conexões dos tubos, guarnições dos tubings, peças de válvulas.
Poliéster reforçado com fibra de vidro (Ver nota 1)	FRP	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	212° F (100° C)	Tampas para células de cloro.
Poliétileno (ASTM D3350)	PE	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	130° F (54° C)	Tubings (Ver nota 3), peças de válvulas
Polipropileno	PP	Vácuo a 6psig (41 kPa) máximo	130° F (54° C)	Conexões de tubulações, peças de válvulas.

**Nota 1:** A resina deve ser selecionada especificamente para serviços com cloro.

**Nota 2:** Schedule 80 com juntas roscadas. Pode ser Schedule 40 com ligação embutida e soldada quimicamente.

**Nota 3:** Espessura da parede: 1/16" (0,16 cm), diâmetro externo até 5/8" (1,50 cm)

**Nota 4:** Espessura da parede: 0,040" (0,10 cm). diâmetro externo de ¼" (0,64 cm)

**Nota 5:** Schedule 80 com juntas roscadas. Pode ser Schedule 40 com ligação embutida e solda fundida termicamente.

**Nota 6:** Baseado em reação química além das

temperaturas especificadas.

**Nota 7:** Tubagem de fluoropolímero de diâmetro externo (OD) de ¼" a ½" polegada (6,34 a 12,7 mm), com mínimo da parede de 0,063" (1,60 mm). Para ser usado com guarnições do tipo arruelas de fluoropolímeros. Tubagem de plástico de 1/8" é recomendada para alguns instrumentos para amostragem de cloro, como cromatógrafos. Resina de fluoropolímero é preferível, por ser menos susceptível a entupimento.

**Nota 8:** Estes limites recomendados se aplicam somente a materiais não-metálicos. Os fabricantes devem ser consultados para os limites de pressão e temperatura (em ambiente de cloro), sobre produtos específicos feitos destes materiais.

# 10. CONSIDERAÇÕES SOBRE PROJETO DE “LAYOUT” DAS TUBULAÇÕES

Um bom “layout” das tubulações aumenta a segurança, reduz os custos de manutenção e oferece operações eficientes a custos efetivos. As considerações a seguir são muito importantes ao se projetar o “layout” das tubulações:

- Evite a retenção do cloro líquido entre as válvulas e/ou providencie câmaras de expansão ou sistemas de alívio de pressão.
- Considere um layout de tubulações seccionado para facilitar futuras operações de limpeza. Disponha e sustente os tubos de forma a permitir a remoção dos componentes e equipamentos de processo.
- Evite instalar as linhas perto de linhas de vapor, linhas de ácidos, etc., o que poderia causar corrosão da linha de cloro. Proteja a linha de cloro contra todos os riscos de calor excessivo ou fogo.
- O uso de ramais de despressurização e drenagem, em uma tubulação de cloro, deve ser limitado ao mínimo estritamente necessário para remoção de sujeira, líquido ou gás. Entretanto, todas as seções que possam ser bloqueadas devem ter conexões suficientes para remover o cloro.
- Possibilite uma expansão térmica linear, de preferência com “loops” de tubos.
- O projeto das tubulações deve incorporar um meio de minimizar a possibilidade de “Golpes de Aríete”.
- As linhas de cloro devem ser prontamente identificáveis.

## 10.1 Espaços livres

Espaços livres nas vias e nas passarelas devem ser previstos para minimizar o potencial de danos por impacto. Barreiras ou “guard rails” devem ser considerados. Se as tubulações de cloro passam através de uma parede ou galeria, espaços livres laterais apropriados devem ser previstos.

## 10.2 Apoios/Suportes

Os tubos devem ser adequadamente apoiados

para impedir que se curvem ou estejam apoiados sobre o aço da estrutura. Não sustente outros tubos nas linhas de cloro e vice-versa. Os tubos devem ser sustentados por suportes ou calços que não permitam o atrito metal-metal ou a corrosão. Se localizados em uma área onde a atividade sísmica pode ser significativa, recomenda-se consultar a regulamentação local para determinar se considerações especiais de projeto são necessárias.

## 10.3 Disposição

A tubulação de cloro deve ser disposta com vistas à menor distância levando-se em consideração a flexibilidade, a expansão da linha e as boas práticas de engenharia. Mudanças na elevação devem ser minimizadas. Este Panfleto considera apenas instalações acima do solo. Se o sistema de tubulação estiver enterrado ou cruzar canais de água, deve-se consultar o Panfleto 60 (13.1.4), que contém recomendações para proteção subterrânea, etc.

## 10.4 Válvulas

É importante que todas as válvulas e controles estejam localizados em áreas acessíveis. Válvulas de controle e de alívio devem ser localizadas onde possam ser assistidas de maneira conveniente.

Válvulas de bloqueio devem ser instaladas o mais próximo possível do equipamento, de preferência no bocal.

Válvulas de bloqueio devem ser instaladas em linhas de derivação, na tubulação principal, e quando possível, localizadas de forma a permitir que as linhas escoem à partir das válvulas.

## 10.5 Expansão Térmica Hidráulica – Considerações sobre o Projeto

O cloro líquido tem um alto coeficiente de

expansão térmica. Aumentos relativamente pequenos na temperatura do cloro líquido podem fazer com que uma seção bloqueada da tubulação se rompa ou vazze nas conexões.

O uso de câmaras de expansão de líquido, como mostrado no Desenho 136 (13.1.22), deve ser avaliado se houver possibilidade de o cloro líquido ficar preso entre duas válvulas fechadas. Para pequenos volumes confinados, como os em torno das válvulas de controle, procedimento operacional de drenagem pode ser preferível à instalação de uma pequena câmara de expansão. Estas câmaras de expansão devem ter suportes adequados e devem se localizar em uma área de fácil acesso para manutenção.

### **10.6 Como Evitar Condensação -Considerações sobre o Projeto**

A condensação ou reliquificação pode ocorrer em linhas de gás quando a temperatura cai abaixo do equilíbrio pressão-temperatura. Para impedir a condensação do gás, é recomendável uma válvula de redução de pressão ou isolamento e “traços” de aquecimento térmico (heat tracing). Qualquer instalação de aquecimento deve ser projetada de

forma tal que a temperatura de superfície do tubo não exceda 300° F (149° C), para limitar a possibilidade da reação de aço com cloro, que ocorre próximo a 483° F (251° C). Veja o Manual do Cloro (*The Chlorine Manual*) (13.1.1).

### **10.7 Vaporização**

A vaporização ou a expulsão de gases residuais pode ocorrer em linhas de cloro líquido devido à queda de pressão, mudança de elevação nas tubulações ou aumento da temperatura. O projeto deve assegurar que o cloro se mantenha no estado físico desejado, sob quaisquer condições de operação.

### **10.8 Isolamento**

Tubulações de cloro (líquido ou gasoso) geralmente operam a pressões e temperaturas que causam condensação e formação de gelo do lado de fora das linhas. Por esta razão, o isolamento deve oferecer uma barreira contra umidade, para impedir a corrosão sob o isolamento. Métodos de acesso, que não comprometam esta barreira, podem ser usados para possibilitar o teste de medições de espessura ou a inspeção externa dos tubos.

# 11. PREPARAÇÃO PARA O USO

## 11.1 Limpeza

Todas as partes de novos sistemas de cloro devem ser limpas antes do uso, porque o cloro pode reagir de forma violenta com óleo, graxa e outros materiais estranhos. Deve-se tomar cuidado nos procedimentos de limpeza para que se removam todos os resíduos, já que o cloro também pode reagir de forma vigorosa com a água e a maioria dos solventes, incluindo hidrocarbonetos e álcoois. Qualquer equipamento recebido em condição oleosa deve ser limpo e totalmente seco antes do uso.

Há várias técnicas de limpeza disponíveis, mas não há um método que seja “o melhor”. A técnica apropriada vai depender da natureza do sistema de do tipo da contaminação. Para qualquer técnica empregada, o usuário deve estabelecer um procedimento escrito. Cada passo do procedimento de limpeza deve ser muito bem monitorado. O procedimento deve incluir critérios para aprovação por escrito da eficácia da limpeza. Material de referência para desenvolver procedimentos pode ser encontrado na Apostila CGA G-4.1, *Cleaning Equipment for Oxygen Service* (13.4.5).

Os procedimentos devem estar de acordo com a regulamentação local, estadual e federal. As recomendações dos fabricantes dos produtos de limpeza e dos equipamentos a serem limpos devem ser seguidas.

Três métodos comuns usados para limpar sistemas de cloro são descritos abaixo. Às vezes, uma combinação de métodos é mais útil em uma dada situação. Deve-se prestar particular atenção nas áreas de conexões, onde soluções de limpeza poderiam se acumular. Deve-se considerar a remoção da válvula antes das operações de limpeza ou testes hidrostáticos e substituição de gaxetas após a limpeza.

### 11.1.1 Limpeza Aquosa

Métodos aquosos são usados tanto para construções novas quanto para manutenção de construções, particularmente para equipamentos já expostos ao serviço em cloro. Exemplos incluem detergentes, agentes tenso-ativos e soluções inorgânicas. A limpeza deve ser seguida por um enxágüe total com água, para que se removam os resíduos. Geralmente usa-se o vapor para limpar o tubo e aumentar a temperatura, o que ajuda na secagem. Deve-se tomar cuidado para que se tenha certeza de que o sistema está apropriadamente seco.

### 11.1.2 Limpeza Abrasiva

Este método é usado principalmente em grandes seções de tubulação para construções novas. Tipos de abrasivos incluem: areia, gelo seco, granalha de aço, particulados de alta dureza (sinter ball), particulados de milho etc. Deve-se tomar o cuidado de se isolar válvulas, instrumentos e equipamentos de processo contra danos em potencial. Todos os resíduos devem ser removidos das seções da tubulação antes da instalação. Deve-se reduzir ao máximo a entrada de umidade. Depois da limpeza, o sistema montado estará pronto para a secagem via nitrogênio ou ar seco.

### 11.1.3 Limpeza por Solventes

Os solventes são mais comumente usados para limpar componentes individuais (i.e. válvulas, válvulas de alívio e instrumentos), especialmente peças que podem ser limpas em equipamentos comerciais de desengraxe a vapor. Para grandes sistemas de cloro, este método não é normalmente usado, devido à necessidade de se considerarem os riscos de higiene industrial e ambiental. Muitos solventes são excelentes agentes de limpeza, mas oferecem grandes riscos devido à sua toxicidade, capacidade de inflamar-se ou de reagir com o cloro. O melhor solvente de todos deve estar disponível em forma de líquido, em embalagens convenientes, ser relativamente não-reativo com o cloro, não ser inflamável, ter uma pressão de vapor relativamente baixa, uma taxa de toxicidade baixa e também deve ser capaz de remover a contaminação. Apesar de a maioria dos solventes não preencher estes critérios, o usuário pode priorizar estes critérios e escolher o melhor solvente para a aplicação.

Historicamente, o Instituto recomendava solventes que eram clorocarbonos ou clorofluorocarbonos. Suspeita-se que muitos destes eram componentes que agrediam a camada de ozônio, e assim eles estão sujeitos a não serem mais fabricados. Dentre esta classe, o solvente recomendado era o 1,1,1, - tricloroetano (fora de circulação desde 1º de Janeiro, 1996). Outro solvente adequado era o tricloro-trifluoroetano, também conhecido como R-113 (fora de circulação desde 1º de Janeiro, 1996). Solventes adequados em aplicações limitadas são: cloreto de metileno, percloroetileno e tricloroetileno. Estes compostos mostraram ser carcinogênicos em certos testes com animais e, sob certas condições de exposição, poderiam ser carcinogênicos em humanos. Por causa

deste risco tóxico potencial em humanos, deve-se tomar precauções para manter as exposições do trabalhador abaixo da quantidade recomendada pela OSHA.

Não há solvente conhecido que seja universalmente aceito. Solventes novos têm sido desenvolvidos e comercializados, solventes estes que poderiam ser adequados para a limpeza de equipamentos de cloro em aplicações específicas. Qualquer uso de solventes requer medida de segurança pessoal, boa prática profissional, coleta apropriada, e remoção de materiais residuais segura e ambientalmente aceitável.

#### 11.1.4 Padrões de Limpeza

Contaminantes potenciais incluem óleos, graxa e materiais particulados. Historicamente, o padrão para a limpeza era fazer uma lavagem com agentes alcalinos ou solventes. Isso não é mais aceito. Alguns métodos devem ser usados para se avaliar a eficácia do processo de limpeza.

A inspeção inicial deve ser feita visualmente, procurando-se por contaminação aparente. Para lavagens com água ou solventes, qualquer descoloração ou partículas visíveis no líquido utilizado indicam contaminação. Outra prática na indústria é jogar uma luz negra sobre a superfície limpa. A maioria dos óleos e das graxas vai se tornar fluorescente sob este teste. Qualquer fluorescência deve ser tomada como um indício de contaminação.

Peças que tenham uma grande área de superfície e que permitam um bom contato com o cloro sem uma dissipação de calor suficiente, tais como guarnições de metal ou telas, requerem atenção especial. Cuidados adicionais deverão ser tomados para assegurar a limpeza adequada e remoção de resíduos destas peças. Precauções especiais devem ser tomadas e até uma análise laboratorial da contaminação da superfície remanescente pode ser levada em conta.

As inspeções podem ser feitas antes ou depois da montagem. Um exemplo é a inspeção dos componentes da tubulação e das uniões flangeadas.

### 11.2 Teste de Pressão

Todos os sistemas de tubulações de cloro novos devem passar por teste de pressão. Há três tipos aceitáveis de métodos de teste: o hidrostático, o pneumático e o método de teste alternativo. Pequenos reparos e adições efetuados após o teste inicial da tubulação podem prescindir do reteste desde que o proprietário tome medidas preventivas que certifiquem a validade da construção. Quando não for considerado prático isolar uma tubulação de um recipiente, os tubos podem ser testados com o recipiente, assegurando-se que a pressão

não seja menor do que 77% da pressão de teste original da tubulação.

#### 11.2.1 Teste Hidrostático

Novas tubulações de cloro devem ser hidrosticamente testadas a uma vez e meia (1 ½) a pressão máxima à qual o sistema pode ser submetido. Manômetros, válvulas de alívio, válvulas de controle automático e outros componentes que podem ser danificados devem ser removidos. As aberturas devem ser bloqueadas antes do teste. Após o teste, todas as gaxetas/vedações que absorvem umidade e as guarnições de válvula devem ser repostas. É essencial que os sistemas de cloro sejam completamente secos antes de serem colocados em serviço. Há algumas circunstâncias sob as quais a secagem não pode ser feita após teste hidrostático com água. Para situações onde o teste hidrostático não seja desejável, os testes pneumáticos ou alternativos podem ser usados.

#### 11.2.2 Teste Pneumático

Teste pneumático envolve o perigo da energia liberada, armazenada em um gás comprimido. A pressão de teste deve ser de 110% da pressão projetada. A pressão deve ser aumentada até atingir um valor correspondente à metade da pressão de teste ou a 25 psig, o que for menor, quando deverá ser feita uma checagem preliminar. A pressão deve ser gradualmente aumentada e a checagem de vazamento deve ser feita em pressões intermediárias.

#### 11.2.3 Método de Teste Alternativo

Como uma alternativa ao teste de pressão, podem ser utilizadas técnicas de exame de solda. Soldas espiral, longitudinal e circunferência devem ser 100% radiografadas. Todas as outras soldas devem ser testadas usando o método do líquido penetrante ou o método da partícula magnética. Além disso, o sistema de tubulação deve passar pela análise de flexibilidade e pelo teste sensibilidade de vazamentos (Leak Testing).

Este teste de vazamento é descrito no *Boiler and Pressure Vessel Code* – Seção V, Artigo 10, e inclui checagem de vazamentos de um gás tal como hélio.

### 11.3 Secagem

Os sistemas de tubulações de cloro devem sempre ser secos antes de serem colocados em serviço. Mesmo se a água não tiver sido propositadamente introduzida no sistema para teste hidrostático ou para limpeza, a secagem é necessária porque a umidade pode entrar no sistema através da atmosfera ou de outras fontes. Onde o vapor tiver sido usado para a limpeza, a vaporização pode ser diretamente seguida pela introdução de nitrogênio ou ar seco. Aquecer o gás de limpeza também vai ajudar

consideravelmente o processo de secagem. A temperatura deve ser limitada com base no tipo no isolamento e no equipamento, mas 200° F (93° C) é tipicamente uma temperatura aceitável. O fluxo de gás de limpeza deve ser iniciado com altas vazões em volume, para acabar com a umidade do sistema de tubulação, e depois, reduzido. O sistema deve ser seco até que os gases que saem do sistema tenham ponto de orvalho de -40° C, medidos a pressão normal de operação do sistema, ou a uma temperatura razoavelmente próxima do ponto de orvalho do gás usado para secagem. A taxa de purga deve ser a mínima absoluta, permitindo o tempo necessário para que o gás de purga, alcance equilíbrio ao chegar no ponto de condensação.

Uma secagem direta usando-se ar seco, em temperatura ambiente, ou nitrogênio, pode tomar um período de tempo mais extenso. Este tempo pode ser diminuído pelo uso de uma técnica de ciclagem de pressão. O uso dos serviços de sistemas desidratadores comerciais deve ser considerado. Estes equipamentos geralmente secam a tubulação e o equipamento pela circulação ou expulsão de grandes volumes de nitrogênio aquecido.

### 11.3.1 Válvulas.

As válvulas necessitam de atenção especial. Deve-se considerar a remoção da válvula para a desmontagem e a secagem se a água tiver entrado no sistema de tubulação. A maioria das válvulas, não importando o estilo, tem bolsas onde a água pode ficar retida, especialmente se a válvula estiver completamente aberta. Válvulas instaladas nos sistemas de tubulações devem ser fixas na posição semi-aberta quando o sistema estiver sendo seco. As válvulas removidas temporariamente do sistema, durante a operação de secagem, também devem ser checadas para se ter certeza de que a água, ou a umidade, não estão retidas em alguma cavidade. Estas válvulas devem ser secas inteiramente antes de repostas na tubulação, se não tiverem sido secas junto com o resto do sistema.

O pessoal responsável pela secagem do sistema deve estar familiarizado com a construção de válvulas e conhecer os locais onde a água ou a umidade possam estar retidas.

## 11.4 Testes de Vazamentos

O teste de vazamentos deve ser feito quando o sistema de tubulação estiver completamente montado. O objetivo do teste de vazamento é assegurar que todas as conexões e os componentes não vão vazarem cloro quando

pressurizados. O teste de vazamentos não é um substituto para o teste de pressão. Se o sistema não tiver sido desmontado e remontado como parte do teste de pressão e processo de secagem, o teste de ar seco/nitrogênio (Passo 1) pode ser ignorado.

- Passo 1

Pressurize o sistema a 150 psig (1034 kPa) ou a 110% da pressão projetada (o que for mais baixo) com ar seco ou nitrogênio. Use uma solução de sabão para testar os vazamentos nas juntas.

- Passo 2

Introduza cloro gás (nunca cloro líquido) no sistema e aumente a pressão a aproximadamente 5 psig.

- Passo 3

Procure vazamentos pelo sistema, com solução de hidróxido de amônio (“solução de amônia”). Assegure-se de que o cloro tenha sido difundido por todo o sistema de tubulação antes de checar os vazamentos com a amônia.

A reação do vapor de amônia com o cloro que vaza forma uma nuvem branca e densa. A maneira mais conveniente de se usar amônia para este propósito é direcionar o vapor de uma garrafa plástica do tipo “borrifadora” contendo 26 graus Baumé de solução de hidróxido de amônio no suposto vazamento. Não espirre o líquido (água amoniacal) nas guarnições dos tubos.

Nunca tente reparar os vazamentos com soldagem antes de purgar completamente o cloro do sistema. Quando os vazamentos detectados tiverem sido reparados, a linha deve ser testada novamente com repetição do Passo 3.

Qualquer tentativa de detectar a fonte do vazamento deve ser conduzida com a plena consideração dos perigos potenciais. Equipamento de proteção apropriado deve ser usado.

- Passo 4

Aumente vagarosamente a pressão do cloro e continue procurando vazamentos em várias pressões intermediárias até que a pressão de operação tenha sido obtida. Se vazamentos forem detectados, deve-se realizar reparos e o Passo 4 deve ser continuado até que a pressão de operação seja atingida.



# 12. MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO PERIÓDICA E DE ROTINA

## 12.1 Manutenção de Rotina

Procedimentos escritos específicos para manutenção de tubulações de cloro são necessários, de acordo com o regulamento OSHA (29 CFR 1910.119 (13.4.2)) e devem ser usados para assegurar a longa integridade do sistema. O pessoal que trabalha em sistemas de tubulações de cloro deve ser treinado nos procedimentos de manutenção apropriados. Após qualquer manutenção de rotina, a tubulação deve ser seca e avaliada quanto a vazamentos.

## 12.2 Manutenção Preventiva

Como parte de um bom programa geral de manutenção preventiva, deve-se assegurar que os seguintes itens sejam checados periodicamente e corrigidos, quando necessário:

- Condição e firmeza dos parafusos de flange
- Vazamentos nas vedações das válvulas
- Operação da válvula
- Condição do isolamento
- Condição da pintura
- Condição dos apoios

Deve-se efetuar novas pinturas em uma base regular, sendo que o tempo entre as pinturas deve ser determinado pelas condições locais. Isso maximizará a vida dos tubos e minimizará os vazamentos, diminuindo a corrosão externa.

## 12.3 Inspeções Periódicas

As tubulações de cloro devem ser inspecionados regularmente. As inspeções ajudarão a encontrar os problemas antes da falha. Os critérios para iniciar a reposição ou o reparo devem ser desenvolvidos para cada aparato. Há múltiplas maneiras de inspecionar estes sistemas. Métodos úteis incluem inspeções visuais, checagens ultra-sônicas de espessura e radiografias não-destrutivas. Uma inspeção visual é, de longe, a mais importante delas. Outros métodos podem ser usados como suplemento. O resultado de todas as inspeções deve ser documentado.

### 12.3.1 Visual

Uma inspeção visual deve incluir uma checagem de vazamento de todos os flanges, válvulas e outras guarnições e anexos. Os cuidados devem incluir itens como apoios de tubos e áreas com problemas de isolamento ou pintura. Onde o isolamento estiver danificado, garanta outras inspeções. Deve-se prestar atenção especial a áreas soldadas, já que estas corroem mais rapidamente. Sinais de erosão ou danos significativos observados nas paredes devem ser mais profundamente investigados, e corrigidos conforme a necessidade.

### 12.3.2 Ensaios Não Destrutivos (END's)

Métodos de ensaios não destrutivos detectam a espessura da parede do tubo, profundidade e corrosão/erosão externa e interna. Estes métodos incluem medições de espessura ultra-sônicas e avaliações radiográficas.

Devido a variações normais nas dimensões do tubo, é importante que os mesmos pontos sejam medidos toda vez que forem testados. Isto pode ser feito pelo desenvolvimento de "mapas" ou croquis ortográficos do sistema, com pontos de teste claramente identificados e marcados. Testes de rotina mostrarão as taxas de corrosão típicas para o sistema, e então o tempo para grandes reparos poderá ser estimado. Considere checar as áreas de alta velocidade de fluido mais freqüentemente, devido à possível erosão interna.

Técnicas radiográficas estão disponíveis para checar a espessura da parede através do isolamento. Isto permite a checagem dos sistemas de tubos sem quebra da barreira de vapor do isolamento. Se os métodos de ensaios usados necessitarem a remoção do isolamento, tome cuidado para restaurar a integridade da barreira de vapor do isolamento.

### 12.3.3 Registros de Inspeção

Registros escritos integram o processo de regulamentação de segurança OSHA. Estes registros devem incluir o relatório de inspeção original, bem como inspeções futuras recomendadas e ações corretivas. Documentação de todas as ações em "follow-up" (recomendações de serviços) devem ser anexadas ao relatório original.

# 13. REFERÊNCIAS

## 13.1 Publicações do *Chlorine Institute*

- 13.1.1 *Chlorine Manual*, ed. 6; Panfleto 1; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.2 *Non-Refrigerated Liquid Chlorine Storage*, ed. 6; Panfleto 5; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1998.
- 13.1.3 *Chlorine Vaporizing Systems*, ed. 5, Panfleto 9, The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.4 *Chlorine Pipelines*, ed. 4; Panfleto 60; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.5 *Recommendations to Chlor-Alkali Manufacturing Facilities for the Prevention of Chlorine Releases*, ed. 3; Panfleto 86; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1994.
- 13.1.6 *Chlorine Scrubbing Systems*, ed. 2; Panfleto 89; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1998.
- 13.1.7 *Gaskets for Chlorine Service*, ed. 2; Panfleto 95; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.8 *Dry Chlorine: Definitions and Analytical Issues*, ed. 1; Panfleto 100; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1995.
- 13.1.9 *Safe Handling of Nitrogen Trichloride*, ed. 1; Panfleto 152; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1998.
- 13.1.10 *Excess Flow Valve with Removable Seat- 7000 lbs/hr*, Desenho; DWG 101-7; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1993.
- 13.1.11 *Studs, Nuts and Gaskets for Chlorine Tank Manway Covers and Valves*, Desenho; DWG 102-9; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1993.
- 13.1.12 *Standard Chlorine Angle Valve Assembly*, Desenho; DWG 104-8; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.13 *Excess Flow Valve with Removable Gasket*, Desenho; DWG 106-6; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1993.
- 13.1.14 *Valve for Chlorine Cylinders and Ton Containers – Assembly*, Desenho; DWG 110-4; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1994.
- 13.1.15 *¾” and 1” Fusible Plugs for Chlorine Cylinders and Ton Containers: Specifications and General Notes*, Desenho; DWG 111-7; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1994.
- 13.1.16 *Valve and Fusible Plugs for Chlorine Cylinders and Ton Containers*, Desenho; DWG 112-8; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1993.
- 13.1.17 *Valve Details for Chlorine Cylinders and Ton Containers – Parts*, Desenho, DWG 113-7; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.18 *Excess Flow Valve with Removable Seat – 15,000 lbs/hr*, Desenho; DWG 114-6, The Chlorine Institute: Washington, DC, 1993.
- 13.1.19 *Chlorine Tank Car Unloading Connection*, Desenho; DWG 118-4; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1991.
- 13.1.20 *Standard Chlorine Cylinder and Ton Container Valve Adapter*, Desenho; DWG 130-5; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.
- 13.1.21 *Chlorine Cylinder Valve Yoke*, Desenho; DWG 131-3; The Chlorine Institute: Washington: DC, 1994.
- 13.1.22 *Chlorine Expansion Chambers*, Desenho, DWG 136-7; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1999.
- 13.1.23 *Excess Flow Valve with Removable Seat – 30,000 lbs/hr*, Desenho; DWG 162-4; The Chlorine Institute, Washington, DC, 1994.
- 13.1.24 *Small Union Connection*, Desenho; DWG 171-2; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1994.
- 13.1.25 *Closed Yoke Chlorine Container Valve*, Desenho; DWG 189-2; The Chlorine Institute: Washington, DC, 1997.

## 13.2 Padrões ASME

- 13.2.1 *Unified Inch Screw Threads* (Un and UNR Thread Form), ASME B1.1, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1989.
- 13.2.2 *Pipe Flanges and Flanged Fittings*, ASME B16.5, an ANSI standard; The American Society of Me-

chanical Engineers: New York, NY, 1996.

- 13.2.3 *Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings*, ASME B16.9, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1998.
- 13.2.4 *Forged Steel Fittings, Socket-Welding and Threaded*, ASME B16.11, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1996.
- 13.2.5 *Valves - Flanged, Threaded and Welding End*, ASME B16.34, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1996.
- 13.2.6 *Square and Hex Bolts and Screws (Inch Series)*, ASME B18.2.1, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1996.
- 13.2.7 *Square and Hex Nuts (Inch Series)*, ASME B18.2.2, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1987.
- 13.2.8 *Process Piping*, ANSI/ASME Code for Pressure Piping; ASME B31.3, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1996.
- 13.2.9 *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe*, ASME B36.10, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1996.
- 13.2.10 *Welding and Brazing Qualifications, Section IX*, ASME Boiler and Pressure Vessel Code; ASME BPV-IX, an ANSI standard; The American Society of Mechanical Engineers: New York, NY, 1998.

### 13.3 Designações de Padrões ASTM

- 13.3.1 *Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless*, Book of ASTM Standards; A53; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.2 *Carbon Steel Forgings for Piping Applications*, Book of ASTM Standards; A105; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.3 *Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A106; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.4 *Carbon Steel Forgings for General Purpose Piping*, Book of ASTM Standards; A181; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1995.
- 13.3.5 *Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A182; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.6 *Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A193; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.7 *Carbon and Alloy-Steel Nuts for High Pressure and High-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A194; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.8 *Pressure Vessel Plates, Alloy Steel, Nickel*, Book of ASTM Standards; A203; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.9 *Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding for High-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A216; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1993.
- 13.3.10 *Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures*, Book of ASTM Standards; A234; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.11 *Alloys Steel Bolting Materials for Low-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A320; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1995.
- 13.3.12 *Steel Bars, Alloy, Standard Grades*, Book of ASTM Standards; A322; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.13 *Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A333; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1994.
- 13.3.14 *Carbon and Low-Alloy Steel Forgings Requiring Notch Toughness Testing for Piping Components*, Book of ASTM Standards; A350; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.15 *Castings, Austenitic-Ferritic (Duplex) for Pressure-Containing Ports*, Book of ASTM Standards; A351; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1994.

- 13.3.16 *Steel Castings, Ferritic and Martensitic, for Pressure-Containing Parts, Suitable for Low-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A352; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1993.
- 13.3.17 *Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures*, Book of ASTM Standards; A395; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1993.
- 13.3.18 *Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Low-Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A420; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.19 *Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate and Lower Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A516; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.20 *Electric-Resistance-Welded Low-Carbon Steel Pipe for the Chemical Industry*, Book of ASTM Standards; A587; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.21 *Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, High Strength, for Moderate and Lower Temperature Service*, Book of ASTM Standards; A612; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.22 *Castings, Iron-Chromium-Nickel/Corrosion-Resistant for Severe Service*, Book of ASTM Standards; A744; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.23 *Pig Lead*, Book of ASTM Standards; B29; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.24 *Seamless Copper Tube*, Book of ASTM Standards; B75; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.25 *Seamless Copper Water Tube*, Book of ASTM Standards; B88; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.26 *Copper and Copper Alloy Forging Rod, Bar, and Shapes*, Book of ASTM Standards; B124; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1996.
- 13.3.27 *Copper-Zinc-Lead (Leaded Red Brass or Hardware Bronze) Rod, Bars and Shapes*, Book of ASTM Standards; B140; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1998.
- 13.3.28 *Aluminum Bronze Rod, Bar, and Shapes*, Book of ASTM Standards; B150; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1995.
- 13.3.29 *Nickel-Copper Alloy Rod, Bar, and Wire*, Book of ASTM Standards; B164; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1993.
- 13.3.30 *Nickel-Copper Alloy (UNS N04400) Seamless Pipe and Tube*, Book of ASTM Standards; B165; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1993.
- 13.3.31 *Nickel Alloy Forgings*, Book of ASTM Standards; B564; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.32 *Low-Carbon Nickel-Molybdenum-Chromium Alloy*, Book of ASTM Standards; B574; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.
- 13.3.33 *Low-Carbon Nickel-Molybdenum-Chromium Alloy Plate, Sheet, and Strip*, Book of ASTM Standards; B575; American Society of Testing and Materials: West Conshohocken, PA, 1997.

#### 13.4 Outras Referências

- 13.4.1 *National Electric Code*; NFPA 70; National Fire Protection Agency: Quincy, MA, 1999.
- 13.4.2 *Code of Federal Regulations*. Title 29. Part 1910. Office of the Federal Register National Archives and Records Administration. U.S. Government Printing Office: Washington, DCs (revisado anualmente).
- 13.4.3 *Valve Inspection and Testing*, ed. 7; API 598; American Petroleum Institute: Washington, DC, Outubro 1996.
- 13.4.4 *Brazing Filler Metal, Nickel Alloy*, rev. F; ANSI/SAE Aerospace Material Specification (AMS) 4779F; Society of Automotive Engineers, 1995.
- 13.4.5 *Cleaning Equipment for Oxygen Service*, ed. 4; Apostila G-4.1; Compressed Gas Association, Inc. Arlington, VA, 1996.

#### Para assistência e demais informações sobre os itens listados, contate:

American Society of Mechanical Engineers  
 United Engineering Center  
 345 East 47<sup>th</sup> Street

New York, NY 10017  
212-705-7740  
1-800-843-2763 (publications)

The Chlorine Institute, Inc.  
2001 L Street, NW, Suite 506  
Washington, DC 20036  
202-775-2790  
202-223-7225 (Fax)  
<http://www.cl2.com>

National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors  
1055 Crupper Avenue  
Columbus, OH 43229  
614-888-8320

National Fire Protection Association  
1 Batterymarch Park  
Quincy, MA 02269-9101  
617-770-3000  
617-770-0700 (Fax)

American National Standards Institute (ANSI)  
11 West 42<sup>nd</sup> Street  
New York, NY 10036  
212-642-4900  
212-302-1286 (Fax)  
<http://www.ansi.org>

Compressed Gas Association  
1725 Jefferson Davis Highway  
Suite 1004  
Arlington, VA 22202-4102

703-412-0900 ext. 799  
703-412-0128 (Fax)

Superintendent of Documents  
Government Printing Office  
Washington, DC 20402  
202-512-1800 (vendas)

American Petroleum Institute (API)  
Order Desk  
1220 L Street, NW  
Washington, DC 20005-4070  
202-682-8375  
202-962-4776 (Fax)  
<http://www.api.org>

American Society of Testing Materials (ASTM)  
100 Barr Harbor Drive, West  
Conshohocken, PA 19428  
610 832-9500  
610 832-9555 (Fax)

Manufacturers Standardization Society of the Valve and  
Fittings Industry, Inc.  
127 Park Street, NE  
Vienna, VA 22180  
703-281-6613  
703-281-6071 (Fax)

Society of Automotive Engineers (SAE)  
400 Commonwealth Drive  
Warrendale, PA 15096  
724-776-4841

# APÊNDICE A

## RECOMENDAÇÕES PARA MANGOTES DE TRANSFERÊNCIA DE CLORO

### A. PROJETO, CONSTRUÇÃO E TESTES

Mangotes de transferência de cloro para barcas, vagões tanque, contêineres, caminhões tanque, cilindros grande e pequeno devem seguir as seguintes especificações:

#### A 1 Dados de Aplicação

- Comprimento: [B.1.6]
- Diâmetro: nominal ½" a 2"
- Conexões: [A 2.4 e A 3.6]

#### A 2 Projeto e Construção: Mangote Metálico

##### A 2.1 Pressão de Projeto

O mangote deve ser projetado para uma pressão de rompimento de não menos de cinco (5) vezes a regulagem máxima do dispositivo de alívio de pressão do tanque em que ela é usada. A pressão mínima do projeto deve ser de 375 psig (2586 kPa) para serviços em caminhão tanque ou vagão tanque e 300 psig (2068 kPa) para serviço em barcas.

##### A 2.2 Mangote

O mangote deve ser corrugado a partir de um tubo soldado de topo ou sem costura. Deve ter corrugações anulares e deve ter um comprimento contínuo.

##### A 2.3 Trança

A trança deve ser do tipo cesta ou do tipo diamante e deve estar permanentemente ligada às duas extremidades através de solda.

##### A 2.4 Extremidades das Conexões

Ambas as extremidades devem terminar com uniões roscadas *Schedule 80* que por sua vez devem estar permanentemente anexadas no mangote por meio de soldagem ou brazagem. Os flanges podem ser soldados, caldeados ou roscados aos niples. Juntas sobrepostas "Van Stone" também podem ser usadas.

##### A 2.5 Alojamentos (Wrench Pads)

Alojamentos hexagonais feitos em aço ou ferro maleável devem ser permanentemente ligados às uniões roscadas por meio de soldagem ou então ser uma parte integrante da extremidade da conexão. As almofadas (pads) devem ter uma largura mínima de uma polegada (25,4 mm).

##### A 2.6 Proteção Física

O mangote deve ser provido de uma das seguintes proteções:

- Proteção Helicoidal

Uma proteção helicoidal de aço inoxidável no comprimento total do mangote deve ser anexada permanentemente às arruelas por soldagem. Deve-se usar fio achatado de aço inoxidável tipo 304 de ¼" por 3/32" (6,36 mm por 2,38 mm) ou tira helicoidal envolvendo a mangueira trançada. O espaçamento máximo entre cada espiral deve ser de ¾" (19,04 mm).

- Armação

Uma malha entrelaçada de aço inoxidável tipo 302, enrolada com folga no comprimento total da mangueira, deve ser anexada permanentemente às arruelas, por soldagem.

- Outros Tipos de Proteção Física

O mangote pode ser provido de outros meios de proteção física, desde que estas estejam permanentemente anexadas ao mangote e de acordo com legítimas práticas de engenharia.

##### A 2.7 Ligas

O mangote, a trança, as uniões roscadas e as arruelas devem ser de Monel 400 (A 4).

##### A 2.8 Soldagem

A soldagem ou a brazagem devem estar de acordo tanto com os Parágrafos A.2.8 a e A.2.8 b abaixo, e devem ser feitas por soldadores qualificados pela Seção IX do *ASME Boiler and Pressure Vessel Code*.

- a) A soldagem deve ser feita pelo método TIG (soldagem por arco voltaico em atmosfera inerte com eletrodo de tungstênio) usando-se um metal de adição de Monel 60 para o mangote, a trança e as soldas de conexão; e os metais de adição INCO 82 ou INCO 92 para soldar alojamentos (wrench pads), as uniões roscadas e as proteções (helicoidal ou a armação de aço inoxidável) às arruelas.
- b) Todas as juntas devem ser micro-soldas conforme a Aeronautical Material Specification AMS 4779, usando-se varetas para soldagem de níquel.

## A 2.9 Requerimentos de Curvatura

O raio mínimo de curvatura aceitável, para o mangote, deverá ser de 12” (305 mm).

O fornecedor deve estipular o raio mínimo de curvatura no ato da cotação e identificar cada mangote.

A armação externa deve ser projetada de forma que limite o raio de curvatura do mangote a um grau que previna a deformação plástica do mangote interno.

O raio de curvatura mínimo da armação externa deve ser pelo menos uma polegada (25,4 mm) maior do que o raio de curvatura mínimo do mangote interno.

## A 3 Projeto e Construção: Mangote Não-Metálico.

Todos os materiais plásticos apresentam permeabilidade em algum grau. O mangote não-metálico pode ser usado em locais providos de uma ventilação adequada.

### A 3.1 Pressão de Projeto

O mangote deve ser projetado para uma pressão de ruptura de não menos de cinco (5) vezes a regulagem máxima do dispositivo de alívio de pressão do tanque em que é usada. A pressão de projeto mínima deve ser de 375 psig (2586 kPa) para serviços em caminhão tanque ou vagão tanque, 300 psig (2068 kPa) para serviços em embarcações e 500 psig (3448 kPa) para serviços em cilindros.

### A 3.2 Mangote

O mangote deve ser construído por uma das seguintes técnicas:

- O mangote deve ser de PTFE virgem corrugado. Deve ter corrugações anulares ou helicoidais e deve ser de um comprimento contínuo. A mangueira pode ser reforçada com fibra de vidro impregnada de PTFE.
- O mangote deve ser de PTFE virgem. Deve ser um tubo liso de comprimento contínuo.

### A 3.3 Trança

O mangote deve ter uma camada estrutural trançada de monofilamento de PVDF ou uma trança estrutural de Hastelloy C-276. A trança deve ser do tipo cesta ou do tipo diamante e deve estar permanentemente ligada às duas extremidades, pelo uso de Monel ou Hastelloy C-276, para que se consiga um encaixe positivo da trança.

### A 3.4 Proteção Contra Atrito

O mangote deve ser provido de uma das seguintes proteções:

- Trança

Trança em PVDF, na extensão total do mangote, permanentemente anexada.

- Reforço

Proteção contra abrasão feita de CPE, puncionada por um pino para dissipação de efusão, na extensão total do mangote, permanentemente anexada.

## A 3.5 Outros Tipos de Proteção Física

O mangote pode ser provido de outros meios de proteção física, desde que estes estejam permanentemente anexados ao mangote e que estejam de acordo com legítimas práticas de engenharia.

## A 3.6 Extremidades das Conexões

Ambas as extremidades do mangote devem terminar com uniões roscadas de Monel 400 e *Schedule 80* e devem estar permanentemente anexadas ao mangote. Os flanges podem ser soldados, caldeados ou roscados aos niples. Juntas sobrepostas “Van Stone” também podem ser usadas.

## A 3.7 Alojamentos (Wrench Pads)

Alojamentos hexagonais devem estar permanentemente ligados às uniões roscadas com uma largura mínima de uma polegada (25,4 mm).

## A 4 Projeto e Construção: Outros Projetos de Mangote

Os projetos mencionados nas seções A2 e A3 pretendem ser um guia para duas formas bem-sucedidas de se lidar com o carregamento e o descarregamento de cloro. Outros projetos e materiais para a construção de mangotes que tenham taxas de pressão, dimensões e resistências similares, também podem ser usados, desde que comprovadamente bem-sucedidos no manuseio do cloro, em uma dada instalação que produza ou utilize o produto.

## A 5 Testes

### A 5.1 Teste de Protótipo

Um protótipo de mangote de no mínimo três (3) pés de comprimento, representativo de todos os comprimentos daquele diâmetro e de construção de guarnições, deve resistir a uma pressão-teste de gás de ao menos cinco (5) vezes a pressão projetada, sem ruptura nem quebra em qualquer costura ou junta. A temperatura do mangote durante este teste de protótipo deve duplicar a temperatura de serviço mínima marcada. Qualquer montagem assim testada não deve ser usada subsequentemente no serviço de transferência e deve ser descartada. Se forem mudadas quaisquer técnicas de fabricação ou detalhe de projeto, um novo protótipo deve ser testado.

### A 5.2 Teste de Pressão de Gás

Todo mangote deve resistir a um teste de pressão com gás hélio, ar isento de óleo, ou nitrogênio, sob água, a

duas vezes a pressão de projeto mínima, como definida em A 2.1, por um mínimo de dois (2) minutos. Testes hidrostáticos não são alternativas aceitas, aos testes de pressão de gás. Um teste de pressão hidrostático pode não revelar um vazamento potencial de cloro.

## A 6 Marcas

Uma tarja ou equivalente, permanentemente presa a cada mangueira, deve conter as seguintes informações:

- Fabricante
- Data de fabricação
- Produto Químico em Serviço: Cloro – de acordo com as Recomendações do Panfleto 6 do Chlorine Institute (Instituto do Cloro)
- Pressão de trabalho máxima (psig)
- Raio de curvatura mínimo
- Pressão de teste de gás (psig)
- Temperatura de serviço mínima (°F)

## A 7 Preparação para Suprimento

### A 7.1 Limpeza

Após os procedimentos de inspeção e testes, o mangote deve ser limpo o suficiente para eliminar os hidrocarbonetos e outros contaminantes que podem reagir com o cloro. O mangote deve ser completamente seco após a limpeza, através de secagem em um forno a aproximadamente 149° C ou através de purga com nitrogênio ou ar isento de óleo e seco, tendo um ponto de orvalho de (-40° C) ou menos, medido na pressão de operação.

### A 7.2 Vedação das Extremidades

Ambas as extremidades do mangote devem ser adequadamente cobertas com plástico ou tampas de elastômeros, para impedir a entrada de contaminantes durante a expedição.

## B. INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO

Os parágrafos seguintes *não são* parte das especificações de compra recomendadas.

### B 1 Instalação

B 1.1 Todos os materiais plásticos possuem permeabilidade em algum grau. O mangote não-metálico pode ser usado em aplicações em que o local tenha uma ventilação adequada.

B 1.2 O mangote deve ser protegido da contaminação interna pela umidade do ar, quando ele for desconectado do recipiente de cloro. Proteções por meio de fechamento da extremidade aberta por plugues, tampas ou válvulas são aceitáveis.

B 1.3 A extremidade fixa do mangote deve ser anexada à uma tubulação vertical de forma que a mangueira possa

ficar pendurada verticalmente quando não estiver em uso. Como alternativa, pode ser usada uma haste para oferecer apoio ao peso das mangueiras quando elas não estiverem em uso. Muitas aplicações podem se beneficiar de um tubo em cotovelo de 45° ou 90° no recipiente e/ou suporte de carga para reduzir o raio de curvatura do mangote.

B 1.4 Use duas chaves ou torno de apertar para conectar conexões roscadas, a fim de evitar torção. Coloque a chave apenas nas conexões da tubulação, NUNCA sobre a seção trançada. Conecte primeiro flanges fixos em montagens que contenham flanges fixos e flutuantes.

B 1.5 O mangote deve ficar em apenas um plano. Curvaturas compostas que induzem ao torque, ou seja torção, devem ser evitadas. Alinhamentos ou raios de curvatura recomendados não devem ser excedidos. Para impedir a distorção do mangote, em montagens pesadas ou longas, serão necessárias duas ou mais pessoas.

B 1.6 O comprimento do mangote deve ser o mínimo possível.

## B 2 Manutenção

B 2.1 O mangote é um item não-reparável que deve ser substituído caso notem-se uma ou mais condições entre as seguintes:

- Vazamento
- Trança desfiada ou gasta
- Trança inchada ou dobrada
- Prolongamento ou deformação da mangueira
- Corrosão

Para serviços em embarcações, a USCG Regulation 46 CFR 151.04-5(j) cita que “um mangote de carga armazenado a bordo... deve ser inspecionado a cada dois anos. A inspeção deve consistir de um exame visual e um teste hidrostático de uma vez e meia a pressão máxima à qual a mangueira estará sujeita durante o serviço. A data da inspeção mais recente e a pressão de teste devem ser gravadas ou marcadas sobre o mangote.”

### B 2.2 Mangueira Metálica

Quando os mangotes forem retestados, devem ser apoiados de forma apropriada. Pressões de teste homologadas não devem ser excedidas.

### B 2.3 Mangueira Não-Metálica

É recomendável que a mangueira não-metálica seja retestada no mínimo uma vez ao ano. O procedimento no Parágrafo B.2.2 acima deve ser usado; entretanto, um teste de pressão de gás é necessário. Testes hidrostáticos não são aceitos.

### B 2.4 Extremidades das conexões

Recomenda-se uma inspeção visual periódica das extremidades da mangueira.



# APÊNDICE B

## CHECKLIST

Este checklist foi criado para enfatizar os tópicos principais para alguém que já tenha lido e entendido este Panfleto. Seguir as recomendações desta lista, sem ter entendido os tópicos relacionados, pode levar a conclusões não-apropriadas.

Coloque uma marca ( x ) na alternativa mais apropriada:

Sim Não N/A (\*)

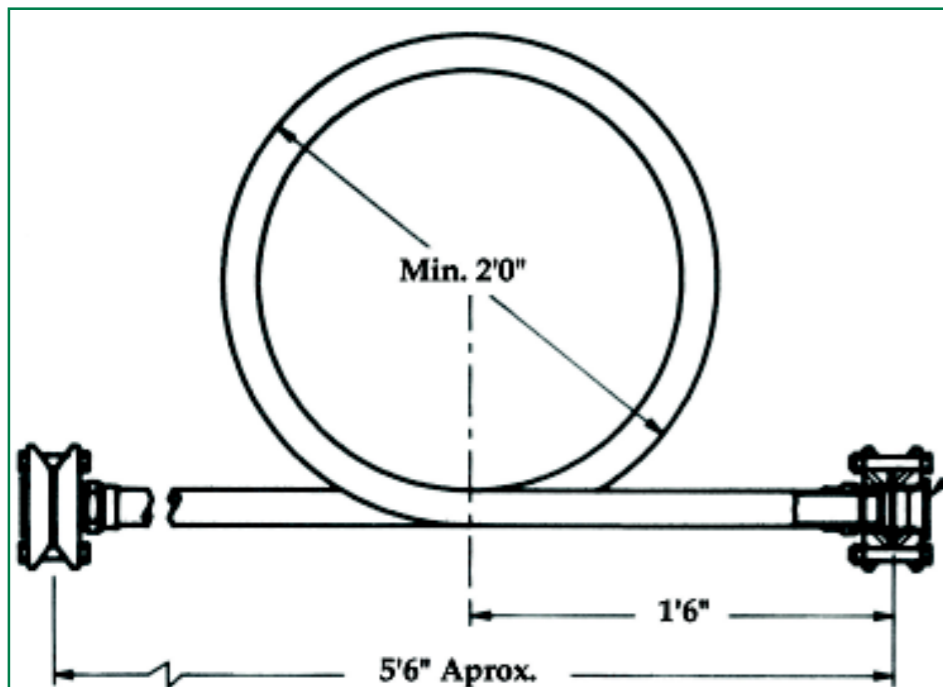
- 1. O sistema assegura que não haverá queima ou solda sobre tubulações que contenham cloro. {2.1}
- 2. As propriedades de expansão do cloro líquido foram consideradas {2.1}
- 3. Não estão sendo usados componentes de titânio em serviços com cloro seco. {2.1}
- 4. Sistemas de cloro estão apropriadamente limpos e secos antes de serem colocados em serviço. {2.1}
- 5. Existe um programa de inspeção de tubulações de cloro. {2.1}
- 6. Materiais de construção são baseados no estado físico e na temperatura do fluido. {2.3}
- 7. O projeto e a construção são apropriados para a classe de serviço pretendida. {2.3}
- 8. Os componentes da tubulação e os tubos estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {3}
- 9. O tipo de válvula e os materiais estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {4}
- 10. Os dispositivos de alívio de pressão são projetados estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {5}
- 11. Os componentes de transporte são usados somente em locais apropriados. {5}
- 12. Câmaras de expansão são instaladas quando necessário. {5}
- 13. Componentes de instrumentação estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {6}
- 14. Componentes não-ferrosos do sistema estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {7}
- 15. Conexões do recipiente de transporte estão de acordo com as recomendações do Chlorine Intitute. {8}
- 16. Plásticos são usados apenas em sistemas específicos devidamente projetados. {9}
- 17. O projeto e o layout da tubulação são apropriados para o serviço de cloro pretendido. {10}
- 18. Procedimentos apropriados asseguram que os sistemas são corretamente preparados para o uso. {5}
- 19. Existe um sistema de manutenção e inspeção periódica. {12}

(\*) Não Aplicável

LEMBRETE:

Usuários deste checklist devem documentar exceções às recomendações contidas neste Panfleto.

# DESENHOS



**TESTE**  
 Teste hidrostático a 600 psig, e secagem completa (Ver Nota 5)

VEJA IMAGEM AUMENTADA

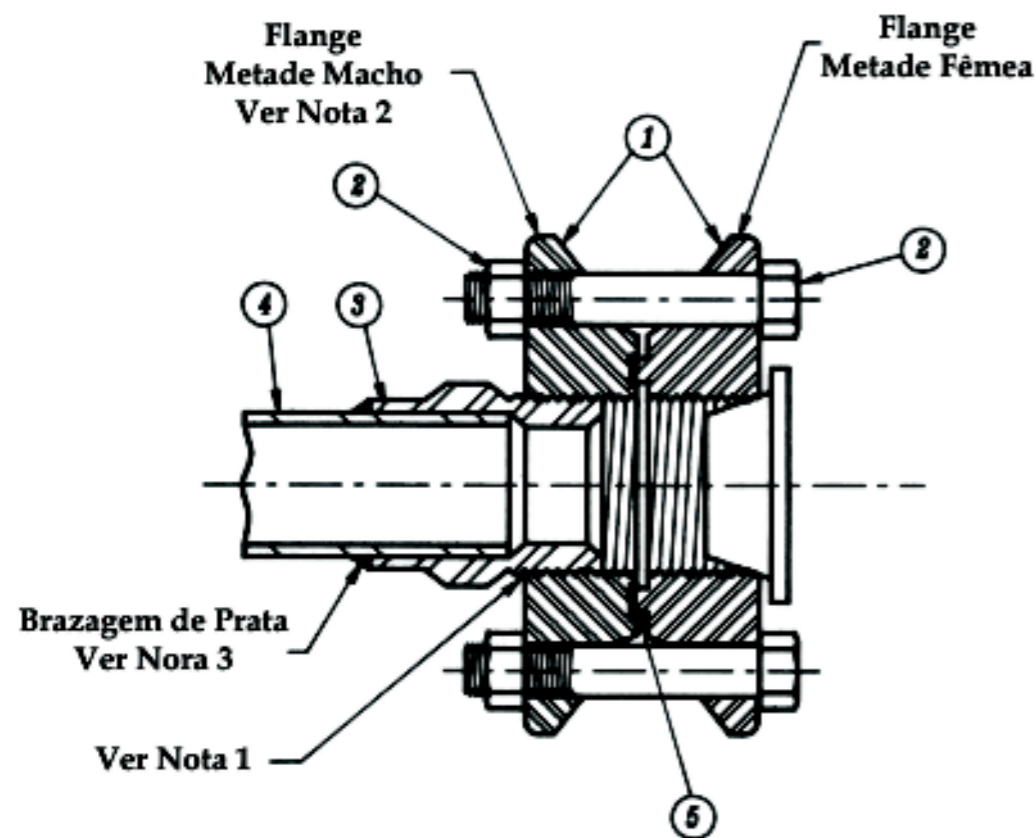
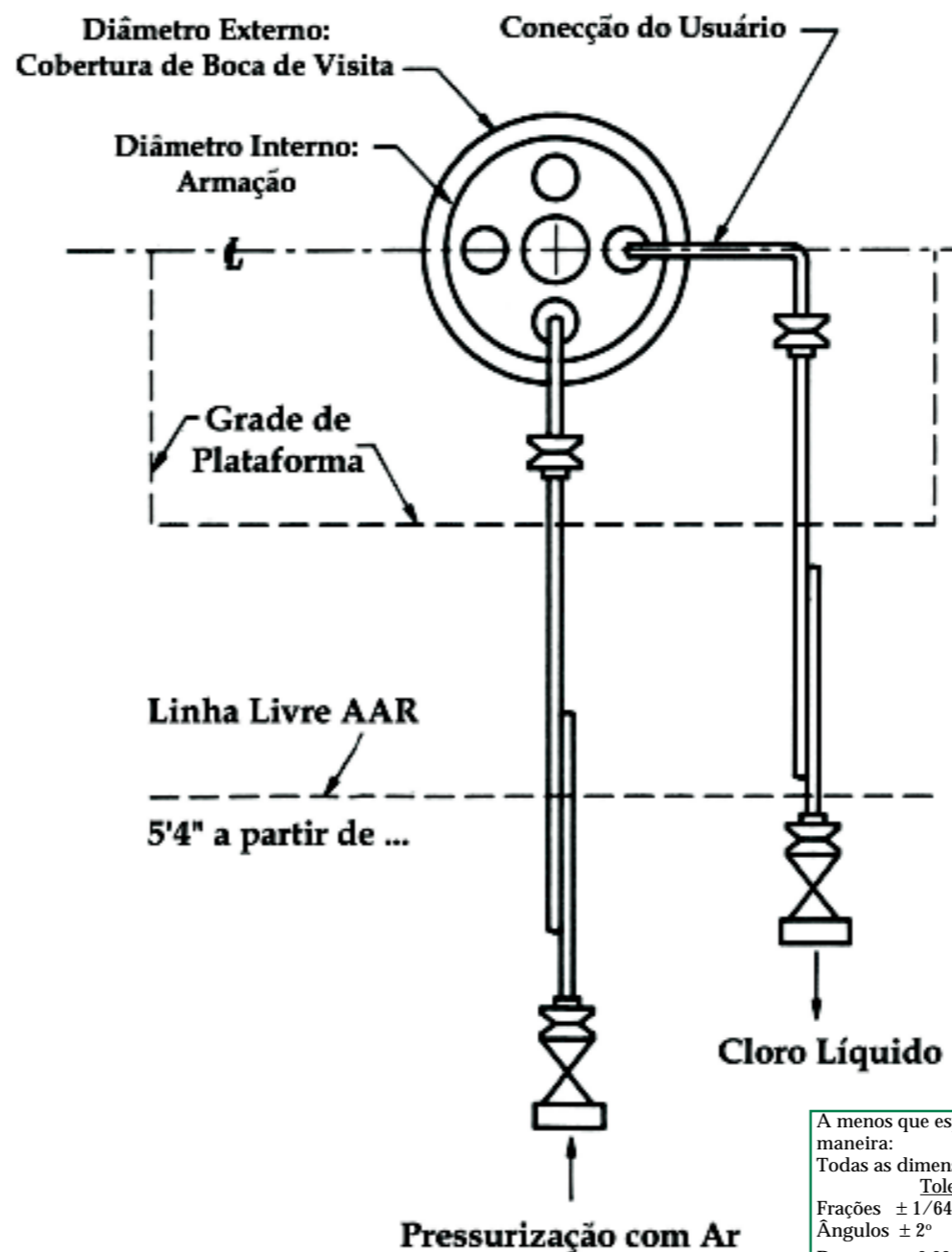


IMAGEM AUMENTADA



A menos que especificado de outra maneira:  
 Todas as dimensões em polegadas.  
 Tolerâncias  
 Frações ± 1/64  
 Ângulos ± 2°  
 Dec ± 0.003

Item	Nome da Peça	Material
1	União (Conexão) do tipo 1500# 1" flangeada, oval, dois parafusos	Aço forjado ASTM A105
NPT Fem Rosc (Nota 4)		
2	Parafusos e porcas, hex pesados, Parafusos segundo ANSI B18.2.1 Porcas segundo ANSI B18.2.2 Roscas segundo ANSI B1.1 Aptos para Classes 2 A e 2B Diam. e comp. do parafuso conforme flanges	Aço Carbono ASTM A307 Grau B
3	Adaptador, junta de brazagem fraca, segundo ANSI B16.22; 1 1/8 DE do tubo a 1" NPT macho	Cobre batido ASTM B75
4	Tubulação, Tipo K, Anelada, Tamanho segundo ANSI H 23.1 DE 1 1/8 x parede .065	Cobre ASTM B88
5	Gaxeta, composição de asbestos Ou chumbo com 2% a 4% de antimônio. Dimensões conforme flanges	Asbestos segundo especific. Fed. HH-P46E Chumbo segundo ASTM B29

**NOTAS**

1. Nas roscas dos tubos, usar óxido de chumbo e glicerina ou pasta de alvaide.
2. Monte a metade fêmea da flange ao adaptador - ambas as extremidades
3. Necessárias: brazagem em prata - penetração total. O metal para brazagem forte deve conter um mínimo de 44% de prata e não deve conter estanho.
4. Flanges alternativas do tipo 300#, largas, macho-e-fêmea, podem ser usadas, conforme ANSI B16.5
5. A pressão máxima de trabalho projetada é de 400 psig

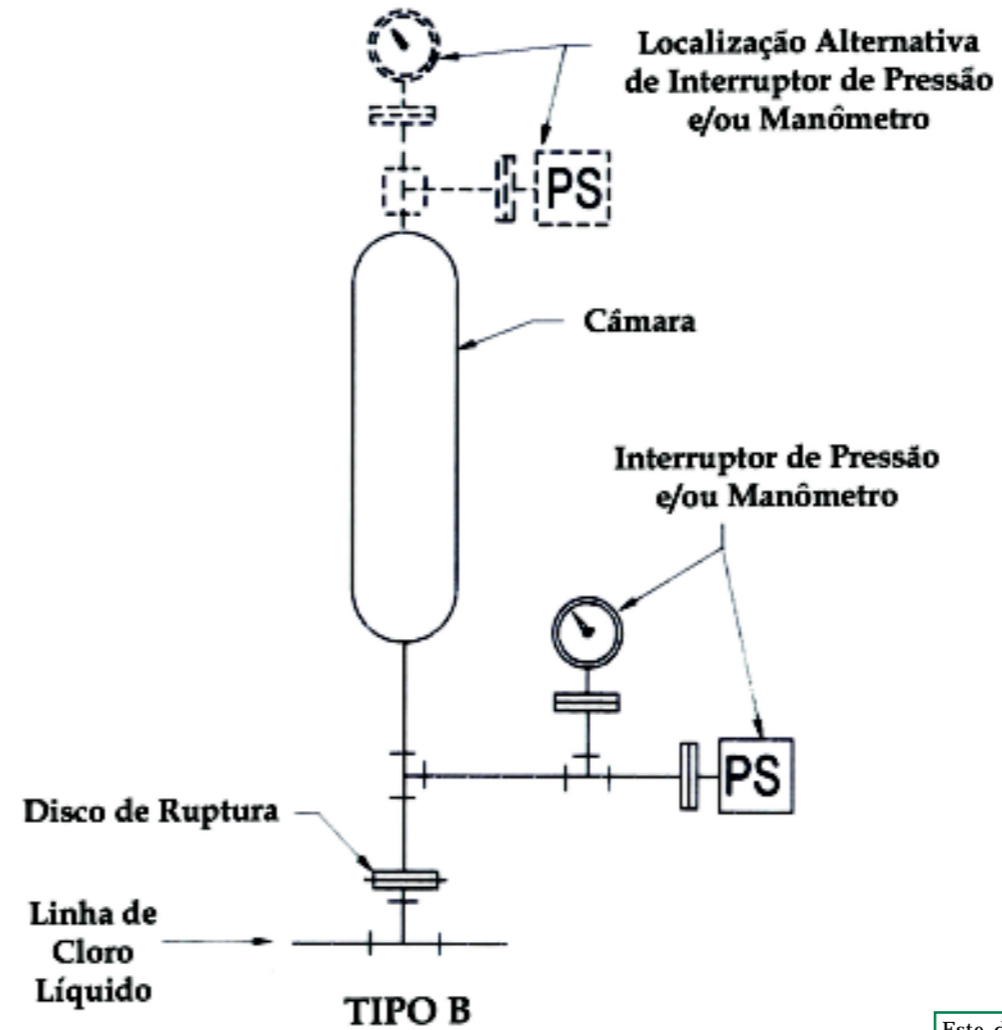
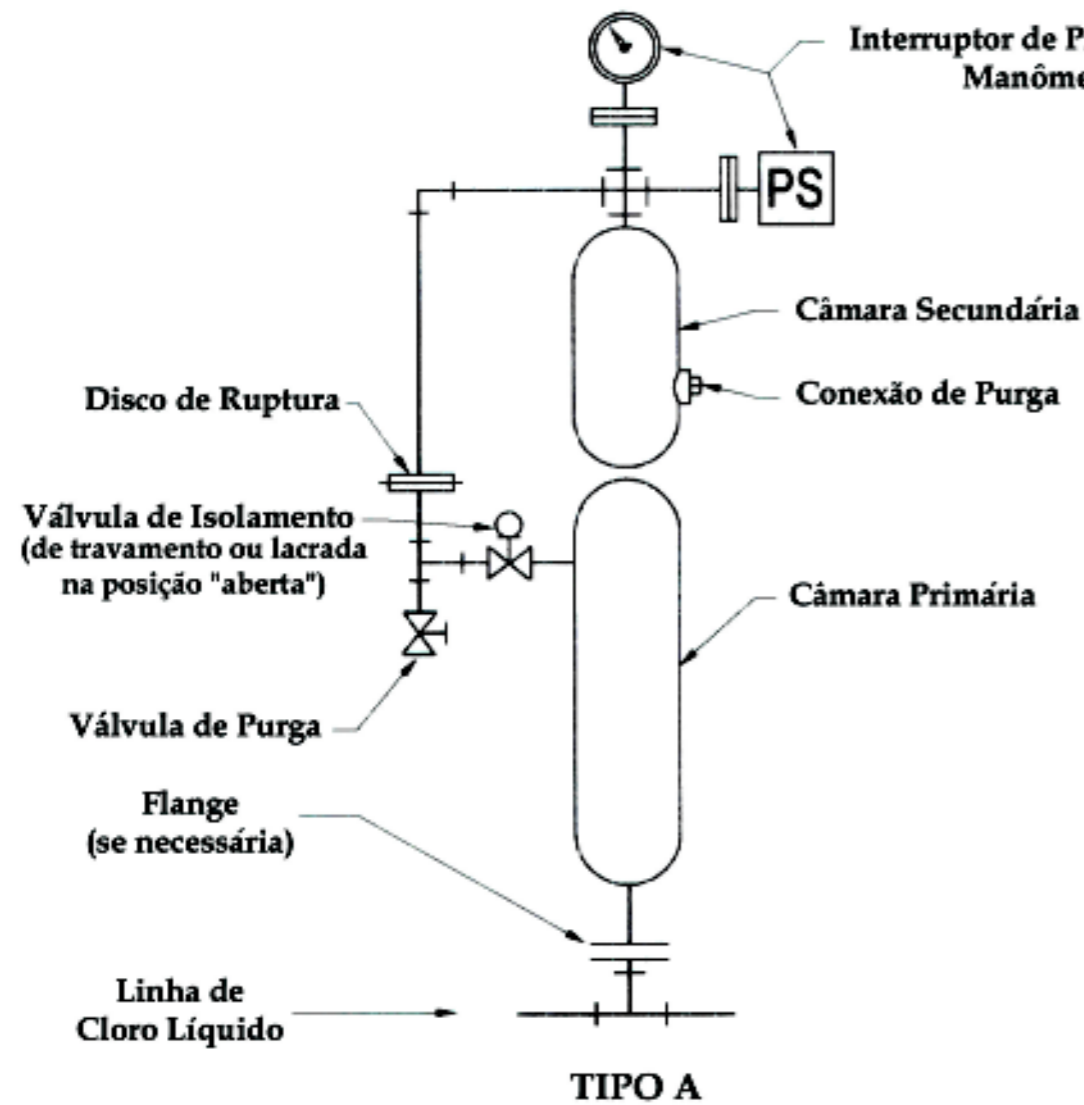
Este desenho foi desenvolvido por um comitê técnico do Chlorine Institute. O usuário deve estar ciente de que mudanças na tecnologia ou nas regulamentações podem fazer com que seja necessária uma revisão deste desenho. Deve-se assegurar que este desenho seja atual no momento de sua utilização.

6			
5			
4	11/91	Redesenhar	
3	2/85	Revisar Notas, B/M e detalhes	STC
2	9/77	Atualizar B/M, Del. Detalhes	CCSS
1	5/61	Lançamento inicial	CCSS
ISS	Data	Revisão	APPR

The Chlorine Institute, Inc.  
 Washington, DC

## Conexão de Descarga de Caminhão Tanque de Cloro

DESENHADO POR: A KASS	11-91
TRAÇADA	Escala = Nenhuma
CHECADO REP	
APROVADO	
DESENHO Nº 118	EDIÇÃO 4



**NOTAS:**

1. Câmaras de expansão podem ser instaladas onde haja a possibilidade de cloro líquido ficar preso entre duas válvulas fechadas na linha de líquido, e o sistema ficar desacompanhado após o fechamento da válvula. Estas recomendações se baseiam na expansão térmica do cloro líquido entre 0° F (-18° C) e 140° F (60° C)
2. Capacidades das Câmaras  
 Tipo "A" - Primária (inferior) - 20% do volume da linha de cloro líquido  
 Secundária (superior) - mínimo de 10% da linha do cloro  
 Tipo "B" - Um tanque - Mínimo de 20% do volume da linha de cloro líquido
3. A regulagem do disco de ruptura a 400 psig é adaptável para muitos sistemas. A regulagem deve estar de acordo com a Nota 6 A.
4. Os interruptores e os manômetros de pressão devem estar em conformidade com o Panfleto 6 do Chlorine Institute.
5. As tubulações e os critérios de instalação devem estar em conformidade com o Panfleto 6 do Chlorine Institute.
6. As câmaras de expansão devem ser projetadas para uma pressão de serviço mínima, consistente com o componente do sistema classificado como sendo o

de menor pressão. As câmaras devem ser construídas:

- A. A partir dos tubos e guarnições de acordo com o Panfleto 6 do Chlorine Institute.; ou
  - B. A partir do cilindro laminado e sem costura de acordo com o departamento de transporte americano ou a especificação canadense sobre transporte (com uma taxa de pressão de serviço mínima de 480 psig (3309kPa)); ou
  - C. De acordo com a Seção VIII do Código ASME
7. As câmaras devem ser suportadas separadamente.
  8. A câmara tipo A normalmente é usada em tubulações de alimentação contínua, em clientes, e deve ser instalada no ponto alto do sistema. O disco de ruptura pode ser trocado sem necessidade de se desligar o suprimento da tubulação. Consegue-se a evacuação do cloro pelo fechamento da válvula de isolamento e pela abertura da válvula de purga. A descarga deve ser direcionada para um local seguro. Para remover o cloro da câmara primária, são usados nitrogênio ou ar seco. A válvula de isolamento deve ser do tipo de travamento ou lacrada na posição "aberta", com indicação visual de sua posição. Deve ser mantida aberta durante a operação e ser fechada apenas para a manutenção.

Este desenho foi desenvolvido por um comitê técnico do Chlorine Institute. O usuário deve estar ciente de que mudanças na tecnologia ou nas regulamentações podem fazer com que seja necessária uma revisão deste desenho. Deve-se assegurar que este desenho seja atual no momento de sua utilização.

7	1/99	Notas 3 e 6 revisadas	STC
6	4/97	Nota 6 revisada	STC
5	3/92	Redesenhar	STC
4	3/84	Adicionar Nota 6	STC
3	3/79	Nova Nota 3, recolocar 4 e 5	CCSS
2	9/77	Parte 4, Nota 4, flange era conexão	CCSS
1	7/68	Lançamento inicial	CCSS
ISS	Data	Revisão	APPR

The Chlorine Institute, Inc.  
Washington, DC

## Câmaras de Expansão de Cloro

A menos que especificado de outra maneira:  
 Todas as dimensões em polegadas.  
 Tolerâncias  
 Frações ± 1/64  
 Ângulos ± 2°  
 Dec ± 0.003

DESENHADO POR: A KASS	3-92
TRAÇADO	Escala = Nenhuma
CHECADO MEL	
APROVADO	
DESENHO Nº 136	EDIÇÃO 7