THE CHLORINE INSTITUTE, INC.

Panfleto 1

Cloro Básico

8ª Edição
Maio de 2014

A LEGACY OF SAFETY STEWARDSHIP
1924 since

Tradução e adaptação da CLOROSUR, com autorização do The Chlorine Institute, Inc. Disponível no site: www.CLOROSUR.org e www.abiclor.com.br. Documento original: *Pamphlet 1 – Chlorine Basics – Edition 8.May 2014*.

HIDROMAR
INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA

ÍNDICE

1.	**INTRODUÇÃO**	**4**
1.1	CLORO BÁSICO	4
1.2	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DO PRODUTO DO *CHLORINE INSTITUTE*	4
1.3	DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE	4
1.4	APROVAÇÃO	5
1.5	REVISÕES	5
1.6	REVISÕES RELEVANTES DESTA EDIÇÃO	5
1.7	LISTAS DE VERIFICAÇÃO (*CHECKLIST*)	5
1.8	ABREVIAÇÕES E ACRÔNIMOS	8
2.	**INFORMAÇÕES GERAIS**	**9**
2.1	O QUE É O CLORO?	9
2.2	PRODUÇÃO DO CLORO E TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO	10
2.3	TRANSPORTE DE CLORO: REGULAMENTOS CHAVES	12
2.4	OUTROS ASPECTOS REGULAMENTARES	13
2.5	TERMINOLOGIA	13
2.6	PERIGOS ESPECÍFICOS NA FABRICAÇÃO E USO DO CLORO	15
3.	**CILINDROS PEQUENOS E GRANDES**	**17**
3.1	DESCRIÇÃO DOS CILINDROS	17
3.2	VÁLVULAS DOS CILINDROS	18
3.3	DISPOSITIVOS DE ALÍVIO DE PRESSÃO	19
3.4	EXPEDIÇÃO DOS CILINDROS	19
3.5	MARCAÇÃO E RÓTULOS NOS CILINDROS E PLACAS NOS VEÍCULOS	19
3.6	MANUSEIO DE CILINDROS	20
3.7	ARMAZENAMENTO DE CILINDROS	20
3.8	UTILIZAÇÃO DOS CILINDROS	20
4.	**TANQUES PARA O TRANSPORTE A GRANEL**	**23**
4.1	GERAL	23
4.2	TANQUES EM VEÍCULOS RODOVIÁRIOS	23
4.3	TANQUES EM VAGÕES FERROVIÁRIOS	26
4.4	TANQUES PORTÁTEIS	27
4.5	TANQUES EM BARCAÇAS	27
5.	**MEDIDAS DE EMERGÊNCIA**	**28**
5.1	GERAL	28
5.2	ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS: VAZAMENTOS DE CLORO	29
5.3	ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS: INCÊNDIOS	30
5.4	VAZAMENTOS DE CLORO: INFORMAÇÕES RELEVANTES	30
5.5	EMERGÊNCIAS NO TRANSPORTE DE CLORO	32
5.6	VAZAMENTO DE CLORO EM LOCAL DE CONSUMO	34
5.7	SISTEMAS DE ABSORÇÃO DE CLORO	34
5.8	KITS DE EMERGÊNCIA E RECIPIENTES DE RECUPERAÇÃO	34
5.9	RELATÓRIOS DE INCIDENTES: VAZAMENTOS DE CLORO	35
6.	**SEGURANÇA E TREINAMENTO DE EMPREGADOS**	**35**
6.1	TREINAMENTO DE EMPREGADOS	35
6.2	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	36
6.3	ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS	37
6.4	MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO AO CLORO	37
7.	**ASPECTOS MÉDICOS E PRIMEIROS SOCORROS**	**37**
7.1	PERIGOS À SAÚDE	37
7.2	PRIMEIROS SOCORROS	38
7.3	VIGILÂNCIA MÉDICA	

8. PROJETOS DE ENGENHARIA E MANUTENÇÃO 39
8.1 ESTRUTURAS 39
8.2 VENTILAÇÃO 40
8.3 MATERIAL DE CONSTRUÇÃO PARA EQUIPAMENTOS DE PROCESSO 40
8.4 EVAPORADORES 40
8.5 OUTROS EQUIPAMENTOS 40
8.6 TUBULAÇÕES PARA CLORO SECO 41
8.7 TUBULAÇÕES PARA CLORO ÚMIDO 42
8.8 TANQUES ESTACIONÁRIOS 43
8.9 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS 43

9. REGULAMENTOS E CÓDIGOS APLICADOS NOS ESTADOS UNIDOS 44
9.1 REGULAMENTOS SOBRE SEGURANÇA DO TRABALHO E SAÚDE OCUPACIONAL – TÍTULO 29 DO *CFR* 44
9.2 REGULAMENTOS SOBRE NAVEGAÇÃO E ÁGUAS NAVEGÁVEIS – TÍTULO 33 DO *CFR* 45
9.3 REGULAMENTOS SOBRE PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE – TÍTULO 40 DO *CFR* 47
9.4 REGULAMENTOS SOBRE EXPEDIÇÃO/ TRANSPORTE POR VIA AQUÁTICA – TÍTULO 46 DO *CFR* 48
9.5 REGULAMENTOS SOBRE TRANSPORTE TERRESTRE – TÍTULO 49 DO *CFR* 49
9.6 DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA INTERNA – TÍTULO 6 DO *CFR* 51
9.7 CÓDIGOS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO 52

10. DADOS TÉCNICOS 52
10.1 GERAL 52
10.2 PROPRIEDADES ATÔMICAS E MOLECULARES 52
10.3 PROPRIEDADES QUÍMICAS 53
10.4 PROPRIEDADES FÍSICAS 54

11. REFERÊNCIAS SELECIONADAS 63
11.1 REFERÊNCIAS DO *CHLORINE INSTITUTE* (INSTITUTO DO CLORO) 63
11.2 REGULAMENTOS E ESPECIFICAÇÕES DO GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS 63
11.3 LEIS E REGULAMENTOS NO BRASIL 63
11.4 REGULAMENTOS NO CANADÁ 67
11.5 *AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS* (*ACGIH*) (CONFERÊNCIA AMERICANA DE HIGIENISTAS INDUSTRIAIS GOVERNAMENTAIS) 67
11.6 *AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS* (*ASME*) (SOCIEDADE AMERICANA DE ENGENHEIROS MECÂNICOS) 68
11.7 *ASTM INTERNATIONAL* (*AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS*) (*ASTM* INTERNACIONAL) (SOCIEDADE AMERICANA PARA ENSAIOS E MATERIAIS) 68
11.8 *COMPRESSED GAS ASSOCIATION* (*CGA*) (ASSOCIAÇÃO DO GÁS COMPRIMIDO) 69
11.9 *NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES* (*NAS*) (ACADEMIA NACIONAL DE CIÊNCIAS) 69
11.10 *NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION* (*NFPA*) (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS) 70
11.11 *NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH* (*NIOSH*) (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURANÇA DO TRABALHO E SAÚDE PCUPACIONAL) 70
11.12 *NSF INTERNATIONAL* (*NSF* INTERNACIONAL) 70

CLORO –O ELEMENTO ESSENCIAL 71

PRODUTOS DA QUÍMIICA DO CLORO 71

DESENHO 122-2: BARRA ELEVATÓRIA PARA MOVIMENTAÇÃO DE CILINDROS GRANDES

DESENHO 183-3: SISTEMA DE MANIFOLDS PARA A RETIRADA DE CLORO LÍQUIDO DE CILINDROS GRANDES

DESENHO 189-2: SARGENTO (*YOKE*) PARA CONEXÃO DA SAÍDA DA VÁLVULA DE CILINDRO GRANDE AO SISTEMA DE DESCARREGAMENTO

1 INTRODUÇÃO

1.1 CLORO BÁSICO

O primeiro Manual do Cloro foi publicado pelo *The Chlorine Institute* (Instituto do Cloro) em 1947. O manual consistia em um compêndio compreensivo de informações para auxiliar os produtores, embaladores, distribuidores e usuários de cloro no manuseio, armazenamento, expedição e uso seguro do cloro. Nos anos seguintes à publicação do Manual do Cloro original, o Instituto desenvolveu outros documentos que fornecem informações mais detalhadas sobre o gerenciamento seguro do cloro.

Na 7ª Edição do Panfleto 1 (2008), o título Manual do Cloro foi alterado para Cloro Básico. Esta mudança reflete o fato que um documento único não pode continuar por mais tempo comunicar apropriadamente a informação detalhada requerida para o manuseio, armazenamento, transporte e uso do cloro. Este panfleto permanece um recurso de valor, fornecendo a informação básica para usos em geral e fornece uma visão geral e referências para informações mais detalhadas disponíveis em outras publicações do *The Chlorine Institute*.

Os principais públicos-alvo deste panfleto são:

- O pessoal envolvido com as operações – o panfleto é uma fonte fundamental de informações para este grupo, particularmente nas empresas menores.

- O pessoal de engenharia – o panfleto é um mapa do caminho para encontrar as informações mais detalhadas em outros panfletos do *Chlorine Institute*.

- Novos empregados – o panfleto é uma boa "cartilha" para o treinamento e orientação de novos empregados, quando as necessidades são similares àquelas do pessoal operacional.

- Usuários dos *Kits* de Emergência A, B ou C do *Chlorine Institute* – as necessidades são similares àquelas do pessoal operacional (relembrando que este Panfleto 1 deve estar em cada estojo dos *Kits* de Emergência comercializado).

Para informações mais detalhadas, existe um catálogo disponível no *Website* www.chlorineinstitute.org.

Nota: A CLOROSUR traduziu com adaptações alguns dos panfletos do *Chlorine Institute* que estão disponíveis em seu site www.clorosur.org e no da ABICLOR: www.abiclor.com.br.

1.2 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE PRODUTO DO CHLORINE INSTITUTE

Nos Estados Unidos, o *Chlorine Institute, Inc. (CI)* existe para dar sustentabilidade à indústria de cloro-álcalis e servir o público através do fomento de melhorias continuas para a segurança e a proteção da saúde humana e do meio ambiente, associadas à produção, distribuição e uso do cloro, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio e hipoclorito de sódio; e à distribuição e uso do cloreto de hidrogênio. Esta sustentabilidade é estendida para proporcionar uma atenção continua a *security* (proteção contra a violação da segurança) nas operações de manuseio do cloro.

Os associados do *Chlorine Institute* estão comprometidos com a adoção das iniciativas de gerenciamento de produtos e de segurança do *Chlorine Institute* incluindo a disponibilidade de panfletos, listas de verificação ("*checklist*") e compartilhamento de informações sobre incidentes que podem ajudar os associados na realização de melhorias mensuráveis. Para maiores informações sobre o programa de gerenciamento de produto do *Chlorine Institute* visite *website* www.chlorineinstitute.org.

1.3 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 associados do *The Chlorine Institute*. O *Chlorine Institute*, a CLOROSUR e seus 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 esteja aqui incluído, ou que circunstâncias especiais ou pouco usuais não venham a exigir procedimentos modificados ou adicionais.

O usuário deve estar ciente de que mudanças tecnológicas ou em regulamentações podem exigir 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.

1.4 APROVAÇÃO

A Equipe de Assuntos de Gerenciamento de Produto na Cadeia de Valor do *Chlorine Institute* aprovou a 8ª Edição deste panfleto em 19 de maio de 2014.

1.5 REVISÕES

Sugestões para revisões desta tradução adaptada devem ser enviadas para a CLOROSUR. Sugestões para revisões no documento original devem ser enviadas para a Secretaria do *Chlorine Institute.*

1.6 REVISÕES RELEVANTES DESTA EDIÇÃO

Esta edição inclui inúmeras melhorias, por exemplo, mais ilustrações, atualização de conteúdo e texto expandido, especialmente nas seguintes seções:

- Seção 2 – Tecnologias específicas e perigos no uso.
- Seção 4 – Arranjos na tampa da boca de visita dos tanques rodoviários e ferroviários de cloro.
- Seção 7 – Perigos à saúde e primeiros socorros.
- Seção 8 – Engenharia e manutenção.
- Seção 10 – Reatividade e inflamabilidade.

Estas modificações foram realizadas para possibilitar o melhor uso do documento pelos públicos-alvo que o valorizam como uma fonte básica de informações sobre o cloro.

1.7 LISTAS DE VERIFICAÇÃO (*CHECKLIST*)

Diversos panfletos do *Chlorine Institute* contêm listas de verificação (*checklist*) para auxiliar empresas associadas e não associadas em auditorias internas ou outras avaliações.

O panfleto do Cloro Básico não inclui uma lista de verificação *(checklist)* porque apenas resume informações contidas em outros panfletos. O leitor deve dirigir-se aos panfletos específicos aqui referenciados para utilizar as listas de verificação. Estas listas têm como objetivo enfatizar tópicos relevantes e ressaltar recomendações chaves para aqueles que leram e entenderam os panfletos.

O *Chlorine Institute* e a CLOROSUR estimulam o uso dos panfletos e das listas de verificação *(checklist*).

1.8 ABREVIAÇÕES E ACRÔNIMOS

ACGIH	*American Conference of Governmental and Industrial Hygienists* Conferencia Americana de Higienistas Industriais e Governamentais
AIHA	*American Industrial Hygiene Association* Associação Americana de Higiene Industrial
ANSI	American National Standards Institute Instituto Nacional de Padronização Americano
API	*American Petroleum Institute* *Instituto Americano do Petróleo*
ASME	*American Society of Mechanical Engineers* Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos
ASTM	*ASTM International* (anteriormente denominada: *American Society for Testing and Materials*) (ASTM Internacional) (Sociedade Americana para Ensaios e Materiais)
CAS	*Chemicals Abstracts Service* *Serviço de Resumos de Produtos Químicos*
CFR	*Code of Federal Regulations* *Código de Regulamentos Federais*
CGA	*Compressed Gas Association* *Associação do Gás Comprimido*
CI	*The Chlorine Institute, Inc* O Instituto do Cloro
DHS	*Department of Homeland Security* *Departamento de Segurança Interna*

DHS	*Department of Transportation* *Departamento de Transporte*
EPA	*Environmental Protection Agency* *Agencia de Proteção Ambiental*
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança sobre Produtos Químicos
Grau *Baumé*	A escala *Baumé* é uma escala hidrométrica desenvolvida pelo farmacêutico Antoine Baumé em 1768 para a medição da densidade de diversos líquidos.
GSP	Gerenciamento de Segurança de Processo *PSM = Process Safety Management*
IDLH	*Immediately Dangerous to Life and Health Concentration* Concentração Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde
IMDG	*Internacional Maritime Dangerous Gouds Code* Código Marítimo Internacional sobre Mercadorias Perigosas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
kPa	kiloPascal (Unidade de Pressão do Sistema Internacional) Nota sobre conversão de unidades: 1 atm = 101,3 kPa; 1 bar = 100 kPa; 1kgf/cm^2 = 98,07 kPa; 1 psi (lbf/in2) = 6,894 kPa.
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil)
NAS	*National Academy of Sciences* *Academia Nacional de Ciências*
NFPA	*National Fire Protection Association* *Associação Nacional de Proteção a Incêndios*
NIOSH	*National Institute of Occupational Safety and Health* Instituto Nacional de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional
NSF	*National Science Foundation* Fundação Nacional da Ciência
OSHA	*Occupational Safety and Health Administration* (Administração da Segurança no Trabalho e da Saúde Ocupacional)
PAE	Plano de Atendimento a Emergências
PGR	Plano de Gerenciamento de Risco *(RMP = Risk Management Plan)*
POV	*Pneumatically Operated Valve* Válvula Operada de modo Pneumático
ppm	*Partes por milhão*

Psia	*Pounds per square inch, absolute pressure* Libras por polegada quadrada, pressão absoluta
Psig	*Pounds per square inch, gauge pressure* Libras por polegada quadrada, pressão manométrica ou relativa
PSM	*Process Safety Management* Gerenciamento de Segurança de Processo
RMP	*Risk Management Plan* O mesmo que PGR - Plano de Gerenciamento de Risco
SDS	*Safety Data Sheet (Material Safety Data Sheet)* Ficha de Dados de Segurança (Ficha de Dados de Segurança sobre Produtos.
SSP	*Site Security Plan* Plano Contra Atentados (Violações) do Estabelecimento
TC	*Transport Canada* Departamento de Transporte do Canadá
TEMA	*Tubular Exchanger Manufactures Association, Inc.* Associação dos Fabricantes de Trocadores de Calor Tubulares
TLV	*Threshold Limit Value* *Valor Limite de Exposição - Equivalente ao LT*
LT	Limite de Tolerância de Exposição em Ambientes de Trabalho

2. INFORMAÇÕES GERAIS

2.1 O QUE É O CLORO?

O cloro é um dos 90 elementos químicos naturais, os blocos de construção básica de nosso mundo. Visto que o cloro é muito reativo, normalmente, ele está ligado quimicamente a outros elementos. O cloreto de sódio, isto é, o sal de cozinha é um exemplo.

O cloro exerce um papel vital em muitas necessidades da sociedade. Dentre suas importantes aplicações merecem ser citadas:

- O cloro é utilizado para o controle de bactérias e vírus que podem causar doenças devastadoras como a cólera e o tifo. Ele é um produto predominante na desinfecção de água nos diferentes países. Aproximadamente 98% dos sistemas modernos de tratamento de água potável nos Estados Unidos utilizam a química do cloro para assegurar que a água potável permaneça livre da contaminação por bactérias.

- 93% de todos os produtos farmacêuticos contam com a química do cloro, incluindo medicamentos para o tratamento de doenças do coração, câncer, *AIDS* e muitas outras moléstias que ameaçam a vida.

- A química do cloro está envolvida na produção de mais de 86% dos produtos químicos utilizados na proteção das colheitas.

- O cloro é utilizado para a produção do cloreto de polivinila (PVC) e outros plásticos. Estes plásticos são utilizados em diversos produtos que as pessoas usam no seu dia a dia.

- A indústria do cloro contribui com mais de U$ 46 bilhões para a economia da América do Norte a cada ano, através das vendas de cloro e outros produtos químicos que são blocos de construção usados para a obtenção de centenas de outros produtos essenciais.

2.2 PRODUÇÃO DO CLORO E TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO

A produção estimada de cloro em 2012 expressa em toneladas métricas, foi a seguinte:

Tabela 2.1 – Produção de Cloro

Área	Milhões de toneladas métricas
Mundial	62,6
Estados Unidos	10,3
Brasil	1,2
Canadá	0,55
México	0,27

Nota de tradução: Para outras informações sobre capacidade de produção na América do Norte, ver o Panfleto 10 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Para informações sobre capacidade de produção no Brasil consulte o Relatório Anual da Indústria Brasileira de Álcalis, Cloro e Derivados, disponível no *Website* da Abiclor, www.abiclor.com.br.

Para maiores informações, consultar a seguinte literatura do *Chlorine Institute*:

Panfleto #	Título
10	*North-American Chlor-Alkali Industry Plants and Production Data Reports* (Relatório sobre as Plantas Industriais e a Produção de Cloro-Álcali na América do Norte)
21	*Nitrogen Trichloride – A Collection of Reports and Papers* (Tricloreto de Nitrogênio – Uma Coletânea de Relatórios e Estudos Científicos)
100	*Dry Chlorine: Definitions and Analytical Issues* (Cloro Seco: Definições e Discussão de Técnicas Analíticas)
152	*Safe Handling of Chlorine Containing Nitrogen Trichloride* (Manuseio Seguro de Cloro Contendo Tricloreto de Nitrogênio)

Nota: Para informações sobre o setor cloro-álcalis no Brasil consulte o Relatório Anual da Indústria Brasileira de Álcalis, Cloro e Derivados, disponível no Website da Abiclor, www.abiclor.com.br.

2.3 TRANPORTE DE CLORO: REGULAMENTOS CHAVES

A maior parte do cloro é produzida através da eletrólise de uma solução salina em processos com células de diafragma, mercúrio ou membrana. A tendência atual é de aumento do uso da tecnologia com células de membrana e redução da tecnologia com células a mercúrio. Todas as novas plantas, e as plantas reformadas têm utilizado a tecnologia de membrana Em qualquer um destes processos, uma solução de sal (cloreto de sódio ou cloreto de potássio) é eletrolisada pela ação direta de corrente elétrica, que converte os íons cloreto em cloro elementar. O cloro é também produzido de diversas outras maneiras, por exemplo, pela eletrólise de cloreto de sódio fundido, para a obtenção de sódio ou de magnésio metálico; por eletrólise de solução de ácido clorídrico; e por processos não eletrolíticos. A *Euro Chlor* (www.eurochlor.org) dispõe de uma esquemas de produção animados detalhados que podem ser encontrados em http://eurochlor.org/the-chlorine-universe/how-is-chlorine-produced.aspx.

Nota de tradução: Os esquemas de produção animados da *Euro Chlor*, acima citados também estão disponíveis no *site* da www.clorosur.org.

Figura 2.1 - Equação da Reação de Base dos Produtos Cloro-Álcalis

Sal + Água + Eletricidade ""7 Cloro + Produto Cáustico + Hidrogênio

$$NaCl + H_2O + e^- \text{ ""7 } \tfrac{1}{2}Cl_2 + NaOH + \tfrac{1}{2}H_2$$

ou

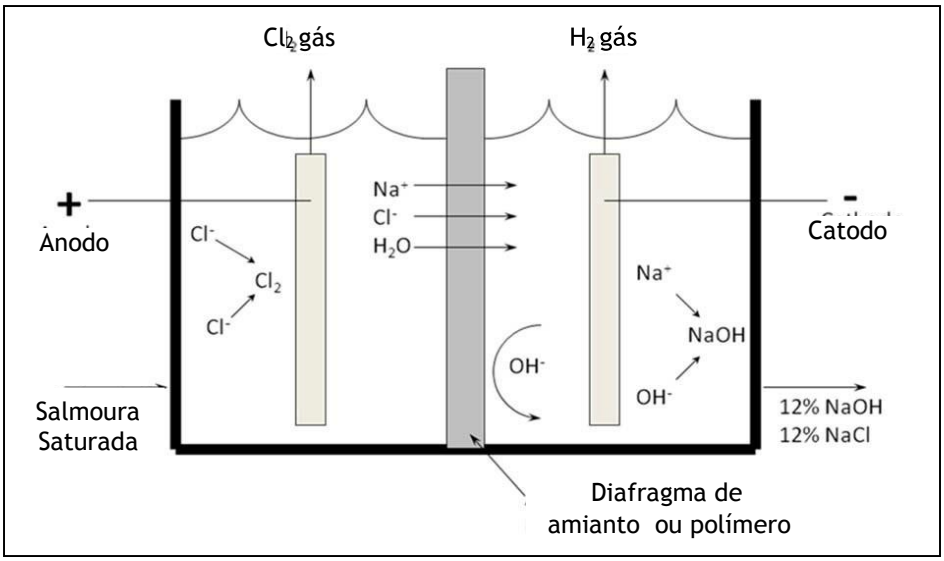
$$KCl + H_2O + e^- \text{ ""7 } \tfrac{1}{2}Cl_2 + KOH + \tfrac{1}{2}H_2$$

2.3.1 Tecnologia com Células de Diafragma

Atualmente, tanto no Brasil como na América do Norte, a maior parte do cloro é obtida através da tecnologia com células a diafragma (Fig. 2). Os produtos deste tipo de células são o cloro gasoso, o hidrogênio gasoso e o licor de célula, composto de uma solução de hidróxido de sódio e cloreto de sódio.

Uma solução quase saturada de cloreto de sódio (salmoura) entra no compartimento do anodo da célula diafragma e flui através do diafragma para o compartimento do cátodo. Os íons cloreto são oxidados no ânodo para a produção do cloro. O hidrogênio gasoso e íons hidróxido são produzidos no cátodo. Os íons sódio migram através do diafragma passando do compartimento do ânodo para o lado do cátodo para produzir o licor contendo 10 a 12% de hidróxido de sódio. Alguns íons cloreto também migram através do diafragma, resultando no licor de célula contendo 12 a 16% de cloreto de sódio. Este licor de célula, habitualmente é enviado a um processo de evaporação no qual, resulta uma solução com 50% de hidróxido de sódio e uma separação do sal. O sal recuperado no processo de evaporação é reutilizado como parte da matéria prima de preparação da salmoura que alimenta as células.

Figura 2.2 – Esquema da Célula de Diafragma

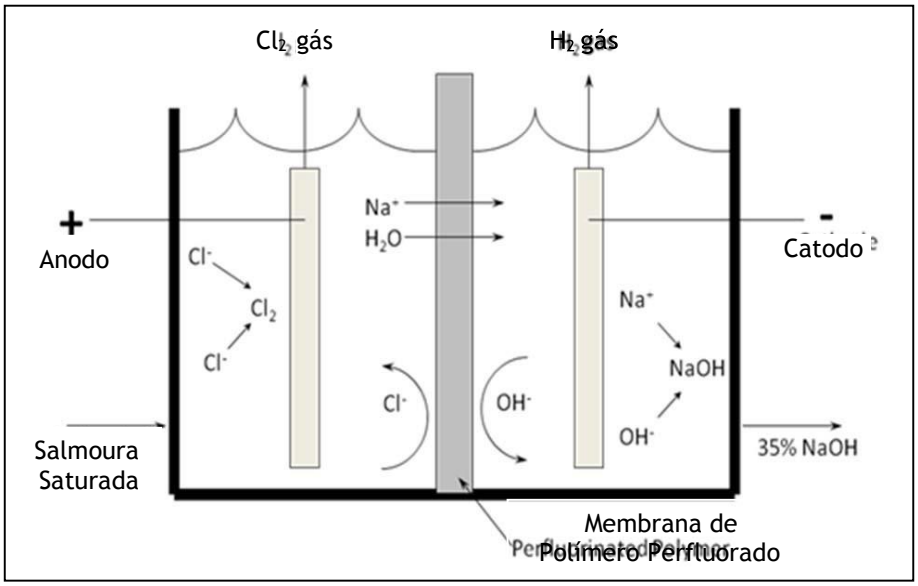


2.3.2 Tecnologia com Células de Membrana

Esta tecnologia utiliza membranas trocadoras de íons que são filmes de polímero perfluorado (Fig. 2.3). Estes filmes separam os compartimentos do ânodo e do cátodo na célula. Uma salmoura ultrapura alimenta o compartimento do ânodo, onde os íons cloreto são oxidados para formar o cloro gasoso. As membranas são seletivas de cátions, o que resulta na predominância de íons sódio e água migrando através da membrana para o compartimento do cátodo. Neste compartimento a água é reduzida para formar o hidrogênio gasoso e íons hidróxido no cátodo. Os íons hidróxido de sódio se combinam para formar o hidróxido de sódio.

As células de membrana produzem tipicamente soluções contendo 30 a 35% de hidróxido de sódio, e contém menos que 100 ppm de cloreto de sódio. A solução de hidróxido de sódio pode ser concentrada com uso de evaporadores; em geral a solução é concentrada até alcançar 50% de NaOH em massa na solução.

Figura 2.3 – Esquema da Célula de Membrana

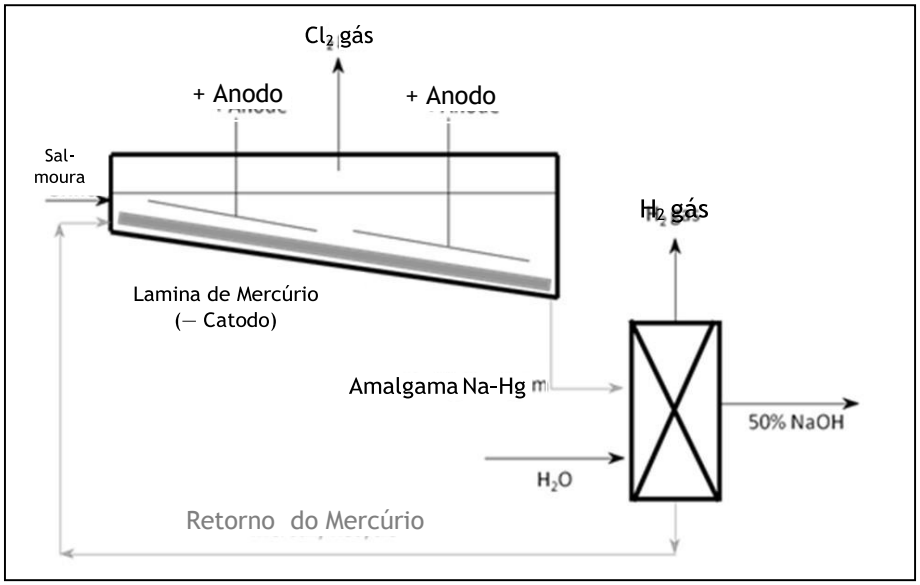


2.3.3 Tecnologia com Células de Mercúrio

A tecnologia a mercúrio (Fig. 2.4) utiliza um fluxo de mercúrio que se escoa, por gravidade, pelo fundo da célula para o decompositor, isto é o compartimento do cátodo. Os ânodos estão dispostos de forma suspensa em paralelo com a base da célula, a uma distância de poucos milímetros do fluxo do mercúrio. A salmoura alimenta a célula em uma das extremidades e escoa entre os ânodos e o cátodo (mercúrio). O cloro gasoso é desprendido e liberado no ânodo.

Os íons sódio são depositados através da superfície do fluxo de mercúrio (cátodo). O sódio se dissolve no mercúrio formando um amalgama liquido. O amalgama flui e passa por gravidade da célula para o decompositor recheado com grafite, onde água deionizada é introduzida. A água extrai quimicamente o metal alcalino do mercúrio produzindo o hidrogênio gasoso e uma solução de hidróxido de sódio, tipicamente a 50%. O mercúrio é então enviado novamente por uma bomba para a entrada da célula, e o processo de eletrólise é repetido.

Figura 2.4 – Esquema da Célula de Mercúrio



2.4 REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL AO TRANSPORTE DE CLORO

2.4.1 Geral

O cloro, normalmente, é comercializado como um gás liquefeito comprimido. O transporte de cloro, em todas as suas modalidades, é controlado por regulamentação própria variando de país para país. É responsabilidade de toda empresa que comercializa ou transporta cloro conhecer e cumprir todos os regulamentos pertinentes.

Tabela 2.2A – Classificação do Cloro nos Países da América do Norte

País	Classe de Perigo		Subclasse de Perigo	Regulamentos Chaves
Estados Unidos	Primário	2	Primário: 2.3 = gás tóxico	Terrestre: Título 49 do *CFR* Fluvial (barcaças): Títulos 33 e 46 do *CFR* **Nota 1:** Categoria de perigo do cloro: Tóxico por inalação, Divisão B. **Nota 2:** Há diversos regulamentos estaduais ou locais.
	Secundário	5	Secundário: 5.1 = produto oxidante	
		8	Secundário 8 = produto corrosivo	
Canadá	Primário	2	Primário: 2.3 = gás tóxico	Leis e regulamentos de transporte de materiais (produtos) perigosos: *TDG* **Nota:** Há diversos regulamentos estaduais ou locais
	Secundário	5	Secundário: 5.1 = produto oxidante	
México	Primário	2	Primário: 2.3 = gás tóxico	Regulamento para o transporte de superfície de produtos e resíduos perigosos. **Nota:** Há diversos regulamentos estaduais ou locais.
	Secundário	5	Secundário: 5.1 = produto oxidante	

Tabela 2.2B – Classificação do Cloro no Brasil

País	Classe de Perigo		Subclasse de Perigo	Regulamentos Chaves
Brasil	Primário	2	Primário: 2.3 = gás tóxico	Decreto-Lei 96.044 de 1988 (Transporte Rodoviário) Decreto 98.973 de 1990 (Transporte Ferroviário) Resoluções da ANTT: 420/2004 e outras sobre o Transporte Terrestre Regulamentos Técnicos da Qualidade do INMETRO **Nota 1:** Há Normas da ABNT pertinentes ao transporte **Nota 1:** Há regulamentos locais complementares, relacionadas ao transito de produtos perigosos e aspectos complementares ao Decreto-Lei 96.044 de 1988, ao Decreto 98.973 de 1990, e à Resolução ANTT 420/2004.
	Secundário	8	Secundário 8 = corrosivo	

Tabela 2.2C – Classificação Internacional do Cloro

País	Classe de Perigo		Subclasse de Perigo	Regulamentos Chaves
Mercosul	**Primário**	**2**	**Primário 2.3 = gás tóxico**	**Regulamento para o Transporte Terrestre** **Nota: Decreto 1.797 de 1996 do Acordo entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.**
	Secundário	**5**	**Secundário 5.1 = produto oxidante**	
Europa	**Primário**	**2**	**Primário 2.3 = gás tóxico**	**European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Good by Road (ADR (*)**
	Secundário	**5**	**Secundário 5.1 = produto oxidante**	
Internacional				**International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG) (**)**
Internacional	**Primário**	**2**	**Primário 2.3 = gás tóxico**	**Recommendations on the Transport of Dangerous Goods (***)** **Nota: Designação para o cloro: ONU 1017 ou UN 1017**
	Secundário	**8**	**Secundário = produto corrosivo**	

(*) Acordo Europeu Relativo ao Transporte Rodoviário de Mercadorias (Produtos) Perigosas.
(**) Código Marítimo Internacional para Mercadorias (Produtos) Perigosas.
(***) Recomendações sobre o Transporte de Mercadorias (Produtos) Perigosas.

2.5 OUTROS ASPECTOS REGULAMENTARES

Os produtores, os embaladores e muitos usuários de cloro estão sujeitos a regulamentos pertinentes ao cloro em locais de trabalho.

2.5.1 Estados Unidos

Há diversos regulamentos em âmbito federal, estadual e local, aplicáveis à fabricação, transporte e uso do cloro. Agencias como *OSHA, EPA, DOT* e *DHS* regulamentam diferentes aspectos da indústria do cloro que devem ser consultadas. Para maiores informações. (Ver a Seção 9).

2.5.2 Brasil

Existem diferentes leis, regulamentos e normas, no âmbito federal, estadual e municipal, contendo requisitos gerais e específicos que se aplicam aos produtores, distribuidores, transportadores e usuários de cloro. Estes instrumentos estão relacionados à segurança, à saúde ocupacional, à proteção do meio ambiente, ao transporte, trânsito e a utilização do produto.

2.5.3 Canadá

Há diversos regulamentos federais, estaduais e locais aplicáveis à produção do cloro. As Agencias *Health Canada*, *Environment Canada* e *Transport Canada* regulamentam diversos aspectos da saúde, meio ambiente e transporte que se aplicam a indústria do cloro, e devem ser consultadas.

2.6 TERMINOLOGIA

2.6.1 Cloro Elementar

O símbolo do cloro é Cl, seu número atômico é 17, e o peso atômico 35,453. O elemento cloro quase sempre existe como uma molécula com dois átomos de cloro ligados, representados como Cl_2. Seu peso molecular é 70,906. O número de registro *CAS* é 7782- 50-5.

2.6.2 Cloro Líquido

O cloro líquido é o cloro (Cl_2) que é resfriado e comprimido para uma forma líquida. Na temperatura e pressão atmosférica, o cloro se evapora rapidamente, e um quilograma de cloro dá origem à aproximadamente a 337 litros de cloro gasoso.

Cloro líquido **não é** o mesmo que uma solução de hipoclorito ou uma solução de branqueamento e a terminologia “cloro líquido” não deve ser utilizada para descrever estas soluções.

2.6.3 Cloro Gás

Nas condições atmosféricas (por exemplo, 20ºC e 101,3 kPa), o cloro é um gás.

2.6.4 Cloro Seco e Cloro Úmido

As definições de cloro seco e cloro úmido estão diretamente ligadas à solubilidade da água no cloro. O cloro **seco** é definido como o cloro cujo conteúdo de água está totalmente dissolvido na no cloro. Se uma condição é modificada em algum ponto do sistema, e possibilita que a água presente exceda a sua solubilidade e forme uma segunda fase aquosa líquida, o cloro é então definido como cloro **úmido**. Ver Figuras 10.5 e 10.6 e o Panfleto 100. O cloro **úmido** pode formar compostos corrosivos afetando a segurança e a integridade do sistema.

Cloro seco **não é** um composto clorado seco como o hipoclorito de cálcio ou os isocianuratos de cloro e a terminologia "cloro seco" não deve ser utilizada para descrever estes produtos.

2.6.5 Cloro Molhado

Sinônimo de cloro úmido. É uma expressão pouco utilizada no Brasil

2.6.6 Cloro Gás Saturado

É o cloro gás em tal condição que a remoção de qualquer calor ou um aumento de pressão causaria a condensação de uma parte do cloro. Este termo não deve ser confundido ou utilizado para se referir ao conteúdo de umidade relativa contida no cloro.

2.6.7 Cloro Líquido Saturado

É o cloro líquido em tal condição que a adição de qualquer calor ou uma diminuição de pressão causaria a vaporização de uma parte do cloro para o estado gasoso. Este termo não deve ser confundido ou utilizado para se referir ao conteúdo de umidade relativa contida no cloro.

2.6.8 Solução de Cloro

É uma solução de cloro em água. Ver Figura 10.3

Uma solução de cloro **não é** o mesmo que uma solução de hipoclorito de sódio ou uma solução de branqueamento e esta terminologia não deve ser aplicada para descrever estas últimas soluções.

2.6.9 Branqueador Líquido (Alvejante Líquido)

É uma solução aquosa de hipoclorito; habitualmente o hipoclorito de sódio (NaClO),

2.6.10 Recipiente

Nesta publicação, um recipiente é um vaso de pressão contendo cloro, autorizado por um regulamento ou uma norma técnica, que é apropriado para o transporte do produto. Isto inclui os cilindros grandes e cilindros pequenos, os tanques portáteis, os tanques em veículos rodoviários, os tanques em vagões ferroviários e os tanques em barcaças. No entanto, o termo não se aplica a tubulações, gasodutos ou tanques estacionários de armazenamento.

2.6.11 Capacidade de Enchimento

É o peso de cloro que é carregado dentro de um recipiente de transporte ou armazenamento. Este peso não pode exceder a 125% do peso equivalente de água a 15,6°C que o recipiente (tanque ou cilindro) comportaria. Os termos "densidade de enchimento", "capacidade de enchimento autorizada" e "limite de enchimento permitido" também são utilizados para expressar a quantidade máxima segura de cloro possível de ser colocada em um recipiente.

Nota: Nos Estados Unidos, o *DOT*, e no Canadá, o *TC* incluem a definição de capacidade de enchimento nos seus regulamentos.

2.6.12 Hidróxido de Sódio

Habitualmente o hidróxido de sódio é um coproduto obtido na forma de solução quando o cloro é gerado através da eletrólise de uma solução de cloreto de sódio. O hidróxido de sódio (NaOH) também é chamado de soda caustica ou de lixívia.

2.6.13 Hidróxido de Potássio

É um coproduto obtido na forma de solução quando o cloro é gerado através da eletrólise da solução do sal cloreto de potássio. O hidróxido de potássio (KOH) também é habitualmente chamado de potassa caustica.

2.6.14 Bisnaga

É um pequeno frasco borrifador, de plástico flexível (por exemplo, de PE) com boca rosqueada e com tampa dotada de um bico, e sem tubo pescante (o que permite a saída do produto do frasco na forma de aerossol). A bisnaga contendo solução de amônia é utilizada para a detecção de vazamentos de cloro em tubulações, equipamentos e recipientes de cloro.

2.6.15 Solução de Amônia:

Aqui, o mesmo que solução de hidróxido de amônio a 26 graus *Baumé* (aproximadamente 30% em peso do produto a 15,5º). É uma solução habitualmente encontrada no comércio de produtos químicos. A solução de uso doméstico em geral contém de 5 a 10% do produto e não é apropriada para uso na detecção de vazamentos.

2.7 PERIGOS ESPECÍFICOS NA FABRICAÇÃO E USO DO CLORO

Consultar a Ficha de Informações de Segurança sobre Produtos Químicos (FISPQ) do seu fornecedor e os panfletos do *Chlorine Institute* aqui referenciados para precauções adicionais de segurança e manuseio.

2.7.1 Hidrogênio

O hidrogênio (H_2) é um coproduto na forma de gás, obtido em toda fabricação de cloro por eletrólise de soluções aquosas de sal. Dentro de uma dada faixa de variação de concentração as misturas de cloro e hidrogênio são inflamáveis e potencialmente explosivas. A reação de cloro e hidrogênio pode ser iniciada pela ação direta da luz do sol, outras fontes de luz ultravioleta, eletricidade estática ou por um impacto abrupto. Ver Panfleto 121 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

2.7.2 Tricloreto de Nitrogênio

Pequenas quantidades tricloreto de nitrogênio (NCl_3), um composto instável e altamente explosivo, podem ser produzidas quando da fabricação do cloro. Quando o cloro líquido, contendo tricloreto de nitrogênio é evaporado, pode ocorrer de o produto alcançar concentrações residuais perigosas. Ver Panfleto 21 e 152 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

2.7.3 Óleos e Graxas

O cloro pode reagir, algumas vezes explosivamente, com uma série de produtos orgânicos, tais como óleos e graxas, provenientes de fontes como os compressores de ar, válvulas, bombas, instrumentação com diafragma a óleo, lubrificantes de roscas de tubulações. As tubulações e equipamentos devêm ser limpos previamente, para remover qualquer vestígio de óleo. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Assegurar que somente lubrificantes não reativos (por exemplo, *Fluoolube®* e *Kritos®)* devêm ser utilizados em serviço com cloro.

2.7.4 Incêndio

O cloro não é nem explosivo, nem inflamável. O cloro, no entanto, pode alimentar a combustão em certas condições. Muitos materiais que queimam em atmosferas de oxigênio (ou de ar) também queimam em atmosferas de cloro.

2.7.5 Ação/Reação Química

O cloro possui uma forte afinidade química com muitas substâncias. Ele reage com muitos compostos orgânicos e inorgânicos, com a geração de calor. O cloro reage com alguns metais dentro de uma variedade de condições. Ver Seção 10.3.3. É especialmente importante, em serviços com cloro seco, não utilizar nenhum componente que contenha titânio. O cloro pode reagir com o aço e outros metais a temperaturas acima de 149ºC (300ºF). Não deve ser realizado solda em tubulação, ou outros equipamentos, antes de realizar o esvaziamento e limpeza apropriados.

2.7.6 Ação Corrosiva no Aço

Na temperatura ambiente, o cloro seco, tanto líquido como gasoso, não corrói o aço. O cloro úmido é altamente corrosivo, pois forma o ácido clorídrico e o ácido hipocloroso. Devem ser tomadas precauções para que as instalações de cloro, e o próprio produto, mantenham-se secos. Tubulações, válvulas e recipientes devem estar fechados ou tampados quando não estão em uso, para que permaneçam isolados da umidade e precipitações atmosféricas. Os materiais de construção devêm ser escolhidos cuidadosamente, em função das condições que são esperadas. Se a água for utilizada em um vazamento de cloro, as condições corrosivas resultantes agravarão o vazamento.

2.7.7 Expansão Volumétrica

O volume de cloro líquido aumenta com a temperatura. Medidas de precaução devem ser tomadas para evitar a ruptura hidrostática de tubulações, tanques, cilindros ou outros recipientes e equipamentos que contenham cloro líquido. Ver Figura 10.4. Em qualquer situação em que o cloro líquido puder ficar retido entre duas válvulas, um dispositivo de expansão deve estar presente.

3 CILINDROS PEQUENOS E GRANDES

3.1 DESCRIÇÃO DOS CILINDROS

3.1.1 Geral

Os cilindros grandes e cilindros pequenos são recipientes bastante utilizados na distribuição do cloro. Há muita similaridade na forma de manuseio dos dois tipos cilindros, mas existem também diferenças importantes entre eles, como por exemplo, as válvulas e os *kits* de emergência. Devido às diferenças, os envolvidos no manuseio e transporte de cloro não devem empregar somente o termo “cilindro”, mas sim “cilindro grande” ou “cilindro pequeno” ao se referir especificamente a um deles. Desta forma é possível evitar confusão.

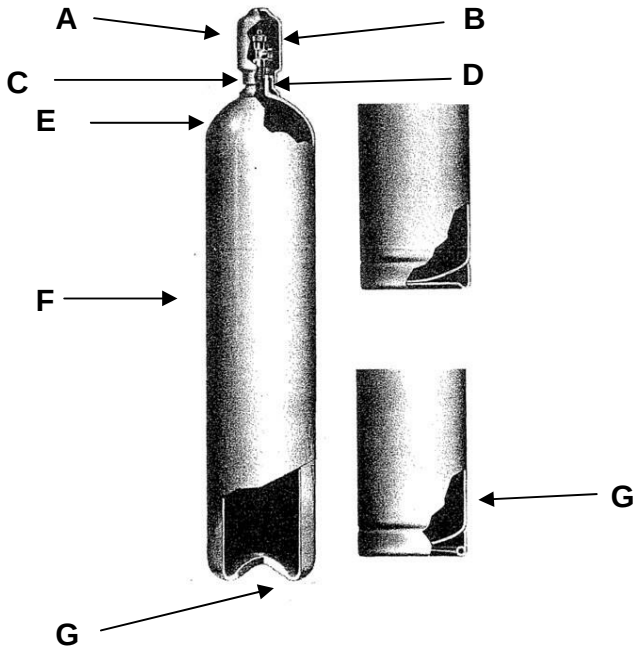
Nota: Nos Estados Unidos são utilizados os termos *“ton container”* para o cilindro grande e “*ton cylinder”* para os cilindros pequenos. Mesmo com esta diferença de termos, o *Chlorine Institute* alerta os envolvidos para o uso correto dos termos. O Instituto recomenda que, naquele país, não sejam empregados para designar o *“ton container”* termos como *“cylinder”, “ton cylinder”* ou *“drum”.*

Os locais que armazenam cloro podem estar sujeitos a regulamentos e normas específicos. Nos Estados Unidos, por exemplo, locais que armazenam cloro, acima de uma determinada quantidade, devem atender ter um Plano de Gerenciamento de Segurança de Processo (GSP) e um Plano de Gerenciamento de Risco (PGR). Os regulamentos ambientais e de segurança e medicina no trabalho, e regulamentos locais devem ser observados quanto aos requisitos aplicáveis.

3.1.2 Cilindros Pequenos

Os cilindros pequenos de cloro são de construção sem costura, com capacidade entre 45 e 68 kg, predominando, no Brasil, os de 45, 50 e 68 kg. A única abertura no cilindro é a da conexão da válvula, no topo do cilindro. O capacete de aço que cobre a válvula deve ser utilizado para proteger a válvula durante a movimentação, transporte e o armazenamento. É preciso tomar cuidado com o capacete, visto que o anel do colarinho, ao qual ele é preso, não é fisicamente soldado ao cilindro.

Figura 3.1 – Cilindro Pequeno de Cloro



Legenda:

A. Capacete: Peça destinada a proteger a válvula do cilindro, que no caso do cilindro de cloro é uma peça removível.

B. Válvula: Elemento independente que é fixada na rosca do gargalo do cilindro pequeno, que é dotado de dispositivos que permite o manuseio para a colocação ou retirada de cloro do cilindro e que também impede a saída do produto quando está na posição “fechada”.

C. Gargalo: Parte espessa do cilindro pequeno, na qual existe um furo roscado para o atarraxamento da válvula.

D. Colarinho: Peça fixada no gargalo que é provida de uma rosca externa para fixação do capacete.

E. Ogiva (ou calota): Parte do cilindro pequeno limitado por uma superfície de revolução cuja geratriz é uma linha de concordância entre o corpo e o gargalo do cilindro.

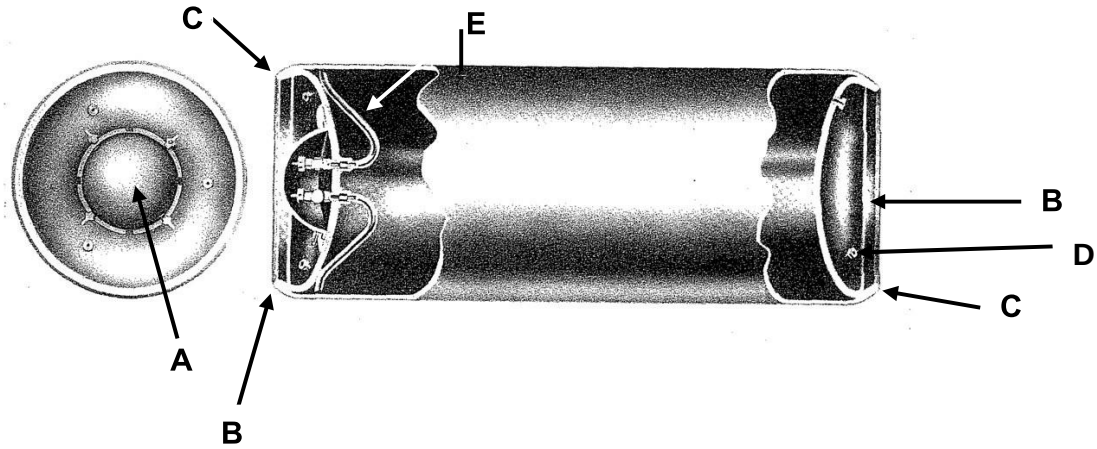
F. Corpo: Parte maior do cilindro que se estende desde a sua ogiva até a sua base.

G. Base: Parte do cilindro pequeno que permite o seu posicionamento na posição vertical.

3.1.3 Cilindros Grandes

Os cilindros grandes são tanques soldados que possuem capacidade aproximada de 900 kg de cloro, e um peso carregado que pode atingir aproximadamente 1650 kg. Os tampos, nas extremidades, são providos de bordas que permitem um bom encaixe dos ganchos utilizados para o içamento dos cilindros. As válvulas do cilindro grande são protegidas por um capacete de aço removível.

Figura 3.2 – Cilindro Grande de Cloro



Legenda:

A. Tampa/Capacete de proteção das válvulas.

B. Extremidades do cilindro - Tampos côncavos.

C. Bordas das extremidades - Parte do cilindro projetada para permitir e suportar uma correta fixação de ganchos para içamento dos cilindros e também a fixação de dispositivos do *kit* B de emergência.

D. Bujão fusível - Dispositivo de alivio de pressão, compostos por uma liga metálica que se funde em função do aumento da temperatura (70 ºC a 74 ºC) liberando o produto (gás ou liquido) contido no interior do cilindro. Este dispositivo é projetado para se manter aberto após entrar em operação, mesmo quando a pressão retorna à condição de pressão normal. No caso dos cilindros de cloro, o modo de estancar o a saída do produto é com o uso de dispositivos do *kit* B de emergência.

E. Tubo pescante/Tubo edutor – São os tubos localizados no interior do cilindro, conectados às roscas de fixação das válvulas e se estendem, de forma oposta, até próxima a parede interna do corpo do cilindro.

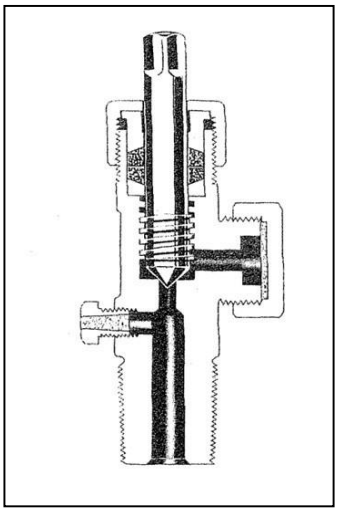
NOTA: Para informações sobre construção de cilindros grandes pode-se consultar o DOT 106 A – 500X e DOT 106 A – 500 W.

3.2 VÁLVULAS DOS CILINDROS

3.2.1 Válvulas dos Cilindros Pequenos

O cilindro típico é equipado com uma única válvula. As roscas de saída do produto destas válvulas são diferentes daqueles padronizados para tubulações; são roscas retas especiais. Estas roscas são projetadas para a colocação da tampa protetora *("cap")* da saída da válvula e não para a conexão de linhas de descarregamento do produto ou de outros dispositivos. Para a descarga do produto se utiliza uma conexão tipo grampo ou sargento (*yoke*) e adaptador. Ver Panfleto 17 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). A válvula do cilindro pequeno é também equipada com um dispositivo de alivio de pressão de metal fusível ou, como geralmente é mais conhecido, um bujão-fusível.

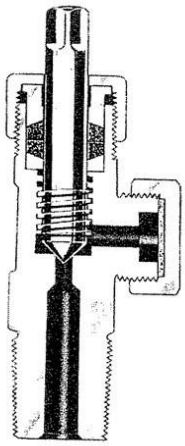
Figura 3.3 – Uma Válvula Típica de Cilindro Pequeno
(Outros projetos de válvula também podem ser utilizados)



3.2.2 Válvula dos Cilindros Grandes

Cada cilindro grande é equipado com duas válvulas idênticas, instaladas em um dos tampos das extremidades; elas são fixadas próximas ao seu centro do tampo. Estas válvulas são diferentes das válvulas de cilindros pequenos porque não possuem bujões-fusíveis e geralmente possuem uma passagem interna mais larga. Cada válvula conecta-se com um tubo pescante interno Ver Panfleto 17 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Figura 3.3 – Uma Válvula Típica de Cilindro Grande
(Outros projetos de válvula também podem ser utilizados)



3.3 DISPOSITIVOS DE ALIVIO DE PRESSÃO

3.3.1 Geral

Os cilindros pequenos e grandes são equipados com bujões-fusíveis, um tipo de dispositivo de alívio de pressão que atua em função da temperatura. Nos Estados Unidos, o metal fusível do dispositivo deve estar em conformidade com os requisitos da Parte 173.301(f) do Título 49 do *CFR*, e em consequência, ele deve se fundir entre [70ºC] e 74ºC ([158ºF] e 165ºF). Estes dispositivos devem aliviar pressão quando submetidos à temperatura igual ou superior á ponto de fusão do metal fusível. Os bujões-fusíveis não atuam na ausência de temperatura elevada. Eles não previnem casos de aumento excessivo da pressão devido a enchimento excessivo do cilindro.

3.3.2 Cilindros Pequenos

As válvulas dos cilindros pequenos são equipadas com um dispositivo de metal fusível ou bujão-fusível.

3.3.3 Cilindros Grandes

Os cilindros grandes são equipados com dispositivos de alivio de pressão de metal fusível. Os cilindros grandes de 900 kg são equipados com seis bujões-fusíveis, três em cada tampo das extremidades, e os cilindros grandes de 1000 kg são equipados com oito bujões-fusíveis, quatro em cada tampo.

3.4 EXPEDIÇÃO DE CILINDROS

3.4.1 Cilindros Pequenos

Os cilindros pequenos podem ser transportados por rodovias, ferrovias ou vias navegáveis. No Brasil, predomina o transporte rodoviário. É necessária a utilização de sistemas de fixação adequados para evitar que os cilindros se desloquem durante o transporte. Para informações mais detalhadas ver o Panfleto 76 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

3.4.2 Cilindros Grandes

A maior parte dos cilindros grandes é expedida por rodovia. Os veículos devem possuir dispositivos adequados de fixação para evitar que os cilindros se desloquem durante o transporte. Em alguns casos, os veículos são equipados com sistema de guincho para facilitar a colocação e retirada dos cilindros. Ver Panfleto 76 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

3.5 MARCAÇÃO E RÓTULOS NOS CILINDROS E PLACAS NOS VEÍCULOS

Os cilindros transportados devem estar adequadamente marcados e rotulados, e o veículo portando os painéis de segurança com o número ONU do produto, o número de risco, e o rótulo de perigo, conforme requerido em regulamentos e normas.

3.6 MANUSEIO DE CILINDROS

3.6.1 Geral

Os cilindros de cloro devem ser manuseados com cuidado. Durante a movimentação e o armazenamento, os capacetes protetores das válvulas devem ser mantidos nos cilindros. Os cilindros não devem sofrer quedas ou choques mecânicos. Locais de carga e descarga com piso no mesmo nível da carroceria do veículo podem facilitar a operação. Os cilindros devem estar bem fixados para evitar que rolem. Ver Panfleto 76 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

3.6.2 Cilindros Pequenos

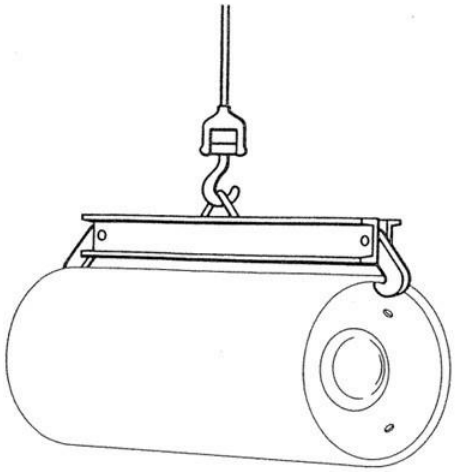
Os cilindros podem ser deslocados utilizando-se um carrinho manual ou uma empilhadeira. O cilindro deve ser fixado no veículo com uma corrente, a dois terços da altura do cilindro, para segura-lo no lugar. Se os cilindros precisarem ser içados, um berço ou suporte, especialmente projetado podem ser utilizados. Não se deve iça-los por alças no estilo “tipoia” ou utilizando dispositivos magnéticos. Os cilindros não devem ser içados pelos capacetes de proteção das válvulas, pois a rosca no colarinho do cilindro, em que eles estão fixados, não foi projetada para suportar o peso do cilindro.

Cilindros Grandes

Os cilindros grandes, geralmente são movimentados com a utilização de um monotrilho ou com uma talha com uma barra elevatória. Ver Desenho 122 do *Chlorine Institute*. Eles também podem ser rolados em trilhos ou esteiras rolantes projetadas para este fim.

Se uma empilhadeira de garfo for utilizada, o cilindro deve ser preso adequadamente, para evitar que ele caia, especialmente quando a empilhadeira, na sua movimentação, muda de direção. A empilhadeira deve ter capacidade de carga adequada.

Figura 3.5 – Barra Elevatória para Movimentação de Cilindros Grandes



3.7 ARMAZENAMENTO DE CILINDROS

Os cilindros podem ser armazenados tanto no interior como no exterior dos edifícios. O local de armazenamento deve estar em conformidade com regulamentos federais, estaduais e locais.

A área de armazenamento deve ser mantida limpa, de modo que o acumulo de estopas ou outros materiais combustíveis não represente um perigo de incêndio. Os cilindros não devem ser armazenados próximos a elevadores, ou sistemas de ventilação, porque concentrações perigosas de gases podem se espalhar rapidamente, se ocorrer um vazamento. Todos os cilindros devem ser armazenados para evitar a sua corrosão externa.

A exposição de cilindros a chamas, calor radiante intenso ou linhas de vapor deve ser evitada. Se o metal na proximidade do bujão-fusível alcançar aproximadamente 70ºC (158ºF), o metal do bujão-fusível poderá fundir-se com vazamento de cloro.

Ver os Panfletos 17 e 155 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para maiores informações sobre o armazenamento de cilindros.

3.8 UTILIZAÇÃO DOS CILINDROS

3.8.1 Geral

Antes de conectar ou desconectar um cilindro, o operador deve se assegurar que todo equipamento de segurança e emergência esteja disponível e em condições de uso. Os cilindros e válvulas devem ser mantidos em bom estado, atendendo regulamentos e normas de projeto, inspeção e manutenção. Nenhum reparo ou modificação deve ser realizado sem autorização do proprietário e/ou por pessoal não qualificado.

Descarregamento do Gás

A vazão de cloro gasoso, durante o seu descarregamento, varia significativamente em função da temperatura, umidade e ar de circulação do local, bem como no sistema de tubulações e equipamento de alimentação conectado ao cilindro. Para informações mais detalhadas ver o Panfleto 155 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Se a vazão de descarregamento de um único cilindro não atender às necessidades, dois ou mais cilindros podem ser utilizados em conjunto, conectados ao dispositivo tubular habitualmente denominado "*manifold"* (que possibilita a conexão de diversos cilindros em paralelo, e uma única saída para o sistema de uso). Outra alternativa pode ser a descarga de cloro na sua forma liquida, passando-o por um vaporizador, para aumentar a liberação do cloro gasoso (Ver Seção 3.8.3).

Quando do descarregamento do cloro por meio do dispositivo "*manifold"*, todos os cilindros devem estar à mesma temperatura, para evitar a transferência de gás de um cilindro mais quente para um cilindro mais frio.

Descarregamento de Líquido

Para o descarregamento de cloro na fase liquida, há requisitos de projeto especiais a serem atendidos Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Na posição de descarregamento o cilindro grande deve ser mantido na sua posição horizontal; e as válvulas do tampo ficando posicionadas: uma na parte alta e outra na parte baixa do cilindro, de um eixo imaginário perpendicular ao solo. O cloro líquido é liberado pela válvula posicionada na parte inferior do cilindro grande. Ver os tubos pescantes (edutores) na Figura 3.2. Neste caso, altas vazões de descarregamento podem ser obtidas. A vazão depende da temperatura do cloro no cilindro e da contrapressão nas tubulações do sistema de uso. A vazão contínua do cloro líquido de um cilindro grande, sob condições normais de temperatura e pressão de 241 kPa (~2,5 kgf/cm^2 manométrica), é no mínimo de 181 kg/h.

Quando se conecta mais de um cilindro grande em um *"manifold",* devem ser tomadas as precauções de equilibrar a pressão. O Desenho 183 do *Chlorine Institute* apresenta um sistema para efetuar a equalização da pressão através de válvulas de gás conectadas ao *"manifold".* O fato dos cilindros estarem em uma mesma área não garante que eles estejam com a mesma pressão. É preciso estabelecer procedimentos para o esvaziamento de tubulações contendo cloro liquido, evitando assim que o produto fique preso no sistema.

Pesagem

Como o cloro é comercializado na forma de um gás comprimido liquefeito, a pressão em um cilindro depende da temperatura do cloro (Ver Figura 10.1). A pressão não está relacionada com a quantidade de cloro presente no cilindro. O conteúdo do cilindro somente pode ser determinado com precisão, através de pesagem.

Conexões

Uma conexão flexível compatível com o cloro deve ser utilizada para fazer a ligação entre o cilindro e um sistema de tubulação pressurizado. Um tubo flexível de cobre com um diâmetro de 1¼ de polegada, ou ⅜ de polegada é recomendado. Os mangotes flexíveis metálicos e de plástico fluorados são descritos no Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Se um sistema precisa permanecer em operação, enquanto os cilindros são conectados, ou desconectados, válvulas auxiliares, semelhantes às do cilindro, devem ser utilizadas para isolar o cilindro do sistema. As conexões flexíveis devem ser inspecionadas regularmente. Uma junta de vedação ("gaxeta") plana, utilizada entre o adaptador e a face da válvula é parte da conexão. Uma nova junta deve ser utilizada cada vez que uma nova conexão é realizada. Ver Panfletos 6 e 155 (Referência 11.1) e Desenho 189 do *Chlorine Institute*.

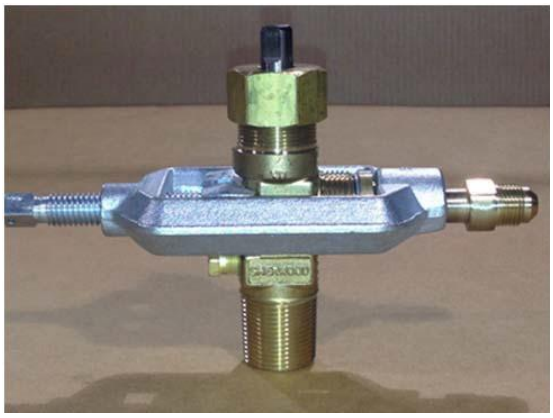
Abertura de Válvulas

A válvula do cilindro é aberta girando-se a haste no sentido horário. Uma volta completa da haste já possibilita a vazão máxima. Não há necessidade de girar a haste outras vezes. Para a esta operação deve ser utilizada uma chave especifica, com comprimento não superior a 20 cm (8").

Nunca deve ser utilizada uma barra extensora na chave para evitar danos na vedação de fechamento da válvula. Após a abertura da válvula, a chave deve permanecer posicionada na válvula, para que ela possa ser fechada rapidamente, se necessário. Não desaperte a porca da embalagem, a menos que esteja autorizado pelo fornecedor.

Antes da conexão do cilindro a instalação fixa, deve ser assegurada que a válvula está fechada. Também ter a certeza que a porca da gaxeta está, no mínimo, apertada manualmente; se isto não ocorre, o fornecedor deve ser contato para fornecer instruções. Estando normal, a tampa *(cap)* da saída da válvula deve ser removida e a linha deve ser conectada à válvula. Uma nova junta de vedação ("gaxeta") deve ser utilizada cada vez que a conexão é feita. Deve ser assegurada que as conexões estão apertadas.

Figura 3.6 – Conexão Típica – Adaptador Sargento *(Yoke)* Aberto



Uma vez efetuada as conexões, a válvula do cilindro deve ser um pouco aberta para a pressurização do sistema com uma pequena quantidade de cloro, e então deve ser fechada. O sistema deve ser testado quanto a vazamentos (Ver Seção 5.4.2). Se houver vazamento, ele deve ser sanado antes de continuar o procedimento de descarregamento Ver Panfleto 155 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Fechamento de Válvula

Aplicar uma força de 34 41 N–m (25 a 30 libras-pé) na chave de 20 cm no fechamento da válvula. Efetuar o teste de vazamento. Se existir algum vazamento, o momento pode ser aumentado para 54 N–m (40 libras-pé) na chave da válvula. Se o vazamento não for interrompido a nesta situação, aumentar o momento na haste da válvula para 35 kgf (equivalente a 7,0 kg-m) 68 N–m (50 libras-pé) Ver Nota de Tradução. Objetos estranhos, como lascas de ferrugem ou outros fragmentos podem impedir a vedação de fechamento da válvula. Se o cilindro permanece conectado à linha da instalação fixa, e a condição for segura para isto, a válvula pode ser submetida a um ciclo completo de abertura e fechamento para deslocar o material estranho, de modo a permitir a vedação de fechamento. Sempre verificar que para fechamento, a válvula seja girada no sentido horário. Se esta ação não resolver, entrar em contato com o seu fornecedor.

Nota de Tradução: No caso de uso da chave de 20 cm, os esforços anteriormente citados (54 a 68 N.m) equivalem a 16 a 21 kgf aplicados na extremidade livre da chave.

Aplicar 25-30 libras-pé (3,3-4,3 kgf-m) na haste da válvula. Efetuar o teste de vazamento. Se existir algum vazamento, o momento pode ser aumentado para 40 libras-pé (5,5 kgf-m). Se o vazamento não for interrompido a nesta situação, aumentar o momento na haste da válvula para 50 libras-pé (7,0 kgf-m). Se esta ação não resolver, entrar em contato com o seu fornecedor.

Observação: dados da conversão acima são aproximados. Valores reais (Momento = F.d)

25 libras-pé =	3,46 kg-m [11,35 kg–30,48 cm] = 16 kgf. 20cm
30 libras-pé =	4,15 kg-m [13,62 kg–30,48 cm] = 21 kgf. 20cm
40 libras-pé =	5,53 kg-m [18,15 kg–30,48 cm] = 27 kgf. 20cm
50 libras-pé =	6,91 kg-m [22,70 kg–30,48 cm] = 35 kgf. 20cm

Desconexão de Cilindros

A válvula deve ser fechada assim que o cilindro estiver vazio (Ver Seção 3.8.7). Antes da desconexão, é importante conferir que a válvula está fechada e realizar a remoção do cloro que permaneceu na conexão flexível. Isto pode ser feito de duas formas: limpando a linha com ar seco ou nitrogênio (ponto de orvalho de 40°C negativos ou ainda mais baixo); ou pela aplicação de vácuo. Para esta tarefa o equipamento de proteção individual precisa ser utilizado for como apropriado. Ver Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). O cilindro deve ser cuidadosamente desconectado no caso em que o cloro residual permanece nas linhas.

Após a desconexão, a tampa *(cap)* da saída da válvula deve ser prontamente colocada, bem como o capacete de proteção das válvulas. A extremidade aberta da conexão flexível também deve ser prontamente fechada, para evitar a entrada de umidade do ar no sistema.

4 TANQUES PARA TRANSPORTE A GRANEL

4.1 GERAL

O cloro a granel pode ser transportado em tanques de veículos rodoviários, tanques ferroviários, tanques portáteis e em barcaças providas de tanques. O transporte também pode ser realizado através clorodutos. No Brasil, o transporte do produto a granel é realizado principalmente em tanques de veículos rodoviários.

4.2 TANQUES EM VEÍCULOS RODOVIÁRIOS

Geral

Aqui são descritas apenas informações gerais. Consulte o Panfleto 49 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para informações mais detalhadas.

Especificações

Na América do Norte, os tanques de cloro no transporte rodoviários geralmente têm capacidade entre 13,5 e 20 toneladas métricas. No Brasil, os tanques possuem capacidade entre 12 e 28 toneladas métricas. É essencial que os tanques rodoviários não recebam cloro em superior ao limite da capacidade de enchimento (Ver 2.6.11). Nos Estados Unidos, são aplicáveis os requisitos do *DOT*. No Brasil, os tanques para transporte devem atender os requisitos dos regulamentos do Inmetro, particularmente o Regulamento Técnico da Qualidade 1c – Inspeção na Construção de Equipamentos para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos a Granel: Gás Cloro Liquefeito; o Regulamento Técnico da Qualidade 1i – Inspeção Periódica de Equipamentos para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos a Granel: Gás Cloro Liquefeito e Regulamento Técnico da Qualidade 5 – Inspeção de Veículos Rodoviários para o Transporte de Produtos Perigosos.

Os regulamentos exigem que os tanques em veículos rodoviários estejam equipados com dispositivos de alivio de pressão (válvulas de segurança). Os tanques devem ser protegidos termicamente com material isolante com uma espessura de quatro polegadas.

Arranjo da Boca de Visita

Geral

O único orifício em um tanque de transporte de cloro é a boca de visita, localizado na parte superior do tanque, e que é coberto por um flange no qual estão conectados todos os acessórios necessários ao uso seguro do tanque. O arranjo no flange da boca de visita deve ser realizado segundo uma das formas aprovadas pelo *Chlorine Institute.*

- Arranjo Tradicional da Boca de Visita

Neste arranjo, existem cinco válvulas montadas sobre o flange da boca de visita. Quatro destas válvulas são angulares e destinadas à operação; a quinta válvula, localizada no centro, é um dispositivo de alivio de pressão, uma válvula de segurança projetada para aliviar o interior do tanque, no caso de pressão excessiva. O flange e este conjunto de válvulas são montados dentro de um domo de proteção.

- Válvulas Angulares

Os tanques de cloro em veículos rodoviários geralmente operam com válvulas angulares concebidas para operação na forma manual. Estas válvulas seguem critérios de construção e desempenho definidos pelo *Chlorine Institute*, no Panfleto 166 (Referência 11.1).

As duas válvulas angulares, posicionadas no sentido longitudinal do tanque, são destinadas à descarga do cloro líquido. Cada uma destas válvulas angulares está conectada a uma válvula de excesso de fluxo e a um tubo pescante instalados no lado interno do tanque. Os dois tubos pescantes se estendem até o fundo do tanque.

As outras duas válvulas angulares, localizadas no sentido transversal, estão em contado com o espaço do cloro gasoso do tanque. Elas estão conectadas a válvulas de excesso de fluxo que ficam na parte interior do tanque. As válvulas angulares podem ser utilizadas para a pressurização do tanque, quando for necessário aumentar a vazão de retirada do cloro líquido do tanque. Elas nunca devem ser utilizadas para retirar o cloro gasoso.

- Válvulas de Excesso de Fluxo

A válvula de excesso de fluxo, sob cada válvula angular para cloro líquido, consiste de uma esfera ascendente que fecha a passagem do produto quando a vazão excede um valor pré-determinado, geralmente 3.175kg/h (7.000 libras/h). Ela não atua em resposta à pressão interna do tanque. Esta válvula é projetada para interromper automaticamente o fluxo do cloro líquido se a válvula angular for quebrada em transito. Ela também pode atuar, se um grande vazamento ocorrer em função do rompimento da conexão de descarga. Entretanto, ela não é projetada para atuar como dispositivo de emergência de fechamento, durante as operações de transferência.

Nos tanques de cloro em veículos rodoviários, sob cada válvula angular para cloro gás, também há uma válvula de excesso de fluxo, cujo projeto é diferente. Estas válvulas têm uma cesta removível de forma que a esfera possa ser retirada e o interior do tanque, inspecionado.

- Tubos Pescantes

O tubo pescante é o dispositivo que permite a retirada do cloro dos tanques na forma liquida, visto que no projeto e construção do tanque não são permitidas aberturas na base para retirada do cloro na forma líquida.

- Válvula de segurança (Dispositivo de Alivio de Pressão)

No centro do flange da boca de visita há um dispositivo de alivio de pressão, que é uma válvula de segurança. O dispositivo é do tipo mola calibrada para ser acionado à pressão de 1551kPa (225 *psig* ou 15,8 kgf/cm^2 manométrico).

- Alternativa de Arranjo da Boca de Visita

Nos Estados Unidos, desde 2009, os tanques para o transporte ferroviários de cloro podem ser equipados com um projeto de válvula alternativa. Este arranjo alternativo de válvulas pode ser considerado para os tanques de cloro em veículos rodoviários. A principal característica que diferencia este projeto alternativo é uma válvula de retenção que substitui a válvula de excesso de fluxo. A válvula de retenção é projetada para permanecer fechada durante o transporte, de modo que em um improvável evento acidental com rolamento do tanque e no qual, as válvulas angulares sejam decepadas, as válvulas de retenção permanecem fechadas e impedem que o cloro vaze. O arranjo deste projeto alternativo pode ter bases alargadas, e pode consistir de 3 ou 4 válvulas para vapor ou líquido e um dispositivo de alívio de pressão (válvula de segurança). Para outros detalhes sobre este arranjo alternativo, ver o Panfleto 168 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Desde 2009, os tanques de cloro em vagões ferroviários começaram a ser equipados com um projeto alternativo de válvula.

- Outras Informações

Para orientações e práticas recomendadas adicionais, e outras informações úteis relacionadas aos tanques de cloro em veículos rodoviários, ver os Panfletos 49, 166 e 168 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Operações de Transferência

As informações aqui são genéricas. Para informações mais detalhadas ver o Panfleto 49 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Deve ser observado, no entanto, que há diferentes situações em instalações de carregamento e instalações dos clientes; isto pode exigir mudanças nos métodos e equipamentos a serem utilizados.

Precauções

Em todo local em que há manuseio de cloro a granel devem existir programas de gerenciamento de riscos no trabalho (RPM), programas de gerenciamento de segurança do processo (GSP) e plano de atendimento à emergência (PAE).

Uma atenção especial deve ser dada para procedimentos e equipamentos apropriados a serem empregados em situações de emergência.

As operações de transferência de cloro devem ser realizadas somente por pessoal treinado. Nos Estados Unidos os regulamentos do *DOT* (Título 49 do *CFR*) e da *OSHA* (Título 29 *CFR*) e do *TC* incluem requisitos específicos aplicáveis ao treinamento no manuseio de produtos perigosos.

Todo pessoal responsável pelas operações de transferência deve estar ciente do plano de emergência para poder atuar em relação a eventuais vazamentos de cloro. Ver Capitulo 5 e Panfleto 49 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Antes de iniciar as operações de transferência, certo número de tópicos de controle precisa ser verificado. Os detalhes podem ser examinados no Panfleto 49 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Uma lista parcial destes tópicos é citada abaixo:

- A conexão
- O sistema de pressurização auxiliar
- O monitoramento
- A desconexão

Com relação ao veículo, durante operações de carga e descarga, o motor deve ser desligado, freios de mão devem estar acionados e as rodas devem ser calçadas. O veículo deve ser monitorado durante todo o tempo da à transferência. O veículo não deve ser movimentado enquanto as conexões de carga e descarga estiverem conectadas ao veículo. O motorista e pessoal da planta devem realizar uma inspeção visual em todo o veículo antes da saída do mesmo do local de carregamento ou descarregamento.

Equipamento de Emergência

O *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* é projetado para uso em caso de vazamento do cloro dos tanques de transporte Ver Panfleto 49 e Publicação IB/C do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). É importante conhecer qual dos dois arranjos citados acima está sendo utilizado no tanque de transporte de cloro porque pode ser necessária a aplicação do *Kit C* de forma diferente, dependendo da válvula empregada.

É necessário que os veículos que transportam cloro mantenham o *Kit "C"* de Emergência e o equipamento respiratório apropriado para situações de emergência. É essencial o treinamento para conhecimento destes equipamentos e para adquirir habilidade no seu uso. Nos Estados Unidos este treinamento deve ser fornecido conforme requisitos da *OSHA* Na Parte 1910.134 do Título 29 do *CFR*.

Recomenda-se também que o veículo de transporte porte equipamento de comunicação de duas vias como, por exemplo, rádio transmissor ou telefone celular.

4.3 TANQUES EM VAGÕES FERROVIÁRIOS

Geral

Aqui são descritas apenas informações gerais; Ver Panfleto 66 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para informações mais detalhadas.

Especificações

No Brasil, atualmente não há transporte de cloro por via ferroviária. Nos Estados Unidos, os tanques em vagões ferroviários mais utilizados possuem uma capacidade de aproximadamente 82 toneladas (90 toneladas curtas ou toneladas americanas). Conforme o regulamento, os vagões tanques não devem receber cloro em quantidade que exceda o peso nominal. As especificações chaves para os tanques em vagões ferroviários são encontradas na Seção 179.102-2 do Título 49 do Código de Regulamentação Federal. Há uma exceção para os vagões mais antigos que podem ser utilizados se atendidos os requisitos da Seção 173.314(c) Nota 12 do mesmo Código de Regulamentação Federal citado. No Canadá, as especificações chaves constam nas Seções 79.102-2 e 73.314(c) nota 12.

Nos Estados Unidos e Canadá, os regulamentos exigem que os tanques em vagões ferroviários estejam equipados com dispositivos de alivio de pressão (válvulas de segurança), e que a pressão calibrada para abertura seja marcada (pintada) na parede do tanque. Os tanques devem ser protegidos termicamente com material isolante com uma espessura de quatro polegadas.

4.3.3 Arranjo da Boca de Visita

Arranjo Tradicional da Boca de Visita

O arranjo, no flange da boca de visita dos tanques nos vagões ferroviários é igual ao dos tanques de cloro em veículos rodoviários (Ver Seção 4.2.3). No entanto existem algumas diferenças importantes:

- Conforme o projeto, os tanques em vagões ferroviários podem trabalhar com vazões maiores de saída de cloro líquido nas válvulas angulares. Em conseqüência, as válvulas de excesso de vazão podem ter diferentes valores de vazão máxima que se ultrapassados bloqueiam o fluxo. Estes valores podem ser 3.200, 6.800 ou 14.500 kg/h (7.000, 15.000 ou 32.000 libras por hora).

- A vazão máxima das válvulas de excesso de fluxo normalmente é escrita (pintada) na parede dos tanques ferroviários. Os tanques que não possuem esta marcação (pintura) possuem válvulas do excesso de vazão de 3.175 kg/h (7.000 libras por hora).

- Nos tanques de cloro em vagões ferroviários não há válvula de excesso de fluxo sob as duas válvulas angulares da fase vapor.

- O dispositivo de alívio de pressão (válvula de segurança) é calibrado para atuar e iniciar uma descarga à pressão de 1.551 kPa (225 psig ou15,8 kgf/cm2 manométrico) nos tanques com a indicação pintada 105J300W ou 105S0300W e 2.586 kPa (375 *psig* ou 26,3 kg/cm^2 manométrico) em tanques com a marcação 105J500W ou 105S500W.

Alternativa de Arranjo da Boca de Visita

O arranjo, no flange da boca de visita dos tanques nos vagões ferroviários é igual ao dos tanques de cloro em veículos rodoviários (Ver Seção 4.2.3). A observação com relação ao uso do *Kit C* é igualmente aplicável.

Outras Informações

Para orientações e práticas recomendadas adicionais, e outras informações úteis relacionadas aos tanques de cloro em veículos rodoviários, ver os Panfletos 66, 166 e 168 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Equipamento de Emergência

As recomendações descritas na Seção 4.2.5 sobre o *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* se aplicam ao transporte de cloro a granel em vagões ferroviários. Ver Panfleto 66 e Publicação IB/C do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Operações de Transferência

Os procedimentos para transferência do cloro entre o tanque ferroviário e instalação fixa são praticamente as mesmas que aquelas entre tanques rodoviários e instalação fixa (Ver 4.2.3, no entanto observar que o último parágrafo da seção citada não se aplica a tanques ferroviários). Deve ser observado também que há diferentes situações em instalações de carregamento e instalações dos clientes; isto pode exigir mudanças nos métodos e equipamentos a serem utilizados. Para informações mais detalhadas ver o Panfleto 66 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

4.4 TANQUES PORTÁTEIS

Nos Estados Unidos os tanques adequados para transporte múltiplo de cloro (por rodovia, ferrovia e vias aquáticas) devem ser construídos sob as determinações conforme requisitos gerais do *DOT51* e requisitos específicos para uso com cloro. Informações mais detalhadas podem ser obtidas no Panfleto 49 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

4.5 TANQUES EM BARCAÇAS

As barcaças dotadas de tanques destinados ao transporte de cloro não são utilizadas no Brasil. Nos Estados Unidos, para o uso deste serviço, o *Chlorine Institute*, recomenda que o fornecedor de serviços de transporte de cloro em barcaças, e a legislação sejam consultados.

5 MEDIDAS DE EMERGÊNCIA

5.1 GERAL

Emergências com cloro podem ocorrer durante a fabricação, utilização ou transporte do produto. As empresas que manuseiam cloro devem ter um plano de emergência por escrito e empregados treinados para o atendimento emergencial e redução das consequências. Recomenda-se a realização de exercícios regulares e a revisão de planos de emergência com todas as Organizações envolvidas. Ver Panfleto 64 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

As leis e regulamentos federais, estaduais e municipais geralmente disciplinam a preparação e o atendimento às emergências. As pessoas responsáveis por manuseio de cloro devem conhecer o conteúdo e aplicar os diferentes regulamentos. Os requisitos desses regulamentos, em geral tratam tanto da preparação e atendimento a emergências com produtos químicos, como também de outras emergências. Ver Panfleto 64 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Para emergências com cloro nos Estados Unidos e Canadá é possível contar com ajuda do *CHLOREP* que pode ser acionado através do *CHEMTREC* e *CANUTEC* respectivamente. Ver Seções 5.5.1 a 5.5.3. No Brasil a ajuda, em emergências com cloro, pode ser fornecida pelo Plano de Auxilio Mutuo (PAM) da Abiclor, acionado através do Pró-Química da Abiquim. Ver Seções 5.5.1 a 5.5.3.

5.2 ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS: VAZAMENTOS DE CLORO

Se houver qualquer indicação de vazamento de cloro, devem ser tomadas ações imediatas para resolver o problema.

Os vazamentos de cloro tendem a piorar se não forem corrigidos imediatamente. Quando ocorrer um vazamento de cloro, o pessoal autorizado, treinado e utilizando o equipamento de proteção respiratória apropriada e outros equipamentos de proteção individuais, deve avaliar a ocorrência e realizar as ações apropriadas. O pessoal do atendimento não deve entrar em ambientes com concentrações de cloro que excedem a concentração *IDLH* de 10 ppm, sem os devidos equipamentos de proteção individual e com grupo de apoio de retaguarda.

O Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) fornece informações sobre Equipamentos de Proteção Individual (EPI) utilizados no atendimento a vazamentos de cloro. O pessoal não envolvido no atendimento precisa permanecer afastado da área, que deve ser isolada. As pessoas que podem ser atingidas pelo vazamento devem ser retiradas do local, ou protegidas no próprio local conforme requerido pelas circunstâncias.

A existência de instrumentos de medição da concentração de cloro, e indicadores da direção de vento, pode fornecer rapidamente, informações importantes (por exemplo, a direção do gás emitido, rotas de fuga) que auxiliam a decidir se os empregados devem ser evacuados ou abrigados no local, e também sobre rotas de fuga adequadas.

Quando a evacuação das pessoas potencialmente expostas é necessária, elas devem se mover para um local atrás do ponto de vazamento e do sentido da pluma do gás vazado. Para a fuga em um período de tempo mais curto, de pessoas que já estejam em uma área contaminada, elas devem se movimentar na direção transversal ao vento. Locais mais elevados são preferíveis para a proteção das pessoas, uma vez que o cloro é mais pesado que o ar.

Quando as pessoas estiverem abrigadas dentro de um prédio selecionado, é necessário que todas as portas, janelas e outras aberturas sejam fechadas, e que o sistema de ar condicionado e outras entradas de ar sejam desligados. O pessoal deve ser conduzido para o local do prédio que esteja mais distante do vazamento.

É preciso tomar precauções para que o pessoal não seja posicionado em locais que não permitam acesso a uma rota de fuga. Uma posição segura pode se tornar perigosa em função da mudança da direção do vento. Novos vazamentos podem ocorrer ou o vazamento existente pode ficar maior.

Caso seja necessário avisar as autoridades, as seguintes informações devem ser fornecidas:

- Nome, endereço e telefone da empresa e o nome de uma ou mais pessoas de contato para outras informações;
- Descrição da emergência, informando o produto envolvido;
- Indicação de como chegar ao local;
- Tipo e tamanho do recipiente do produto envolvido;
- Medidas de controle que estão sendo empregadas; e
- Outras informações relevantes, como a existência de vitimas, as condições do tempo, etc.

Nos Estados Unidos há requisitos específicos nos regulamentos para a comunicação e relatório sobre vazamentos de produtos químicos. Outras recomendações sobre contatos com autoridades, em caso de vazamentos, estão descritas no Panfleto 64 (Referência 11.1).

5.3 ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS: INCÊNDIOS

Em caso de incêndio ou iminência do mesmo, os recipientes de cloro (cilindros, tanques de transporte) devem ser removidos para longe do fogo, se isto puder ser realizado com segurança. Se os recipientes não puderem ser removidos, e não apresentarem vazamentos, eles devem ser mantidos resfriados pela aplicação de água sobre os mesmos. Em caso de vazamentos de cloro observar as recomendações a seguir.

Não se deve aplicar água diretamente sobre um vazamento de cloro. O cloro e a água reagem formando ácidos, e o vazamento pode rapidamente se agravar. Entretanto, em um local de incêndio, onde houver vários recipientes, e alguns apresentarem vazamentos, pode ser prudente usar água para resfriamento dos recipientes, evitando o aumento excessivo da pressão interna daqueles recipientes que não estão vazando. Sempre que cilindros ou tanques de cloro forem expostos às chamas, é preciso aplicar água de resfriamento, mesmo depois do fogo ser extinto, até que os estes recipientes estejam completamente resfriados. Os cilindros e tanques de transporte expostos ao fogo devem ser isolados e o fornecedor de cloro deve ser contatado o mais rapidamente possível.

5.4 VAZAMENTOS DE CLORO: INFORMAÇÕES RELEVANTES

Geral

As instalações de cloro devem ser projetadas e operadas de forma a minimizar o risco de um vazamento de cloro. Entretanto, vazamentos acidentais de cloro podem ocorrer. Todos os efeitos destes possíveis vazamentos devem ser considerados.

Detecção de Vazamentos

Para a detecção de pequenos vazamentos, deve ser utilizada uma bisnaga (pequeno frasco plástico para borrifar) contendo solução de hidróxido de amônio a 26 graus *Baumé* (concentração de 30% em peso). Quando o aerossol de amônia é direcionado para o vazamento, uma nuvem branca é formada, indicando a fonte do vazamento. Se o frasco borrifador a ser utilizado possuir um tubo pescante, este deve ser cortado para que a solução seja borrifada apenas na forma de aerossol, e não na forma liquida. Deve se evitar o contato da solução de amônia com latão ou cobre. Os aparelhos eletrônicos portáteis de detecção de cloro também podem ser utilizados para encontrar os vazamentos. Se ocorrer um vazamento em um equipamento de processo ou tubulação, a transferência de cloro deve ser interrompida, o sistema deve ser despressurizado e os reparos necessários realizados.

Os vazamentos em torno das hastes das válvulas de cilindros e tanques de transporte de cloro, geralmente podem ser sanados com aperto da sobreposta da gaxeta. Se este aperto não interromper o vazamento, a válvula do cilindro ou tanque deve ser fechada. Os vazamentos na porca da gaxeta sempre cessam quando a válvula é fechada. Ver Panfletos 17, 49 e 66 do *Chlorine Institute* para mais detalhes (Referência 11.1). Se as medidas corretivas simples não forem suficientes, deve-se aplicar o *Kit* de Emergência do *Chlorine Institute*, e o fornecedor de cloro deve ser comunicado. Existe um tipo apropriado de *Kit* para cada tipo de recipiente: cilindros pequenos, cilindros grandes ou tanques de cloro. Ver Seção 5.8.

Área Atingida

A área atingida por um vazamento de cloro e a duração da exposição depende da quantidade total de cloro emitido, da vazão da emissão, da altura do ponto de vazamento, das condições climáticas e também da forma física do cloro que está vazando, isto é, se o produto vaza na forma líquida ou gasosa. Estes fatores são difíceis de ser avaliados em uma situação de emergência. A concentração do cloro vazado, na direção do vento, pode variar entre concentrações dificilmente detectadas até altas concentrações. O Panfleto 74 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) fornece informações sobre a área atingida para cenários específicos de vazamento de cloro.

Forma Física do Cloro Vazado

Geralmente o cloro é armazenado e transportado como um líquido sob pressão. Ao vazar o cloro líquido se expande, e ao evaporar alcança um volume em gás, que é aproximadamente 460 vezes maior que o volume líquido; por isso um vazamento de cloro líquido pode ter um efeito bem mais significativo na sua dispersão (na direção do vento) do que a de um vazamento gasoso.

Durante um vazamento, o cloro pode ser liberado na forma de gás, de liquido, ou ambas. Quando o cloro líquido ou gasoso, sob pressão, é liberado, a temperatura e a pressão no interior do recipiente irão abaixar, reduzindo, portanto, a vazão do vazamento.

Efeitos do Cloro ao Meio Ambiente

Vegetação

As plantas no caminho do cloro vazado podem ser danificadas. As folhas podem ser desbotadas e um escurecimento pode ocorrer devido a uma perda de clorofila. Plantas saudáveis, geralmente se recuperam com o tempo.

Animais

Os cuidados veterinários são necessários para a avaliação ou tratamentos para animais de estimação ou outros animais que apresentam sinais de irritação ou dificuldades respiratórias.

Vida Aquática

O cloro é apenas levemente solúvel na água e há pouca absorção do gás de uma nuvem de cloro vazado. Se o vazamento de cloro ocorrer de forma direta para o corpo de água, ele pode prejudicar as plantas e animais aquáticos até que ele se dissipe.

5.5 EMERGÊNCIAS NO TRANSPORTE DE CLORO

Toda empresa de transporte de cloro, bem como de produção, embalagem e distribuição de cloro deve possuir um número de telefone de emergência com atendimento nas 24 horas. Este número deve estar disponível para receber chamadas no caso de um evento de emergência envolvendo o cloro. Nos Estados Unidos e Canadá isto é requerido pelo *DOT* e *TC*. A Ficha de Emergência (ou a FISPQ, se for o caso de seu envio na documentação de transporte), fornecidas pelo expedidor, e que acompanha o transporte do produto deve conter a informação para contato. Esta informação também pode constar na nota de expedição do produto, em outros documentos de transporte, e no cilindro, tanque ou veículo de transporte.

Nota de Tradução: No Brasil é requerida que um Envelope e uma Ficha de Emergência acompanhem cada expedição de produto perigoso.

CHLOREP e PAM-ABICLOR

O Plano de Emergência para o Cloro *(CHLOREP)* foi estabelecido pelo *Chlorine Institute* em janeiro de 1973 como um amplo programa da indústria para melhorar a rapidez e eficiência no atendimento de emergência com cloro nos Estados Unidos e no Canadá. No Brasil, a indústria do cloro estabeleceu uma prática semelhante desde a década de 80, que foi oficializado em 2007 no Plano de Auxilio Mutuo (PAM-ABICLOR) estabelecido em 2007 pela Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados (Abiclor), e do qual participam diversas empresas associadas. O PAM-ABICLOR é aplicável também para os demais produtos do setor (a soda e potassa cáusticas, o ácido clorídrico e o hipoclorito de sódio).

O objetivo principal destes planos é o de minimizar o risco de danos causados por um vazamento real ou potencial de cloro durante emergências que possam ocorrer no transporte e nos locais de uso do cloro. O *CHLOREP* divide os Estados Unidos e o Canadá, e o PAM-ABICLOR divide o Brasil em regiões, e preveem que equipes de emergência treinadas, de empresas participantes, incluindo empresas especializadas contratadas, empresas produtoras, distribuidoras e consumidoras, estejam em alerta, para atendimento, do modo mais rapidamente possível os vazamentos reais ou eminentes de cloro.

No Brasil, quando de uma emergência com cloro, é comunicada à empresa do PAM-ABICLOR, mais próxima da ocorrência realiza os procedimentos iniciais, enquanto equipes das empresas responsáveis pelo produto e, pelo seu transporte deslocam-se até o local.

Nos Estados Unidos e Canadá, a comunicação do evento ao *CHLOREP* pode ocorrer através do *CHEMTREC* ou *CANUTEC*. No Brasil, a comunicação do evento à empresa do PAM-ABICLOR pode ocorrer através do Pró-Química (ABIQUIM), diretamente pelas de autoridades, ou empresas.

CHEMTREC, CANUTEC, SETIQ E PRÓ-QUÍMICA

Durante uma emergência com cloro, qualquer transportador, cliente ou autoridade civil pode entrar em contato com centrais de atendimento do *CHEMTREC* (Estados Unidos), *CANUTEC* (Canadá), *SETIQ* (México) ou PRÓ-QUÍMICA (Brasil) para fornecer e/ou obter informações básicas para o atendimento de emergência com cloro. Estas centrais de atendimento podem entrar em contato com grupos apropriados de atendimento mais próximos da ocorrência. Em muitos casos o incidente é atendido pelo expedidor do produto.

O *CHEMTREC* (Estados Unidos) pode prontamente entrar em contato com a equipe de atendimento como requerido.

O *CANUTEC* (Canadá) pode providenciar informação e participar da chamada da equipe de atendimento, que pode ser iniciada através do contato com uma pessoa que se encontra na cena do acidente.

O PRÓ-QUÍMICA (Brasil) pode fornecer informações sobre os produtos e orientações de precaução iniciais para pessoas que se encontram no local da ocorrência. Ele também pode também ajudar no aviso e fornecimento de informações às autoridades e empresas que devem atender a ocorrência

Nota de Tradução: O Pró-Química (Brasil) é um serviço de informação e comunicação implantado, em 1989, pela Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim). O PRÓ-QUÍMICA opera de forma ininterrupta, 24 horas por dia, todos os dias da semana, incluindo feriados e fins de semana. O seguinte número de telefone é disponibilizado para ligações gratuitas em todo o Brasil: **0800 11 8270.**

Tabela 5.1 – Contatos para Informações de Emergência		
Agência a Contatar	**País**	**Número de Telefone**
CHEMTREC	Estados Unidos Continental	1–800–424–9300
CHEMTREC	Alasca e Havaí	1–703–527–3887
CHEMTREC	Radio telefone da marinha	1–703–527–3887
CHEMTREC	Coleta de informações de qualquer lugar dos EUA	1–703–527–3887
CANUTEC	Canadá (recebimento de todas as chamadas)	1–613–996–6666
SETIQ	México	01–800–00214–00
SETIQ	México (fora do país)	011–55–5–5591588
PRÓ-QUÍMICA (Serviço de utilidade pública da indústria química)	Brasil (todo o país)	0800–11–8270

Atendimento de Emergência no Transporte

Se um vazamento de cloro ocorre em trânsito, medidas de emergência apropriadas devem ser tomadas o mais rapidamente possível.

Se um caminhão transportando cilindros de cloro sofrer um acidente e houver risco de incêndio, os cilindros devêm se possível, serem removidos do veiculo para uma distância segura.

Se um tanque de cloro a granel em um veículo rodoviário ou em um vagão ferroviário for envolvido em um acidente e ocorrer vazamento de cloro, os procedimentos apropriados de emergência devem ser adotados em conjunto com as autoridades locais. A liberação da via de trafego, ou da ferrovia não deve ocorrer até que sejam restabelecidas as condições seguras de trafego. Ver Seção 5.3 para ações a tomar em caso de incêndio.

As ações específicas a serem tomadas no atendimento de emergências podem variar. Alguns itens a considerar na ação incluem:

- É possível girar um cilindro grande, com segurança, para evitar vazamento do produto na fase líquida? A quantidade de cloro gerada por um vazamento de gás é muito menor que aquela gerada por um vazamento na fase líquida em furo de mesmo tamanho

- É possível reduzir, com segurança, a pressão do cilindro grande ou pequeno pela remoção do cloro na forma gasosa para um processo ou sistema de neutralização? (Ver as Seções 5.6 e 5.7)

- É possível movimentar, com segurança, o cilindro grande ou pequeno para um ponto isolado onde as consequências podem ser reduzidas?

- É possível aplicar, com segurança, o *Kit* de Emergência do *Chlorine Institute* projetado para a contenção do vazamento? (Ver Seção 5.8)

Um recipiente de cloro vazando não deve ser imerso ou jogado na água; o vazamento se agravará e o cilindro poderá flutuar quando ainda estiver parcialmente cheio de cloro líquido, permitindo a evolução de gás na superfície.

Não deve ser realizada a expedição normal de cilindros grandes ou pequenos, ou de um tanque em veículo rodoviário com vazamento, ou que tenha sido exposto ao fogo, esteja ele parcial ou totalmente cheio. Em certos casos (por exemplo, após uma emergência) as autoridades podem autorizar a expedição/transporte destes recipientes, o que deve ocorrer de forma segura. Nestes casos, preparações especiais são necessárias e o fornecedor de cloro deve ser previamente consultado.

5.6 VAZAMENTO DE CLORO EM LOCAL DE CONSUMO

Em complemento aos esforços de mitigação, deve considerado o seguinte:

- A melhor solução pode ser a de destinar o cloro para o processo normal de uso do produto. Se o processo de consumo não puder utilizar o cloro nas condições de emergência, um sistema de absorção de cloro auxiliar deve ser considerado.

- É preciso levar em conta que sistemas de consumo de cloro liquido a baixas vazões podem não reduzir a pressão no recipiente de cloro de forma significativa. Para reduzir a pressão no recipiente, o cloro deve ser removido na forma de gás. Ver a Seção 3.8.2.

5.7 SISTEMAS DE ABSORÇÃO DE CLORO

O cloro reage, e é bem absorvido por uma solução alcalina. A solução alcalina pode ser água misturada com hidróxido de sódio, ou carbonato de sódio, ou hidróxido de potássio. Para maiores informações consulte o fornecedor de cloro ou o Panfleto 89 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

5.8 *KITS* DE EMERGÊNCIA E RECIPIENTES DE RECUPERAÇÃO

Kits de Emergência

Os *kits* de Emergência do *Chlorine Institute* são projetados para conter a maioria dos vazamentos que possam ocorrer nos cilindros e tanques de cloro. Os seguintes *kits* são habitualmente utilizados.

- *Kit A* = para cilindros pequenos de 45 a 68 quilos (Ver Figura 5.1)
- *Kit B* = para cilindros grandes de 900 e 1000 quilos (Ver Figura 5.2)
- *Kit C* = para tanques de cloro em veículos rodoviários e vagões ferroviários (Ver Figura 5.3)

Figura 5.1 – Partes do *Kit A* de Emergência do *Chlorine Institute*

Figura 5.2 – Partes do *Kit B* de Emergência do *Chlorine Institute*

Figura 5.3 – Partes do *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute*

Os *kits* possuem instruções descrevendo cada passo de uso do dispositivo. As ferramentas e as peças necessárias para a aplicação estão inclusas no *kit*, mas os Equipamentos de Proteção Individual não são fornecidos com os *kits*. Os Panfletos *IB/A, IBI/B* e *IB/C* do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) fornecem informações detalhadas sobre estes *kits*.

Normalmente, os consumidores de cloro incorporam procedimentos para uso destes k*its* em seus planos de atendimento às emergências, bem como um programa de conservação e manutenção desses equipamentos. Outras informações sobre a utilidade, disponibilidade e aquisição de *kits*, seus componentes e ajuda áudio visual de treinamento estão disponíveis no *Chlorine Institute* ou nos fornecedores de cloro.

Nos locais de uso e armazenamento, bem como nos veículos de transporte, os *kits* de emergência apropriados devem estar disponíveis, guardados em locais que favoreçam a rapidez na ação. Pessoas treinadas na sua aplicação são imprescindíveis, incluindo aquelas de equipes externas, também previstos para atender emergências em que a utilização destes equipamentos for necessária.

Recipientes de Recuperação

Estes recipientes de recuperação são embalagens (invólucros) que estão disponíveis no mercado da América do Norte, e que são especialmente projetadas para conter, no seu interior um cilindro pequeno de cloro (Ver Figura 5.4). O cilindro que apresentar vazamento pode ser colocado dentro do recipiente de recuperação que é então fechado, e desta forma isola o cilindro e interrompe o vazamento para o ambiente. O cloro contido desta forma pode ser utilizado a partir do recipiente de recuperação que possui válvula para retirada do produto. Nota: Os recipientes de recuperação de cloro não utilizados no Brasil.

Figura 5.4 – Recipiente de Recuperação para Cilindro Pequeno

5.9 RELATÓRIO DE INCIDENTES: VAZAMENTOS DE CLORO

Nos Estados Unidos, diferentes agências governamentais exigem relatórios sobre vazamentos de cloro. Os produtores, transportadores e usuários de cloro daquele país devem conhecer quais os casos em que o relatório é requerido. O relatório é exigido no caso de vazamentos de cloro em quantidades superiores a 4,5 kg.

É recomendado que o registro e a análise das ocorrências de vazamentos de cloro sejam realizados por produtores, transportadores e usuários. No objetivo de evitar a repetição de fatos semelhantes. Neste mesmo objetivo, a disponibilidade de informações, sobre as causas de vazamentos e medidas de melhorias, para outras empresas também é desejável.

6 SEGURANÇA E TREINAMENTO DE EMPREGADOS

6.1 TREINAMENTO DE EMPREGADOS

A segurança no manuseio do cloro depende, em grande parte, da efetividade do treinamento dos trabalhadores, de instruções de segurança adequadas e do emprego apropriado do equipamento. É responsabilidade do empregador, treinar seus empregados e documentar cada treinamento como necessário e exigido pela regulamentação pertinente. É responsabilidade dos empregados, a execução dos procedimentos operacionais de maneira segura, e a utilização de equipamento de segurança fornecido.

O treinamento dos empregados deve incluir, mas não se limitar a:

- Instrução e cursos de atualização periódicos nas operações das instalações de cloro e no manuseio dos recipientes (tanques e cilindros) de cloro.

- Instruções sobre as propriedades e efeitos fisiológicos do cloro, incluindo as informações da FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) do cloro.

- A FISPQ de ser elaborada e disponibilizada pelo fornecedor de cloro.

- Instruções quanto à forma apropriada de relatar ás entidades competentes todas as falhas de equipamentos e operações, e os vazamentos de cloro.

A capacitação do pessoal deve também incluir instruções e exercícios simulados periódicos referentes à:

- Localização, utilidade e uso de equipamento de emergência para o cloro, equipamento contra incêndio, alarmes e equipamentos a serem acionados (como válvulas e interruptores) em paradas de trabalho em emergência.

- Aplicação dos *kits* de emergência do *Chlorine Institute*, que são parte dos equipamentos e do plano de emergência da instalação; podem incluir os *kits "A", "B"* ou *"C"* e o recipiente de recuperação.

- Localização, utilidade e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

- Localização, utilidade e uso de chuveiros de emergência e lava-olhos e dos pontos de água de emergência mais próximos.

- Localização, utilidade e uso de cada um dos equipamentos específicos para primeiros socorros.

6.2 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Disponibilidade e Uso

A exposição ao cloro pode ocorrer sempre que o cloro for manuseado, armazenado ou utilizado. Se o cloro é utilizado com frequência em diferentes locais, o equipamento de proteção individual deve estar disponível em cada um dos diferentes pontos de uso. O equipamento de proteção individual (EPI) para uso em emergência deve ser colocado em áreas afastadas dos prováveis locais de contaminação. O Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) fornece recomendações sobre os EPI apropriados para tarefas especificas, incluindo o carregamento e descarregamento, a desconexão de partes da instalação, a coleta de amostras e o atendimento às emergências.

Equipamento de Proteção Respiratória

O equipamento de proteção respiratória deve ser selecionado com base na avaliação de perigos e grau do potencial de exposição. A necessidade de proteção dos olhos na exposição ao cloro deve ser parte da avaliação de um equipamento respiratório apropriado. Ver Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Todo pessoal que adentrar nas áreas onde o cloro é armazenado ou manuseado deve portar ou ter disponível de forma imediata uma apropriada proteção respiratória.

A máscara autônoma de proteção respiratória (MAPR), com peça facial completa é necessária para tarefas nas quais o cloro pode estar presente, exceto quando uma amostragem do ar verifica que a concentração está em um nível menor, na qual uma proteção respiratória de mascara com filtro é suficiente.

Um programa de testes e manutenção regular dos equipamentos de proteção respiratória é necessário. Um programa de treinamento regular, e documentado, é requerido para assegurar a capacitação no uso de mascara autônoma de proteção respiratória. Nos Estados Unidos, isto é requerido pela *OSHA* na Parte 1910 do Título 29 do *CFR*.

Redução do Risco de Inalação de Cloro

Durante as atividades que possuem potencial para vazamento de cloro, como a desconexão de tubulação, busca de vazamento, conexão/desconexão de flexíveis e mangotes de cloro, tomada de amostras, carregamento e descarregamento, retorno de equipamento ao serviço com cloro, ou outras atividades de manutenção, atenção deve ser dada para assegurar que a proteção individual apropriada está implantada e mantida nas atividades. Para os trabalhadores diretamente envolvidos, os requisitos devem ser especificados para determinar os equipamentos de proteção individual para cada função (ou tarefa), associados às condições ou grau de exposição, e se apropriado, com a confirmação que as concentrações são menores que os limites de exposição permissíveis de exposição. As áreas adjacentes com potencial de impacto devem ser avaliadas quanto ao risco de exposição de pessoas não diretamente envolvidas. Atenção deve ser dada para limitar/restringir o acesso e para comunicar que a atividade é de alto risco por toda a área (avisos na área, fitas de isolamento, supervisão, etc).

6.3 ENTRADA EM ESPAÇOS CONFINADOS

Procedimentos apropriados devem ser implantados para o controle dos riscos de asfixia, intoxicação e lesão de trabalhadores. Estes procedimentos devem seguir boas práticas e os regulamentos aplicáveis. Nos Estados Unidos deve ser aplicado o padrão *OSHA*, Seção 1910.146 do Título 29 do *CFR*. Alguns lembretes sobre boas práticas são mostrados no quadro a seguir.

Lembretes para a Entrada em Espaço Confinado

- A avaliação dos riscos, a preparação prévia, e uma autorização escrita para entrada no espaço confinado devêm ser sempre realizadas.
- Qualquer pessoa que entrar no espaço confinado deve portar o equipamento de proteção respiratória e outros equipamentos de proteção apropriados.
- Os trabalhadores, no espaço confinado, devêm estar equipados com colete de segurança e cabo de resgate.
- Durante o tempo em que pessoas permanecerem no espaço confinado, deve existir uma pessoa, o tempo todo, do lado de fora, acompanhando a tarefa.
- Nenhuma pessoa deve entrar no espaço confinado para resgatar uma vitima sem portar o apropriado equipamento de proteção respiratória, o colete de resgate e o cabo de resgate. Deve existir pessoal de apoio quando da ação de resgate.
- Os requisitos dos regulamentos devem ser observados. Nos Estados Unidos, o padrão *OSHA*, Parte 1910.146 do Título 29 do *CFR*.

6.4 MONITORAMENTO DA EXPOSIÇÃO AO CLORO

A presença de cloro no ar é percebida mesmo quando a concentração é muito baixa. Embora isto seja um fato positivo para alertar as pessoas sobre presença do produto, o odor do cloro não é por si mesmo, um indicador adequado de concentração. Por isso, é essencial que, nos ambientes em que o cloro esteja presente no ar, que medidas quantitativas sejam realizadas para determinar a exposição de trabalhadores. Os valores limites de exposição são definidos em regulamentos de muitos países. Nos Estados Unidos eles constam do regulamento da *OSHA*, e no Brasil em normas regulamentadoras do MTE. Valores limites de exposição também são definidos pela *ACGIH* (Referência 11.4). A FISPQ do cloro, elaborada pelas empresas fabricantes incluem os valores limites.

7 ASPECTOS MÉDICOS E PRIMEIROS SOCORROS

7.1 PERIGOS À SAÚDE

O cloro gasoso é principalmente um irritante respiratório. Em baixas concentrações o cloro gasoso possui um odor similar ao da água sanitária. Na medida em que a concentração aumenta em relação ao nível de detecção pelo olfato, os sintomas do indivíduo também aumentam. Dependendo do nível de exposição ao cloro, os efeitos podem se tornar mais severos dias após o incidente. A vigilância cuidadosa dos indivíduos expostos deve ser parte do Programa de Controle Médico da Saúde Ocupacional.

A tabela a seguir é uma compilação de concentrações de exposição ao cloro e possíveis efeitos em humanos, com consideráveis variações entre indivíduos.

Tabela 7.1 – Exposição ao Cloro: Efeitos, Valores Limites Regulamentares e de Orientação.

Exposição (ppm)	Efeitos, Valores Limites Regulamentares e de Orientação
0,2 – 0,4	Percepção do odor (ocorre redução na capacidade de percepção no decorrer do tempo da exposição).
Menor que 0,5	Nenhum efeito crônico ou agudo conhecido.
0,5	*ACGIH TLV-TWA* (media ponderada para oito horas/dia) *NIOSH REL- (ceiling).*
0,8	MTE LT (*) (media ponderada para 48 horas/ semana).
1	*OSHA PEL (ceiling).* *ACGIH TLV-STEL* (15 minutos). *AIHA ERPG-1.*
1 – 3	Irritação branda da membrana mucosa, tolerada por até 1 hora.
2,4	MTE VT (*) (limite máximo; equivalente "*ceiling*").
3	*AIHA ERPG – 2.*
5 – 15	Irritação moderada do trato respiratório. O gás é bastante irritante, e é improvável que qualquer pessoa permaneça nesta exposição por mais que um breve tempo, exceto quando a pessoa está inconsciente ou impedida de fuga.
10	*NIOSH IDLH.*
20	*AIHA ERPG – 3.*
30	Imediata dor no peito, vômito, dispneia, tosse.
40 – 60	Pneumonite tóxica e edema pulmonar.
430	Exposição letal após 30 minutos.
1000	Fatal em poucos minutos.

Nota: Os valores apresentados na Tabela 7.1, que não são designados como *ACGIH*, *AIHA,* MTE, *NIOSH* ou *OSHA,* são valores do *Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning* (Toxicologia Médica: Diagnóstico e Tratamento de Envenenamento Humano), Ellenhron, M.J. and D.G. Barceloux, Eds., Elsevier, New York (1988). Pp. 878-879.

Nota de tradução: Os valores MTE referem-se aos valores limites no Brasil, estabelecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Definição de termos da Tabela 7.1:

ACGIH TLV-TWA	*Threshold Limit Value – Time Weighted Average* Valor Limite de Exposição – Média Ponderada pelo Tempo
ACGIH TLV-STEL	*Threshold Limit Value – Short Term Exposure Limit* Valor Limite de Exposição – Exposição de Curta Duração
AIHA ERPG	*Emergency Response Planning Guidelines* Valores Guias de Planejamento de Atendimento a Emergências. Valores Guias de concentração, desenvolvidos pela *AIHA*, com a intenção de fornecer estimativas de concentração para as quais pode ser considerada uma razoável observação antecipada dos efeitos adversos à saúde, como descrito nas definições *ERPG-1, ERPG-2 e ERPG-3.*
AIHA ERPG-1	A máxima concentração de uma substância no ar, abaixo da qual é considerado que praticamente todos os indivíduos podem ser expostos, por até uma hora e sentido não mais que efeitos adversos leves e transitórios, ou sem percepção claramente definida de odor insuportável.
AIHA ERPG-2	A máxima concentração de uma substância, abaixo da qual é considerado que praticamente todos os indivíduos podem ser expostos, por até uma hora sem experimentar ou desenvolver efeitos graves ou irreversíveis, ou sintomas que possam impedir a sua habilidade de adotar ações de proteção.
AIHA ERPG-3	A máxima concentração de uma substância, abaixo da qual é considerado que praticamente todos os indivíduos podem ser expostos, por até uma hora sem experimentar ou desenvolver efeitos à saúde que ameacem a vida.
MTE LT	Limite de Tolerância - Valor Limite de Exposição – Média Aritmética das Amostragens. (Brasil)
MTE VT	Valor Teto – Limite que não deve ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho (Brasil).
NIOSH REL-Ceiling	*Recommended Exposure Limit - Ceiling.* Valor Recomendado como Limite de Exposição – Valor Teto.
NIOSH IDLH	*Immediately Dangerous to Life and Health Concentration* (Concentração Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde) A concentração de uma substância no ar que pode causar efeitos adversos à saúde, ou impedir que um indivíduo tenha a capacidade de escapar da atmosfera perigosa. Valores baseados em uma exposição de 30 minutos.
OSHA PEL-Ceiling	*Permissible Exposure Limit – Ceiling.* Valor Limite de Exposição Permitida – Valor Teto.

Toxicidade Aguda

Os efeitos tóxicos do cloro são devido às suas propriedades corrosivas. O cloro é removido principalmente pelas vias aéreas superiores. A exposição a baixas concentrações de cloro pode causar irritação nasal, das membranas mucosas do trato respiratório e dos olhos (ardor, desconforto, piscar intermitente, vermelhidão, conjuntivite e irritação). Com o aumento das concentrações, há um aumento do efeito irritante no trato respiratório superior e inferior manifestado através de tosse e eventual dificuldade de respiração. A inalação do gás cloro superior a 15 ppm pode levar a uma dificuldade respiratória associada a uma constrição das vias aéreas e acúmulo de fluido nos pulmões (edema pulmonar).

À medida que a duração da exposição e/ou a concentração aumentam, o indivíduo afetado pode desenvolver uma imediata respiração ligeira, chiado, roncos no peito, ou hemoptise (expectoração sanguínea). Em casos extremos, a dificuldade de respiração pode progredir ao óbito por colapso cardiovascular de falha respiratória. Um indivíduo exposto com problema respiratório pré-existente pode apresentar resposta exacerbada.

Toxicidade Crônica

A maioria dos estudos não indica uma relação significativa entre efeitos adversos à saúde e exposição crônica a baixas concentrações de cloro. Entretanto, em 1983, o estudo Finlandês desenvolvido por *Grenquist-Norden, B. – Institute of Occupational Health* (Instituto de Saúde Ocupacional), mostrou (páginas 1 a 83) um aumento de tosses crônicas e uma tendência à hipersecreção da mucosa entre trabalhadores. Entretanto, estes trabalhadores não mostraram nenhuma anormalidade na função pulmonar durante a realização de testes e na avaliação de radiografias de tórax.

Contato com os Olhos e com a Pele

O cloro líquido em contato com os olhos pode causar graves queimaduras térmicas e/ou queimaduras térmicas. O contato prolongado do cloro gasoso, a baixas concentrações, com os olhos pode causar irritação, e a altas concentrações ele pode causar sérias lesões. Cuidados precisam ser tomados quando da escolha de equipamentos de proteção respiratória. O tipo escolhido deve evitar ou limitar a exposição dos olhos. O contato com a pele pode causar queimaduras químicas ou térmicas (devido ao resfriamento provocado na pele).

7.2 PRIMEIROS SOCORROS

Os primeiros socorros são as ações de tratamento imediato dado a um indivíduo exposto ao produto, antes que o serviço de um médico seja providenciado. A pronta ação é essencial. Tranqüilizar a vítima pode ajudar a aliviar a sua ansiedade. A assistência médica deve ser obtida o mais rapidamente possível. Nunca administrar nada por via oral a uma pessoa inconsciente ou que esteja com convulsões.

Se o cloro saturou as vestimentas ou a pele de uma pessoa exposta, a descontaminação deve ser realizada através da remoção das vestimentas e uma ducha, como recomendado na FISPQ.

O pessoal que presta os primeiros socorros deve adotar as precauções necessárias para a proteção de si mesmas na exposição ao cloro, enquanto, de forma apropriada, retiram a vitima da área contaminada e prestam os primeiros socorros.

O Panfleto 63 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) contém guias detalhados sobre a exposição ao cloro, incluindo:

- Inalação
- Assistência Respiratória
- Administração de Oxigênio
- Contato com a Pele
- Contato com os Olhos
- Gerenciamento Médico da Exposição ao Cloro
- Efeitos Retardados com Relação à Exposição

Um breve resumo dos pontos chaves sobre os primeiros socorros é descrito a seguir:

Inalação

Um indivíduo que tenha inalado o cloro deve ser submetido, pelo prestador dos primeiros socorros, a uma avaliação de suas vias aéreas, respiração e circulação. Se as vias respiratórias estiverem obstruídas, a obstrução deve ser removida. Se a respiração tiver aparentemente cessado, a vítima deve ser submetida à ressuscitação cardiopulmonar imediatamente. Se a respiração não cessou, o indivíduo exposto deve ser colocado em posição confortável. Nos casos mais sérios, a pessoa deve sentar em posição vertical com a cabeça e tronco elevados na posição de 45-60 graus (a menos que exista alguma contraindicação médica). Ela deve ser orientada para, lentamente respirar fundo.

Historicamente, a terapia de oxigênio tem sido considerada o principal tratamento para inalações de cloro. A terapia utilizando o oxigênio pode não ser necessária em todos os casos de inalação com cloro. Entretanto, em qualquer caso em que um indivíduo que inalou cloro continue sintomático, após deixar a área de exposição, a terapia de oxigênio é recomendada. O oxigênio deve ser administrado pelos atendentes de primeiros socorros (socorristas) treinados no uso do equipamento especifico de oxigênio. O oxigênio umidificado é o preferido porque a umidade suaviza a irritação das mucosas causada pelo cloro. O oxigênio sem a umidade pode ter um efeito secante e por isto, pode agravar os sintomas de irritação. No entanto, caso o oxigênio úmido não esteja disponível, o oxigênio sem umidade deve ser usado, caso a terapia com oxigênio seja indicada.

O equipamento adequado para administração de oxigênio e o pessoal treinado no seu uso devem estar disponíveis na planta ou em instalação próxima. Estes equipamentos devem ser periodicamente testados.

A inalação de qualquer gás irritante pode levar a reações retardadas, tais como o edema pulmonar. Visto que esforços físicos parecem ter alguma relação com a incidência de reações retardadas, é recomendado que qualquer paciente, que tenha sido exposta de forma séria à inalação de cloro, seja mantida em repouso por um período de observação. Substâncias irritantes (fumaça de cigarro, poeiras, etc.) devem ser evitadas no período de observação. O prazo de observação depende da avaliação clínica do indivíduo exposto.

Contato com a Pele

Caso o cloro líquido tenha contaminado a pele ou vestimentas, um chuveiro de emergência deve ser usado imediatamente e as vestimentas contaminadas devem ser removidas enquanto o indivíduo estiver debaixo do chuveiro. A pele contaminada deve ser lavada com grandes quantidades de água morna por 15 minutos ou mais. Não deve ser aplicado nenhum produto, com a intenção de neutralizar, ou qualquer unguento ou pomada na pele lesada. A ajuda de um serviço medido qualificado deve ser procurada se, após a pele ter sido lavada, a irritação persiste ou se a região atingida apresentar rachaduras ou bolhas.

Contato com os Olhos

Caso os olhos tenham sido expostos ao cloro líquido, ou sofrido uma irritação grave devido à exposição a altas concentrações de cloro gasoso, eles devem ser lavados imediatamente com grandes quantidades de água morna por ao menos 15 minutos. Não deve feita nenhuma tentativa de neutralização com produtos químicos. A assistência médica deve ser obtida o mais rápido possível. Se esta assistência não estiver disponível de imediato, os olhos devem ser lavados continuamente por um segundo período de 15 minutos.

7.3 VIGILÂNCIA MÉDICA

O *Chlorine Institute* recomenda que, as plantas que produzem, utilizam ou manuseiam o cloro, mantenham um programa de vigilância médica que inclua exames na admissão e periódicos para os trabalhadores que estejam potencialmente expostos ao cloro, a concentrações iguais ou maiores que os valores guias do *ACGIH*® de *TWA* (média ponderada pelo tempo) de 0,5 ppm ou *STEL* (exposição de curta duração) de 1 ppm. Informações adicionais sobre um programa de vigilância médica podem ser encontradas no Panfleto 63 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

8 PROJETOS DE ENGENHARIA E MANUTENÇÃO

8.1 ESTRUTURAS

Prédios e estruturas para abrigar equipamentos ou recipientes de cloro devem estar em conformidade com os regulamentos e com os códigos locais de construção e de proteção contra incêndio. Qualquer edifício utilizado para abrigar equipamentos e recipientes de cloro deve ser projetado e construído de forma a proteger do sistema cloro dos perigos. Se materiais inflamáveis forem armazenados ou utilizados no mesmo prédio, então uma parede corta-fogo deverá ser construída para separar as duas áreas. É recomendada a construção utilizando materiais que não sejam combustíveis.

Existem no mercado equipamentos de monitoramento de cloro que continuamente coletam amostras do ar e detectam a presença do produto no ar. Estes equipamentos devem ser considerados para uso em qualquer área de armazenamento ou de operação onde possa haver emissões de cloro. Para informações mais detalhadas ver o Panfleto 73 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

São necessárias pelo menos duas saídas separadas nas salas ou edifícios onde o cloro é armazenado, manuseado ou usado. As portas de saída não devem ser trancadas e devem abrir para fora. As plataformas devem ser projetadas para facilitar a saída e duas ou mais escadas de degraus ou do tipo marinheiro de acesso devem ser consideradas. As estruturas de aço devem ser protegidas contra corrosão.

8.2 VENTILAÇÃO

Os requisitos de ventilação devem ser definidos para cada local com base nas suas características específicas.

Geral

Os sistemas de ventilação de edifícios devem fornecer ar fresco para a operação normal e o projeto deve levar em conta a possibilidade de vazamento de cloro. Em alguns casos, a ventilação natural pode ser adequada; em outros casos, sistemas de ventilação mecânica devem ser instalados. As medidas de proteção devem existir no local de modo a assegurar que pessoas, sem o equipamento apropriado de proteção, não permaneçam, ou não adentrem os edifícios em que há cloro devido aos riscos dos vazamentos. Todos os sistemas de ventilação de edifícios que abrigam equipamentos ou recipientes com cloro devem estar em conformidade com os códigos de construção aplicáveis. Como boa prática de engenharia, também as recomendações da *American Conference of Governmental Hygienists Industrial – ACGIH* (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais) devem ser consideradas. Ver Referência 11.4.2.

Aberturas de Ar

O cloro gás é mais pesado do que o ar e tem uma tendência a se acumular no nível do solo. A saída de exaustão de ar deve estar localizada no, ou próximo do nível do chão. Uma quantidade de ar elevada deve entrar no edifício e assegurar uma ventilação apropriada nas diferentes partes do ambiente. Para isto pode ser necessária à instalação de múltiplas entradas de ar fresco e ventiladores. No caso de uso de ventiladores, as chaves para o seu acionamento e parada devem estar posicionadas em local afastado e seguro.

Alternativamente, pode ser mais conveniente manter uma pressão positiva em um edifício com ar fresco, e exaurir o ar contaminado através de saídas no nível do chão.

Aquecimento

O edifício onde se encontra o equipamento de alimentação do clorador deve ser mantido à temperatura ambiente normal, para facilitar a vazão de saída de cloro de cilindros. As temperaturas elevadas devem ser evitadas para evitar um vazamento de cloro devido a possível fusão do bujão-fusível dos cilindros de cloro.

8.3 MATERIAL PARA EQUIPAMENTOS DE PROCESSO

Os materiais de construção para o manuseio de cloro seco e de cloro úmido são muito diferentes. A temperatura também é um aspecto importante na seleção do material. Ver Panfletos 6. 100 e 164 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Geral

O cloro líquido comercial contém somente traços de impurezas e é seco o bastante para ser manuseado em equipamentos de aço carbono. No processo de fabricação e de uso do cloro devem ser consideradas certas propriedades do cloro quando da escolha dos materiais de construção.

Água no Cloro

O cloro úmido pode ser manuseado de forma segura com o uso de uma variedade de materiais que são escolhidos de modo a estarem adequados às condições de processo. Alguns materiais, como o titânio, são adequados para o cloro úmido, mas não deve ser utilizado para o cloro seco. O titânio reage violentamente com o cloro seco. O titânio é um material seguro para uso em serviço com cloro úmido quando a concentração de água no vapor de cloro é suficiente para apassivar o titânio metálico. Isto depende da temperatura, e pressão total do sistema. O Panfleto 164 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) permite determinar as condições seguras para o uso do titânio de forma segura no serviço com cloro úmido.

Temperatura

O aço carbono empregado no manuseio do cloro seco deve ser mantido dentro de determinados limites de temperatura. Caso as temperaturas do processo excedam 149ºC (300ºF), deve ser empregado um material mais resistente à corrosão a altas temperaturas, que o aço carbono. Acima de 149ºC (300ºF), o cloro ataca rapidamente e provoca a ignição do aço. As impurezas presentes no cloro, ou uma grande área superficial podem diminuir significativamente a temperatura de autoignição do cloro e aço.

Há também a possibilidade de ocorrer fraturas por fragilidade em determinados equipamentos de processamento do cloro e nos tanques de estocagem em função de baixas temperaturas. Quando for caso, deve ser utilizado um tipo de aço que resista à temperatura mais baixa prevista para o processo.

Materiais Alternativos

Os materiais de construção devem ser selecionados de modo a proteger as instalações das substâncias que são corrosivas ou perigosas que estão presentes no processo de fabricação. Diversos produtos químicos estão habitualmente presentes nos processos de produção de cloro. Dentre eles se incluem o hidrogênio, o ácido sulfúrico, o mercúrio, certos saís, oxigênio e outros produtos gerados pela reação com o cloro.

8.4 EVAPORADORES

Sistemas de alimentação de cloro gasoso de alta capacidade podem necessitar de um evaporador (vaporizador) de cloro. Os evaporadores são projetados para converter o cloro líquido para cloro gasoso. Para fornecer o calor necessário à evaporação é utilizado o vapor ou a água quente na camisa do evaporador. O controle da temperatura é crítico. É necessário que os evaporadores possuam um dispositivo de alívio de pressão, que consiste de uma válvula de segurança com um disco de ruptura. Especial atenção deve ser dada ao projeto e à operação destes sistemas. Alguns exemplos de uma disciplina operacional prudente são: a manutenção da fonte de calor mantida abaixo de 121ºC (250ºF) para evitar possíveis reações do cloro com o aço; o controle da concentração de NCl_3; e o monitoramento de condensados em relação a vazamentos de cloro. A limpeza periódica é necessária e as recomendações do fabricante devem ser seguidas. Ver Panfleto 9 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para informações mais detalhadas sobre o projeto e operação do evaporador.

8.5 EQUIPAMENTOS BASICOS

Geral

No projeto de equipamentos utilizados no serviço com cloro seco ou cloro úmido devem ser selecionados materiais de construção apropriados. Muitos equipamentos utilizados nos serviços com cloro devem atender códigos e regulamentos específicos. Nos Estados Unidos, isto inclui, por exemplo, os *padrões ANSI, API, ASME* e *TEMA*, e o regulamento da *OSHA*. No Brasil, dentre os regulamentos a serem observados se encontra a Norma Regulmentadora – NR 13 do MTE.

Vasos

Os materiais de construção dos vasos empregados em serviço com cloro úmido incluem os revestimentos plásticos, revestimentos com borracha, poliéster reforçado e titânio. Para os vasos empregados em serviço com cloro seco, geralmente é empregado o aço carbono.

Nos Estados Unidos, o padrão mínimo para a fabricação de vasos de metal, operados a pressão acima de 1,05 kgf/cm^2 manométrico *(15 psig)* é o Código *ASME* para vasos de pressão (Referência 11.5.1). Para vasos que operam a pressões abaixo de 1,05 kgf/cm^2 manométrico *(15 psig)* não há requisitos no Código *ASME*, mas estes equipamentos devem ser projetados de acordo com especificações dos fabricantes. Vasos que trabalham a vácuo necessitam de projetos especiais para evitar colapso. No Brasil, o projeto e construção destes equipamentos devem atender os regulamentos nacionais, particularmente a Norma Regulamentadora 13 citada anteriormente. [VER INCLUSÃO DA NR-13 EM REFERÊNCIA]

Trocadores de Calor

Nos Estados Unidos, os trocadores de calor devem ser projetados e fabricados em conformidade com o padrão *TEMA* e com os códigos e classificações de material da *ASME*. O titânio é habitualmente escolhido para serviço em cloro úmido e o aço carbono normalmente é utilizado para o cloro seco.

É importante assegurar que os trocadores de calor, antes de iniciar serviço, sejam limpos e preparados para serviço com cloro. A reação do cloro com lubrificantes ou outros produtos orgânicos possui um potencial perigo para fogo. Ver o Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para detalhes sobre “Preparação e Uso”.

Bombas

As bombas para serviços no setor cloro-álcalis são construídas com uma vasta gama de materiais. Os fornecedores destas bombas devem ser consultados sobre as alternativas para projeto e uso, como, por exemplo, o aço revestido de plástico ou de borracha, poliéster reforçado e titânio.

As bombas para uso em cloro líquido são itens especiais, particularmente em relação aos riscos a serem considerados e gerenciados. Como para todo equipamento de rotação em serviço com cloro líquido, uma abrasão pode resultar em fogo e subsequente vazamento de cloro. Um apropriado sistema de intertravamento/desligamento deve ser implantado para reduzir este risco.

Compressores e Ventiladores

Os compressores utilizados em serviço com cloro seco incluem os tipos centrifugo não lubrificado, e de selagem com anel líquido (ácido sulfúrico). Nos Estados Unidos, os compressores e ventiladores devem ser construídos de acordo com o Código *ASME* e com adequadas especificações do fornecedor. O uso alumínio, o cobre e as ligas de cobre devem ser evitados.

Como para todo equipamento de rotação em serviço com cloro líquido, uma abrasão pode resultar em fogo e subsequente vazamento de cloro. A temperatura de descarga deve ser projetada e gerenciada para assegurar que a metalurgia do equipamento não seja excedida.

Os ventiladores algumas vezes são utilizados para elevar a pressão ou para movimentar o cloro gasoso em sistemas de degasagem ou absorção de cloro. Quando em serviço úmido, os materiais habitualmente utilizados são os revestimentos de plástico, ou de borracha, o poliéster reforçado e o titânio. Se empregado em serviço com cloro seco, o aço carbono é normalmente empregado.

Sistemas Absorvedores de Cloro Gasoso *(Chlorine Scrubbing Systems)*

Embora o uso de sistemas absorvedores de cloro gasoso seja um meio efetivo de absorção do cloro, a necessidade destes sistemas deve estar baseada em uma avaliação especifica dos perigos do local. A avaliação deve considerar fatores tais como, a quantidade de cloro na planta, a probabilidade de vazamento e as consequências de um vazamento. O projeto de um sistema de absorção de cloro depende da quantidade de cloro a ser absorvida, da vazão do gás através do sistema e da solução de absorção utilizada. Ver Panfleto 89 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

8.6 TUBULAÇÕES PARA CLORO SECO

As tubulações consideradas nesta seção se referem somente àquelas que são tubulações fixas, instaladas acima do solo. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Materiais

Em geral, para o manuseio do cloro seco, é recomendado o uso de tubulações em aço carbono sem costura *(ASTM A106 Grade B Schedule 80)*, quando a variação da temperatura de serviço se situa entre –29ºC e 149ºC (–29ºC e 149ºF). O aço inoxidável, da série 300, possui propriedades convenientes para serviços a baixas temperaturas, mas pode falhar devido à corrosão e trinca do material por fadiga devida ao cloreto, particularmente em presença de umidade ambiente ou às temperaturas elevadas. Certos materiais de tubulações, incluindo o titânio, alumínio, ouro e estanho, não podem ser utilizados com o cloro seco.

Alguns materiais plásticos podem ser utilizados, em certas condições; ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Tubulações de plástico podem tornar-se quebradiças em serviços com cloro e possuem um limitado tempo de serviço. Recomenda-se a realização de inspeções e troca periódica.

Projeto e Instalação

Projeto Geral

No traçado das tubulações, deve-se preferir distâncias mais curtas praticáveis, levando em conta no projeto, a flexibilidade, expansão necessária para as linhas e outras boas práticas de engenharia. Os sistemas de tubulação devem ser suportados de forma apropriada, com inclinações para permitir a drenagem, e os pontos baixos devem ser minimizados. As tubulações de cloro não devem ser instaladas próximo de linhas de vapor, de ácidos e outras que possam causar a corrosão na tubulação de cloro. A tubulação de cloro deve estar protegida contra todos os riscos de calor excessivo ou fogo.

As inspeções periódicas e reposições apropriadas de componentes são recomendadas para qualquer sistema de tubulação de cloro em serviço.

Para informações mais detalhadas sobre a seleção de materiais e projeto geral, ver o Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Os tópicos a serem considerados no projeto de tubulações e que estão inclusos no Panfleto 6, incluem:

- Expansão de líquido - O cloro líquido possui um alto coeficiente de expansão térmica. Ver Figura 10.2. Se o cloro líquido ficar confinado entre duas válvulas, um aumento na temperatura do líquido confinado resultará em pressões potencialmente elevadas que levam à ruptura da tubulação. Os riscos de possível ruptura devem ser considerados no projeto de qualquer sistema de tubulação. A proteção da tubulação pode ser uma câmara de expansão adequadamente projetada e operada e mantida; uma válvula de alívio de pressão; ou um disco de ruptura.

- Condensação - A condensação ou re-liquefação do cloro pode ocorrer nas tubulações de cloro gás que passem por áreas onde a temperatura esteja abaixo do equilíbrio temperatura-pressão, indicado na curva da pressão de vapor (Figura 10.1). A condensação geralmente pode ser evitada pelo uso de uma válvula de redução de pressão, ou pelo traçagem de aquecimento e isolamento térmico da tubulação. Qualquer instalação de traçagem da tubulação deve ser projetada de forma que a temperatura da superfície da tubulação não exceda 149°C (300ºF), para limitar a possibilidade de uma reação entre o cloro e o aço carbono.

- Instalação - As junções dos tubos de cloro podem ser flangeadas, rosqueadas ou soldadas, dependendo das dimensões do tubo. No projeto das tubulações deve-se prever o menor número possível de conexões flangeadas ou rosqueadas. Se forem usadas conexões rosqueadas, deve-se tomar muito cuidado para que as roscas estejam sempre limpas e afiadas.

  Antes de cortar ou soldar sobre uma tubulação de cloro, deve ser constatado que o sistema está livre de cloro. O cloro seco pode alimentar a combustão do aço carbono, níquel e outros materiais.

  - Traçado da linha
  - Válvulas
  - Inspeção e manutenção
  - Outros componentes
  - Preparação do sistema para uso

Preparação das Tubulações para Uso

Limpeza

Todas as partes de uma tubulação nova devem ser limpas antes do uso porque o cloro pode reagir violentamente com óleo de corte, graxa e outros materiais estranhos. A limpeza não deve ser feita com hidrocarbonetos ou álcoois, visto que o cloro pode reagir violentamente com estes e outros solventes. As válvulas novas ou outros equipamentos que sejam recebidos em uma condição gordurosa devem ser desmontados e limpos antes do uso. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Teste de Pressão

As tubulações novas de cloro devem ser testadas de acordo com um dos métodos recomendados no Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). Os componentes que podem ser danificados durante os testes devem ser removidos ou bloqueados. Após os testes, todas as juntas de vedação e gaxetas das válvulas devem ser substituídas. É essencial que os sistemas de cloro estejam secos, conforme descrito a seguir, antes de serem colocadas em serviço.

Secagem

Os sistemas de tubulação de cloro, novos ou em manutenção, devem sempre ser secados antes do uso. Mesmo que água não tenha sido introduzida propositadamente no sistema, para realização de teste hidrostático ou limpeza, a secagem ainda assim é necessária devido à entrada de umidade da atmosfera ou de outras fontes.

A secagem pode ser facilitada à medida que o sistema é limpo passando-se vapor através das linhas, a partir da extremidade mais alta, até que as linhas estejam aquecidas. Enquanto se passa o vapor, os condensados e os materiais estranhos são drenados para fora do sistema. O suprimento de vapor deve então ser desconectado e todos os bolsões e pontos baixos da linha devem ser drenados. Enquanto a linha ainda estiver aquecida, o ar seco ou um gás inerte (por exemplo, o nitrogênio) com ponto de orvalho de –40º C (–40ºF), ou menor, deve ser passado através dela até que o gás da saída também esteja com ponto de orvalho igual ou menor que –40º C (–40ºF) ou menor.

Se o sistema de vapor ou de ar/gás inerte seco não está disponível (durante a montagem), como parte dos procedimentos de construção, uma particular atenção deve dada em relação à limpeza das secções de tubulação e outros equipamentos antes da montagem, e uma inspeção cuidadosa é necessária. Quando o sistema estiver todo montado, deve ser providenciado ar ou nitrogênio seco em cilindros, e a realização da purga do sistema até que o ar ou gás, na sua descarga, esteja com ponto de orvalho igual ou menor que –40º C (–40ºF) ou menor.

Teste de Vazamento

Após a secagem, o sistema deve ser testado quanto a vazamentos, utilizando-se ar seco ou nitrogênio. Uma solução de sabão deve ser utilizada para testar se há vazamentos nas juntas de vedação das tubulações. O cloro gás pode então ser gradualmente introduzido e o sistema deve ser testado novamente quanto a vazamentos, utilizando-se solução de hidróxido de amônio a 20ºo *Baumé* (30% de hidróxido de amônio em água). Deve ser observado que o cloro esteja distribuído por todo o sistema de tubulação antes de realizar o teste de vazamento. Se for necessário realizar reparos com soldas, elas nunca devêm ser iniciadas até que todo o cloro tenha sido retirado do sistema. Quando os vazamentos estiverem sanados, a linha deverá ser novamente testada.

8.7 TUBULAÇÕES PARA CLORO ÚMIDO

O cloro úmido é muito corrosivo para todos os materiais metálicos de construção mais comuns. Os materiais devem ser selecionados com cuidado.

Para trabalhos em baixas pressões, os equipamentos para o cloro úmido podem ser de porcelana, vidro ou cerâmica, ou construídos com certas ligas.

Também a borracha dura, o cloreto de polivinila não plastificado, o poliéster reforçado com fibra de vidro, o cloreto ou o fluoreto de polivinilideno e as resinas de fluorcarbono completamente halogenados, tem sido utilizados com sucesso.

Para pressões altas, devem ser utilizadas tubulações metálicas revestidas ou tubulações metálicas compatíveis com o cloro úmido.

O Hastelloy C®, o titânio e o tântalo são alguns dos materiais que podem ser utilizados.

O titânio, somente pode ser utilizado com cloro suficientemente úmido, mas não pode ser usado com cloro seco em nenhuma hipótese, pois o metal queima espontaneamente ao entrar em contato com o cloro seco.

O tântalo é compatível tanto com o cloro úmido como com o cloro seco, às temperaturas inferiores a 149°C (300ºF).

8.8 TANQUES ESTACIONÁRIOS

Os consumidores que recebem cloro a granel transportado em tanques rodoviário ou ferroviário, ou em barcaças, podem necessitar de tanques estacionários. Os tanques devem ser adequadamente projetados e operados, e serem inspecionados periodicamente, de acordo com requisitos regulamentares e as recomendações do Panfleto 5 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Um tanque não deve ser cheio além de sua capacidade de enchimento permitida para o cloro; isto porque o cloro líquido se expandirá à medida que se aquecer. Nas temperaturas normais de armazenamento, a expansão térmica do cloro é alta e, se não houver espaço no tanque para a expansão, a pressão hidrostática pode aumentar até causar a sua ruptura. A quantidade máxima de cloro no tanque estacionário deve ser estabelecida segundo a definição da capacidade de enchimento, descrita na Seção 2.5.11.

8.9 MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Geral

Todas as tubulações e equipamentos de cloro devem ser regularmente inspecionados cuidadosamente. As inspeções podem ser realizadas com emprego de medições de espessura por ultrassom, ensaios por líquidos penetrantes, radiografias e outros ensaios não destrutivos. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

A manutenção de tanques e equipamentos de cloro deve ser realizada por pessoal capacitado. Todas as precauções, referentes à educação sobre segurança, equipamentos de proteção, perigos para a saúde e perigos de incêndio, devem ser discutidas e compreendidas. O pessoal não deve se arriscar realizar manutenção em tubulações ou equipamentos de cloro, enquanto estes estiverem em operação. Antes da realização da manutenção do sistema, os tanques, as tubulações e outros equipamentos devem ser limpos com ar ou nitrogênio seco. Todas as modificações significativas de tubulações ou processo devem ser realizadas segundo um Procedimento de Gerenciamento de Modificações (PGM) que habitualmente é parte do Programa de Gerenciamento de Segurança de Processo (GSP). Nos Estados Unidos, o regulamento *OSHA Process Safety Management (PSM)* inclui orientações para estabelecer um PGM.

A descontaminação é especialmente importante quando operações de corte ou soldagem são realizadas, porque o ferro e o aço podem entrar em ignição quando do contato com o cloro a temperatura superior a 149ºC (300ºF). Ver Panfleto 164 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). É essencial, para prevenir a corrosão, que a secagem imediata seja realizada nas tubulações e nos demais equipamentos que tenham sido abertos, ou nos quais a água foi introduzida para a limpeza ou reparos.

A limpeza de tubulações e outros equipamentos é tratada no Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

Entrada em Tanques

A inspeção, limpeza e manutenção de tanques de cloro são discutidas no Panfleto 5 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1). A entrada no tanque para a realização deste trabalho é uma entrada em espaço confinado. Isto requer procedimentos bem definidos de preparação para a entrada e para a realização do trabalho em espaços confinados e a supervisão. A Seção 6.3 traz mais detalhes. Nos Estados Unidos a *OSHA* estabeleceu regulamentos específicos aplicáveis à entrada em espaços confinados. Estes regulamentos devem ser totalmente entendidos e seguidos. Ver padrão *OSHA* – Parte 1910.146 do Título 29 do *CFR*.

8.10 NEUTRALIZAÇÃO DO CLORO

Quando um processo de cloro envolve o descarte de cloro residual, procedimentos específicos são necessários para esta operação. Todos os regulamentos sobre segurança e saúde e sobre a proteção do meio ambiente devem ser seguidos. Deve existir um sistema para neutralizar qualquer cloro degasado *(vented)* na preparação de uma instalação para manutenção ou devido a uma perturbação de processo, como por exemplo, uma falha súbita de um compressor de cloro, os acertos na partida de um circuito ou uma parada brusca de um sistema de manuseio de cloro gasoso.

A neutralização do cloro é habitualmente realizada através da reação do cloro com uma solução de hidróxido de sódio ou, em certas situações, com outros produtos alcalinos. A realização pode ser realizada em um tanque ou em uma torre de absorção *(scrubber)* projetada de forma apropriada. A concentração da solução de hidróxido de sódio deve ser menor que 20% para evitar a precipitação de cristais de cloreto de sódio e calor excessivo. Ver o Panfleto 89 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para mais informações.

9 REGULAMENTOS E CÓDIGOS DOS ESTADOS UNIDOS

O propósito desta Seção é fornecer a titulo ilustrativo uma lista de alguns regulamentos que se aplicam à produção, armazenamento, embalagem, distribuição e utilização de cloro nos Estados Unidos. Não há intenção de abranger todos os regulamentos que se aplicam ao cloro.

Também são fornecidas informações sobre alguns códigos de incêndio, que também devem ser observados na produção, distribuição e utilização de cloro.

Nota de tradução: Na versão traduzida estão inclusos títulos específicos constantes nos regulamentos dos Estados Unidos

9.1 OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH REGULATIONS – 29 CFR PARTS 1904 AND 1910

Regulamentos sobre a Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional – Partes 1904 e 1910 do Título 29 do Código de Regulamentação Federal.

Recording and Reporting Occupational Injuries and Illnesses (Part 1904).
Registro e Relatório de Acidentes no Trabalho e Doenças Ocupacionais.

9.1.1 *Exit Routes, Emergency Action Plans, and Fire Prevention Plans (1910 Subpart E).*
Rotas de Fuga, Planos de Atendimento às Emergências, e Planos de Prevenção a Incêndios.

9.1.2 *Emergency Action Plans (Section 1910.38).*
Planos de Atendimento às Emergências.

9.1.3 *Occupational Health and Environment Control (1910 Subpart G).*
Controle da Saúde Ocupacional e do Ambiente de Trabalho.

9.1.4 *Occupational Noise Exposure (Section 1910.95).*
Exposição Ocupacional ao Ruído.

9.1.5 *Hazardous Materials (1910 Subpart H*).
Produtos Perigosos.

9.1.6 *Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals (Section 1910.119).*
Gerenciamento de Segurança do Processo Relativo a Produtos Químicos Altamente Perigosos.

9.1.7 *Hazardous Waste Operations and Emergency Response (Section 1910.120).*
Operações e Atendimento às Emergências, Relativo a Resíduos Perigosos.

9.1.8 Personal Protective Equipment (1910 Subpart I.)
Equipamento de Proteção Individual.

9.1.9 General Requirements (1910.132).
Requisitos Gerais.
Eye and Face Protection (1910.133).
Proteção dos Olhos e da Face.

9.1.10 Respiratory Protection (1910.134).
Proteção Respiratória.

9.1.11 Head Protection (1910.135).
Proteção da Cabeça.

9.1.12 Occupational Foot Protection (1910.136).
Proteção Ocupacional dos Pés.

9.1.13 Electrical Protection Devices (1910.137).
Dispositivos de Proteção Elétrica.

9.1.14 Hand Protection (1910.138).
Proteção das Mãos.

9.1.15 General Environmental Controle (1910 Subpart J).
Controles Gerais do Ambiente de Trabalho.

9.1.16 Permit-Required Confined Space Entry (1910.146).
Requisitos para Permissão de Entrada em Espaço Confinado.

9.1.17 The Control of Hazardous Energy (Lockout/Tagout) (1910.147).
O Controle da Energia Perigosa (Travamento com Chave ou com Uso de Etiqueta de Advertência nos Painéis Elétricos de Alimentação Elétrica).

9.1.18 Medical and First Aid (1910 Subpart K).
Primeiros Socorros e Atendimento Médico.

9.1.19 *Medical Service and First Aid (Section 1910.151*).
Serviço Médico e Primeiros Socorros.

9.1.20 Toxic and Hazardous Substances (1910 Subpart Z).
Substâncias Tóxicas e Perigosas.

9.1.21 Air Contaminants (Section 1910.1000).
Contaminantes do Ar.

9.1.22 Access to Employee and Medical Records) (Section 1910.1020).
Acesso dos Empregados aos Registros Médicos e do Monitoramento da Exposição.

9.1.23 Hazard Communications (Section 1910.1200).
Comunicações dos Perigos.

9.2 *NAVIGATION AND NAVIGABLE WATER REGULATIONS – 33 CFR PARTS 1-26, 126, 127, 130, 153-156 AND 160-167.*

Regulamentos sobre Navegação e Águas Navegáveis – Partes 1 a 16, 126, 127, 130, 153 a 156 e 160 167 do Título 35 do Código de Regulamentação.

9.2.1 *General Delegation of authority, rulemaking procedures, and enforcement regulations (Part 1 to 16, Subchapter A).*
Delegação geral de autoridade, procedimentos para regulamentar e requisitos para fazer cumprir (Partes 1 a 26, subcapítulo A).

9.2.2 *Handling Explosives or Other Dangerous Cargoes Within or Contiguous to Waterfront Facilities (Part 126.)*
Requirements for waterfront facilities that handle hazardous materials.

Manuseio de Explosivos ou Outras Cargas Perigosas Dentro ou na Adjacência das Instalações Portuárias.
Requisitos para instalações portuárias que manuseiam produtos perigosos.

Waterfront Facilities Handling Liquefied Hazardous Gas (Part 127).
Requirements in addition to those in Part 126 for waterfront facilities that handle liquefied hazardous gases including chlorine.

Instalações Portuárias que Manuseiam Gás Liquefeito Perigoso.
Requisitos adicionais àqueles da Parte 126 para as instalações portuárias para o manuseio de gases liquefeitos perigosos incluindo o cloro.

Financial Responsibility for Water Pollution (Part 130).
Requirements for vessel operators to demonstrate the ability to meet financial liability resulting from the discharge of oil or hazardous substances.

Responsabilidade Financeira para a Poluição da Água.
Requisitos para operadores de embarcações para demonstrar sua capacidade de arcar com ônus financeiro resultante da descarga de óleo ou substâncias perigosas.

Control of Pollution by Oil and Hazardous Substances; Discharge Removal (Part 153).
Requirements concerning notification of the Coast Guard of the discharge of oil or hazardous substances.

Controle da Poluição por Óleo e Substancias Perigosas; Remoção de Produtos Derramados.
Requisitos relativos ao aviso do derramamento de óleo ou substâncias perigosas para a Guarda Costeira.

Facilities Transferring Oil or Hazardous Materials in Bulk (Part 154).
Requirements intended to prevent and mitigate pollution and assure safe operations at facilities during marine transfers.

Instalações para a Transferência de Óleo ou Produtos Perigosos à Granel.
Requisitos para a prevenção e mitigação da poluição e para assegurar instalações e operações seguras durante as transferências marítimas de produtos perigosos e óleo.

Oil or Hazardous Material Pollution Prevention Regulations for Vessels (Part 155).
Requirements to prevent and mitigate pollution from vessels while in navigate waters.

Regulamentos para Embarcações Relativo à Prevenção da Poluição por Óleo ou Produtos Perigosos.
Requisitos para a prevenção e mitigação da poluição por embarcações em águas navegáveis.

Oil and Hazardous Material Transfer Operation (Part 156).
Requirements for the operational control of the transfer of oil or hazardous material between vessels and marine terminals.

Operações de Transferência de Óleo e Produtos Perigosos.
Requisitos para o controle operacional de transferência de óleo ou produtos perigosos entre embarcações e terminais marítimos.

Ports and Waterways Safety (Parts 160 to 167 – Subchapter P).
Requirements for traffic management, port arrival notifications, vessel navigational equipment.

Segurança de Portos e Vias Navegáveis – Partes 160 a 167, Subcapítulo P.
Requisitos de gerenciamento de trafego, notificação de chegada a portos, equipamento de navegação de embarcações.

9.3 ENVIRONMENTAL REGULATIONS – 40 CFR – PROTECTION OF ENVIRONMENT PARTS 61, 68, 82, 141, 152, 250-269, 302-355, 370-372, 415 AND 700-799.

Regulamentos Ambientais – Partes 61, 68, 82, 141, 152, 250 a 269, 302 a 355, 370 372, 415 e 700 a 799 dp Título 40 do Código de Regulamentação – Proteção do Meio Ambiente.

National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants (Part 61).
Padrões de Emissões Nacionais para Poluentes Perigosos do Ar.

Chemical Accident Prevention Provisions (Part 68).
Requisitos para a Prevenção de Acidentes com Produtos Químicos.

Protection of Stratospheric Ozone (Part 82).
Proteção do Ozônio da Estratosfera.

National Primary Drinking Water Regulations (Part 141)
Regulamentos Nacionais para as Águas Destinadas à Produção de Água Potável.
(Trata de requisitos para a limitação da contaminação da água destinada à produção de água potável).

Pesticide Registration and Classification Procedures (Part 152).
Procedimentos para a Classificação e Registro de Pesticidas.

Hazardous Waste Management System (Part 260 to 269).
Sistema de Gestão de Resíduos Perigosos (Partes 260 a 269).
(Trata dos requisitos para a classificação, manuseio, tratamento e disposição de resíduos perigosos).

Identification and Listing of Hazardous Waste (Part 261).
Identificação e Relação de Resíduos Perigosos.

Standard for Owners and Operators of Hazardous Waste Treatment (Part 264).
Normas para Proprietários e Operadores de Instalações de Tratamento de Resíduos Perigosos.

Interim Status Standards for Owners and Operators of Hazardous Waste (Part 265).
Normas de Categoria Provisória para Proprietários e Operadores de Instalações de Resíduos Perigosos.

9.3.1 Standards for the Management of Specific Hazardous Wastes and Specific Types of Hazardous Waste Management Facilities (Part 266).
Normas para o Gerenciamento de Resíduos Perigosos Específicos e Tipos Específicos de Instalações de Gerenciamento de Resíduos Perigosos.

9.3.2 Release of Hazardous Substances, Emergency Planning and Notification (Part 302 and 355).
Requirements for the planning, reporting, and notification of hazardous and highly hazardous substances.

Vazamentos de Substâncias Perigosas, Planejamento de Emergências e Comunicação.
Requisitos para o planejamento, aviso e relatório de perigos e substâncias muito perigosas.

Hazardous Chemicals Reporting: Community Right to Know (Parts 370 and 372).
Requirements for providing the public with information on hazardous chemicals.

Relatório sobre Produtos Químicos: Direito de Saber da Comunidade.
Requisitos para fornecer informações sobre produtos químicos perigosos ao público.

Effluent Guidelines / Chlor-Alkali Production (Part 415, Subpart F).
Effluent guidelines for chlorine production facilities.

Produção de Cloro-Álcalis / Guias Sobre Efluentes.
Guias sobre efluentes para instalações de produção de cloro-álcalis.

Toxic Substances Control Act (TSCA) (Subchapter R, Parts 700 to 799).
Requirements for recordkeeping and reporting for various chemicals substances.

Lei de Controle de Substâncias Tóxicas – Subcapítulo R, Partes 700 a 799.
Requisitos para registros e relatórios de diversas substâncias químicas.

9.4 *SHIPPING REGULATIONS – 46 CFR (WATER TRANSPORTATION) PARTS 2, 10-12, 30-40 AND 151.*
Regulamentos sobre Navegação – Partes 2, 10 a 12, 30 a 40 e 151 do Título 46 do Código de Regulamentação Federal (Transporte Aquático).

Vessel Inspections (Part 2).
Requirements and procedures for obtaining vessel certification and approvals.

Inspeções de Embarcações.
Requisitos e procedimentos para obtenção de aprovação e certificação para embarcações.

Licensing and Certification of Maritime Personnel (Parts 10 to 12).
Requirements for licensing and certification of maritime personnel including: eligibility, fees, procedures for renewals, and the certification of tanker men. Provides authorization for an individual to act as the person in charge on the vessel of a marine transfer of an oil or hazardous material. Requirements for the minimum manning of vessels.

Habilitação e Certificação de Pessoal Marítimo.
Requisitos para a habilitação e a certificação de pessoal marítimo, incluindo elegibilidade, taxas e procedimentos para a certificação de operadores de embarcações e a renovação da certificação. Fornece a autorização para um indivíduo atuar como encarregado da embarcação em uma transferência marítima de óleo ou produto perigoso. Inclui requisitos sobre a tripulação mínima em embarcações.

Tank Vessels (Part 30 to 40, Subchapter D).
Requirements for vessels carrying flammable or combustible liquid cargoes: Subchapter regulates vessel design, operation, fire fighting, and life saving equipment testing. Generally, vessels carrying non-flammable hazardous materials also regulated under subchapter.

Embarcações Tanques.
Requisitos para embarcações que transportam cargas líquidas inflamáveis ou combustíveis. O subcapítulo regulamenta os projetos de embarcações, a operação, o combate a incêndios, o salvamento de vidas e testes de equipamentos. Em geral, as embarcações que transportam outros produtos perigosos, que não são inflamáveis, também estão sujeitas aos regulamentos deste subcapítulo.

Barges Carrying Bulk Liquid Hazardous Materials Cargoes (Part 151).
Requirements for vessels carrying hazardous materials in barges. Regulations include barge design, equipment testing, and special requirements for specific hazardous cargoes, including chlorine.

Barcaças que Transportam Cargas de Produtos Líquidos Perigosos à Granel.
Requisitos para embarcações que são barcaças e transportam produtos perigosos. A regulamentação inclui os requisitos sobre o projeto da barcaça, testes de equipamentos, e requisitos específicos para cargas perigosas, incluindo o cloro.

9.5 *TRANSPORTATION REGULATIONS – 49 CFR PARTS 106, 107, 171-180 AND 190-195.*

Regulamentos de Transporte – Partes 106, 107, 171 a 180 e 190 a 195 do Título 49 do Código de Regulamentação Federal.

9.5.1 Rulemarking Procedures (Part 106).

General rulemarking procedures for issuing, amending, and repeating regulations.

Procedimentos a Observar para Normalização.
Procedimentos gerais para emissão, emenda e anulação de regulamentações.

Hazardous Materials Program Procedures (Part 107).
Requirements for exemptions, preemptions, enforcement, compliance orders, civil and criminal penalties, registration of cargo tank manufacturers and repairers, registration, and fees.

Procedimentos no Programa de Produtos Perigosos.

Registros para isenção, anterioridade, obrigatoriedade, regras para conformidade, penalidades civis e criminais, registro de construtores e reparadores de tanques de carga, registros e taxas.

General Information, Regulations, Definitions (Part 171).
Use and applicability of transportation regulations within and outside the U.S. in addition, reporting requirements for hazardous materials incidents.

Informações Gerais, Regulamentos, Definições.
Usos e aplicabilidade de regulamentos adicionais de transporte, dentro e fora dos EUA, e requisitos de relatos de incidentes com produtos perigosos.

9.5.2 *Hazardous Materials, Table, Special Provisions, Hazardous Materials Communications, Emergency Response Information, and Training Requirements (Part 172).*
Requirements for shipping papers, marking, labeling, and placarding and the training of hazmat employees.

Produtos Perigosos, Tabelas, Requisitos Especiais, Comunicações sobre Produtos Perigosos, Informações sobre Atendimento de Emergência e Requisitos de Treinamento.
Requisitos para a documentação de transporte, marcação, rotulagem e painéis de segurança, e o treinamento de empregados em relação a produtos perigosos.

Shippers – General Requirements for Shipments and Packagings (Part 173).
Definitions of hazardous materials for transportation purposes. Requirements for preparing hazardous materials shipments, for container inspections, testing and retesting.

Expedidores e Transportadores – Requisitos Gerais para a Expedição e o Transporte e Embalagens.
Definições de produtos perigosos para fins de transporte. Requisitos para a preparação de produtos perigosos para a expedição e o transporte, e para a inspeção, testes e retestes de recipientes.

Carriage by Rail (Part 174).
Requirements for handling, loading, unloading and storage of tank cars.

Transporte por Ferrovia.
Requisitos para manuseio, carregamento e descarregamento de vagões ferroviários e armazenamento.

Carriage by Vessel (Part 176).
Requirements for packaged hazardous material transported by vessel.

Transporte por Embarcações.
Requisitos para produtos perigosos embalados, transportados em barcaças.

Carriage by Public Highway (Part 177).
Requirements on the handling, transportation, loading and unloading and segregation of hazardous materials.

Transporte por Rodovias Públicas.
Requisitos para o manuseio, transporte, carregamento, descarregamento e segregação de produtos perigosos.

Specifications for Packagings (Part 178).
Specifications for cylinders, portable tanks, and cargo tanks.

Especificações para Embalagens.
Especificações para cilindros, tanques portáteis, e tanques de carga a granel.

Specifications for Tank Cars (Part 179).
Design requirements and specifications for bulk rail tank cars..

Especificações para Tanques Ferroviários.
Requisitos de projeto e especificações para tanques ferroviários para granel.

Continuing Qualifications and Maintenance of Packagins (Part 180).
Requirements for qualifying existing cargo tanks for hazardous materials.

Renovação da Qualificação e Manutenção de Embalagens.
Requisitos de qualificação para tanques de carga existentes para produtos perigosos.

Pipeline Safety Program Procedures (Part 190).
Enforcement regulations pursuant to the Natural Gas Pipeline Safety Act, the Hazardous Liquid Pipeline Safety Act, and the Hazardous Materials Transportation Act as amended..

Procedimentos do Programa de Segurança para Gasodutos/"Liquidodutos".
Normas obrigatórias segundo a Lei de Segurança de Gasodutos para Gás Natural, a Lei de Segurança para "Liquido dutos" para Líquidos Perigosos e a Lei de Transporte de Produtos perigosos, conforme lei emendada.

9.5.3 Transportation of Natural and Others Gas by Pipeline; Annual Reports, Incident Reports and Safety Related Condition Reports (Part 191).
Requirements for reporting incidents, safety related conditions and pipeline data..

Transporte de Gás Natural e Outros Gases por Gasoduto; Relatórios Anuais, Relatórios de Incidentes e Relatórios Relacionados às Condições de Segurança.
Requisitos para relatórios de incidentes, condições relacionadas à segurança e dados sobre gasodutos.

9.5.4 Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards (Part 192).
Requirements for pipeline facilities and the transportation of gases.

Transporte de Gás Natural e Outros Gases por Gasodutos: Padrões Mínimos Federais.
Requisitos para instalações de gasodutos e para o transporte de gás.

Transportation of Hazardous Liquids by Pipeline (Part 195).
Safety standards and reporting requirements for pipeline facilities used in the transportation of hazardous liquids or carbon dioxides. While the regulations do not currently include chlorine, the Institute recommends adhering to these requirements.

Transporte de Líquidos Perigosos por "Liquidodutos".
Padrões de segurança e requisitos para relatórios sobre instalações de "liquidodutos" utilizados no transporte de líquidos perigos e para dióxido de carbono.
Embora os regulamentos, atualmente, não incluem o cloro, o Chlorine Institute recomenda uma adesão ao uso destes requisitos.

9.6 DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY – 6 CFR PART 27.

Departamento de Segurança Interna – Parte 27 do Título 6 do Código de Regulamentação Federal.

9.6.1 Chemical Facility Anti-Terrorism Standards – Part 27.

This rule establishes risk-based performance standards for the security of facilities producing, handling, storing, or using chemicals of concern. It requires covered chemical facilities to prepare Security Vulnerability Assessment (SVAs), which identifies facility security vulnerabilities, and to develop and implement Site Security Plans (SSPs), which include measures that satisfy the identified risk-based performance standards.

Padrões Antiterrorismo de Instalações Químicas.
Estas normas estabelecem padrões de desempenho baseados no risco de atentados (violações) na segurança de instalações que produzem, manuseiam, armazenam ou utilizam produtos químicos que preocupam. Seus requisitos abrangem as instalações químicas que devem realizar uma Avaliação da Vulnerabilidade na Proteção Contra Atentados (SVAs), através da identificação das vulnerabilidades na proteção contra atentados (violações) das instalações, e o desenvolvimento e implementação dos Planos Contra Atentados (Violações) dos Estabelecimentos (SSPs), com a inclusão de medidas que satisfaçam os padrões de desempenho baseados no risco.

9.7 FIRE CODES

Códigos de Proteção Contra Incêndio.

Existem inúmeros códigos de incêndio e códigos de construção que se aplicam à produção, armazenamento, embalagem, distribuição e uso do cloro. Para considerar estes códigos de forma apropriada, a autoridade da localidade deve ser consultada para indicar quais os códigos específicos de incêndio e edificações, e de que ano, estão instituídos pela jurisdição local.

Algumas autoridades locais ou estaduais desenvolvem seus próprios códigos. Contudo, muitas jurisdições adotam um modelo de código de referência como os Padrões da Associação Nacional de Proteção a Incêndios *(National Fire Protection Association – NFPA)*. Os códigos do NFPA são modificados anualmente e suplementos são publicados. Novas edições dos códigos são publicadas a cada três anos. Portanto, o ano do código é importante para conhecer qual o código está em aplicação no local. Os requisitos específicos estão contidos no código aplicável no local.

[VER INCLUSÃO DE LEIS E REGULAMENTOS NACIONAIS AQUI – COMO NOTA DE TRADUÇÃO, OU COMO SEÇÃO 9.2 (NESTE CASO A SEÇÃO 9.1 SERIA ESTADOS UNIDOS, COM 9.1.1 REGULAMENTOS E 9.1.2 CÓDIGOS DE INCÊNDIO) ITENS QUE PASSARIAM A TER 4 DIGITOS SE ELIMINARIA OS NÚMEROS, MANTENDO OS TÍTULOS]

10 DADOS TÉCNICOS

10.1 GERAL

O cloro possui um odor penetrante e irritante característico. O gás possui uma cor amarela esverdeada e o liquido uma cor transparente de âmbar. Os dados sobre as propriedades físicas do cloro, que foram determinadas por diferentes pesquisadores apresentam algumas variações.

10.2 PROPRIEDADES ATÔMICAS E MOLECULARES

Símbolo Atômico	=	Cl
Peso Atômico	=	35,453
Número Atômico	=	17
Peso Molecular	=	70,906

10.3 PROPRIEDADES QUÍMICAS

10.3.1 Inflamabilidade

O cloro não é explosivo e nem inflamável, contudo ele pode favorecer a combustão de outros materiais. Muitos materiais que queimam na presença de oxigênio (ou do ar) também queimam em atmosferas de cloro. Muitos produtos químicos orgânicos reagem rapidamente com o cloro, algumas vezes de forma violenta. Uma substância de interesse específico é o hidrogênio. O cloro reage com o hidrogênio em uma mistura na gama de 4% a 93% de hidrogênio. A reação é iniciada muito mais facilmente do que no caso de uma mistura similar entre o hidrogênio e o oxigênio. Ver o Panfleto 121 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para mais informações.

10.3.2 Valência

Geralmente o cloro forma compostos com uma valência de -1, mas ele pode combinar com uma valência de +1, +2, +3, +4, +5, ou +7.

10.3.3 Reações Químicas

Reações com Água

O cloro é apenas ligeiramente solúvel em água: 0,3% a 0,7% dependendo da temperatura da água. Entretanto, a fase água resultante é extremamente corrosiva. Ver item a seguir sobre reações com metais.

Reações com Metais

A velocidade de reação do cloro seco com muitos metais aumenta rapidamente, acima de uma temperatura que é característica para cada metal. Dois dos metais mais comuns nas plantas de cloro são o titânio e o aço. Na presença de cloro seco o titânio é inflamável. Cuidados devem ser tomados para assegurar que materiais de titânio não sejam usados com cloro seco. O aço é o metal mais comum utilizado no serviço com cloro. Nas temperaturas acima de 149ºC (300ºF) o contato aço/ferro pode resultar em fogo. É importante assegurar que o aço não seja utilizado com cloro em serviços em que temperatura ultrapasse o limite acima citado, devido a aquecimento interno/externo, ou por abrasão mecânica. O cloro úmido é muito corrosivo para muitos metais, principalmente por causa dos ácidos clorídrico e hipocloroso, formados através da hidrólise. Os metais platina, tântalo e titânio são resistentes. Para informações mais detalhadas sobre a reatividade do cloro com metais, consultar o Panfleto 6 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1)

Reações com Compostos Orgânicos

O cloro reage com muitos compostos orgânicos formando derivados clorados. Algumas reações podem ser extremamente violentas, especialmente aquelas com hidrocarbonetos, álcoois e éteres. Métodos adequados devem ser adotados quando se faz reagir cloro com produtos orgânicos, seja em escala industrial, seja em laboratório.

Reações com Compostos Inorgânicos

Ver Seção 2.7.2 e consultar o Panfleto 21 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1) para maiores informações.

Reações com Outros Elementos Químicos

O cloro se liga a muitos elementos químicos sob condições especificas; estas reações podem ser extremamente rápidas. Ver Seção 10.3.1. Para mais informações, consultar o Panfleto 121 do *Chlorine Institute* (Referência 11.1).

10.4 PROPRIEDADES FÍSICAS

As propriedades físicas mostradas na Tabela 10.1 e nas Figuras 10.1 a 10.6 a seguir, se referem ao cloro puro.

Tabela 10.1 – Propriedades Físicas.

Nota: Unidades em tipo de letra normal são no SI; em itálico são do sistema americano de medição, que é habitualmente utilizado nos Estados Unidos.

Propriedade	Definição	Condições	Valor
Ponto de ebulição (Ponto de liquefação)	A temperatura na qual o cloro líquido se evapora	101,325 kPa *14,696 psia*	– 33,97°C *–29,15ºF*
Densidade critica	A massa de uma unidade de volume de cloro à pressão e à temperatura critica		573 kg/m^3 *35,77 lb/ft^3*
Pressão Critica	A pressão de vapor do cloro líquido na temperatura critica		7977 kPa *1257,0 psia*
Temperatura Critica	A temperatura acima da qual o cloro existe apenas como um gás, não importando quão alta seja a pressão.		143,75°C *290,75ºF*
Volume Crítico	O volume de uma unidade de massa de cloro à pressão e à temperatura critica		0,001745 m^3/kg *0,02795 ft^3/lb*
Densidade absoluta	A massa de uma unidade de volume de cloro sob condições especificadas de temperatura e pressão		Ver Figura 10.2
Densidade absoluta do Cloro Gás		0°C; 101,325 kPa *32ºF, 14,696 psia*	3,213 kg/m^3 *0,2006 lb/ft^3*
Densidade absoluta do Cloro Gás Saturado		0°C; 368,9 kPa *32ºF, 53,51 psia*	12,23 kg/m^3 0,7632 lb/ft^3
Densidade absoluta do Cloro Líquido Saturado		0°C; 101,325 kPa *32ºF, 14,696 psia* 15,6°C, 597,0 kPa *60ºF, 86,58 psia*	1467 kg/m^3 *91,56 lb/ft^3* 1422 kg/m^3 *88,76 lb/ft^3*
Calor Latente de Evaporação	O calor necessário para evaporar uma unidade de massa de cloro	Na temperatura normal de ebulição	288,1 kJ/kg *123,9 Btu/lb*
Relação de Volume Líquido-Gás	O peso de um volume de cloro líquido é igual ao peso de 456,5 volumes do gás cloro	0°C, 101,325 kPa *32ºF, 14,696 psia*	
Ponto de Fusão (Ponto de Congelamento)	A temperatura na qual o cloro sólido se funde ou o cloro líquido se solidifica	101,325 kPa *14,696 psia*	–100,98°C *–149,76°C*
Solubilidade em Água	O peso de cloro que pode ser dissolvido em uma determinada quantidade de água, em uma determinada temperatura quando a pressão total de vapor do cloro e da água se iguala em um determinado valor.	15,6°C; 101,325 kPa *60ºF, 14,696 psia*	8,30 kg/m^3 *6,93 lbs/100gal* Ver Figura 10.3

Propriedade	Definição	Condições	Valor
Densidade Relativa do Cloro Gás	A relação entre a densidade absoluta do cloro gás, na condição padrão, e a densidade absoluta do ar na mesma condição	0°C; 101,325 kPa *32ºF, 14,696 psia*	2,485 (Nota: A densidade absoluta do ar, livre de umidade na condição padrão é 1,2929 kg/m^3.
Densidade Relativa do Cloro Líquido	A relação entre a densidade absoluta do cloro liquido saturado e a densidade da água na sua máxima densidade a 4°C *(39ºF)*	0°C *32ºF*	1,467
Calor Específico	O calor necessário para elevar a temperatura de uma unidade de massa de cloro em um grau		
Gás Saturado na Pressão Constante		0°C *32ºF* 25°C *77ºF*	0,521 kJ/kg.K *0,1244 Btu/lb.ºF* 0,564 kJ/kg.K *0,1347 Btu/lb.ºF*
Gás Saturado em Volume Constante		0°C *32ºF* 25°C *77ºF*	0,372 kJ/kg.K *0,08887 Btu/lb.ºF* 0,3895 kJ/kg.K *0,09303 Btu/lb.ºF*
Líquido Saturado		0°C *32ºF* 25°C *77ºF*	0,948 kJ/kg.K *0,2264 Btu/lb.ºF* 0,975 kJ/kg.K *0,2329 Btu/lb.ºF*
Relação Cp/Cv para o Gás Saturado	A relação entre o calor específico de um gás na pressão constante, e o calor especifico em volume constante.	0°C *32ºF* 25°C *77ºF*	1,400 1,480
Volume Específico	O volume de uma unidade de massa de cloro em condições específicas de temperatura e pressão		
Gás		0ºC; 101,325 kPa *32ºF, 14,696 psia*	0,3113 m^3/kg *4,986 ft^3/lb*
Gás Saturado		0°C *32ºF*	0,08179 m^3/kg *1,310 ft^3/lb*
Liquido Saturado		0°C *32ºF*	0,0006818 m^3/kg *0,01092 ft^3/lb*
Pressão de Vapor	A pressão absoluta de gás cloro acima do cloro líquido, quando eles estão em equilíbrio.	0°C *32ºF* 25ºC *77ºF*	368,9 kPa *53,51 psia* 778.8 kPa *112,95 psia*

Propriedade	Definição	Condições	Valor
Viscosidade	A medida da fricção molecular interna quando as moléculas de cloro estão em movimento		
Gás Saturado		0°C *32ºF* 15,6ºC *60ºF*	0,0125 mPa.s *0,0125 cP* 0,0132 mPa.s *0,0132 cP*
Líquido Saturado		0°C *32ºF* 15,6ºC *60ºF*	0,03863 mPa.s *0,3863 cP* 0,3538 mPa.s *0,3538 cP*
Relação Volume-Temperatura	A relação volume-temperatura do cloro líquido em um recipiente (cilindro ou tanque) carregado na sua capacidade limite permitida		Ver Figura 10.4
Solubilidade da Água no Cloro Líquido			Ver Figuras 10.5 e 10.6

Figura 10.1 – Pressão de Vapor do Cloro Líquido
(Calculado a partir dos dados do Panfleto 72 do *Chlorine Institute*)

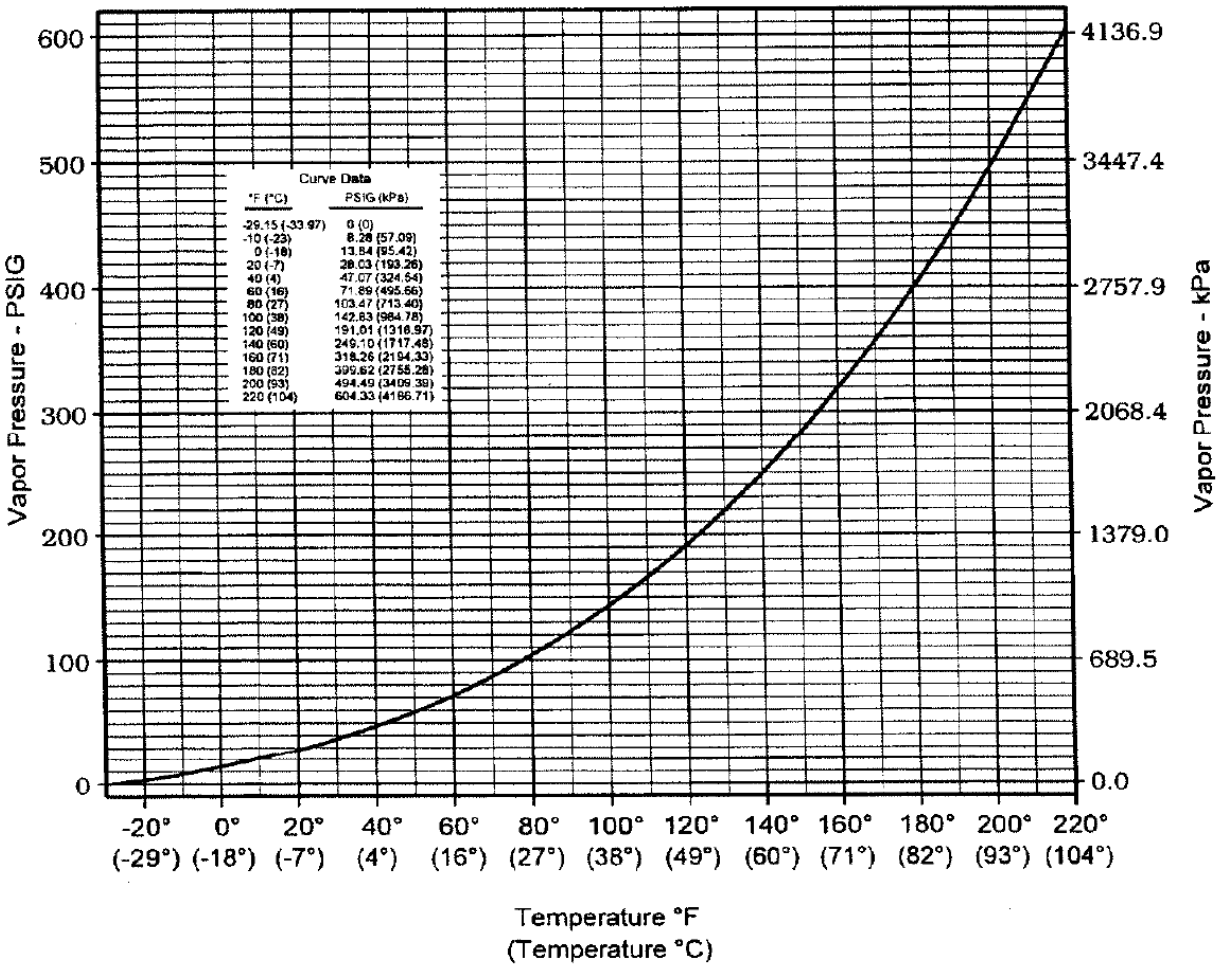


Figura 10.2 – Relação Temperatura/Densidade do Cloro Líquido
(Calculado a partir dos dados do Panfleto 72 do *Chlorine Institute*)

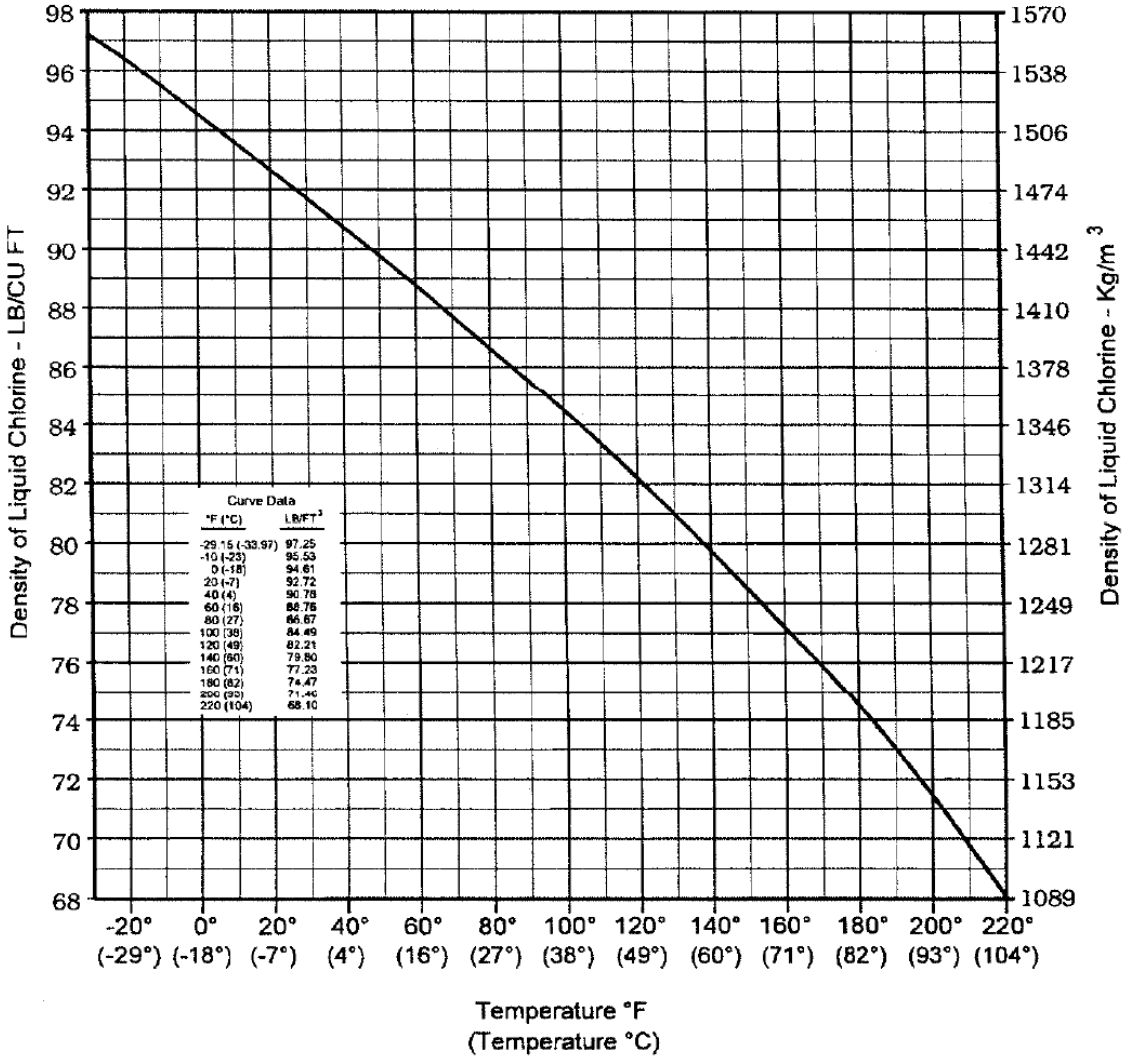


Figura 10.3 – Figura 10.3 – Equilíbrio na Solução de Cloro em Água

(Referência ~~11.18.1~~) VER;

[A REFERÊNCIA DE FATO É A 11.17.1 NA VERSÃO EM VIGOR]

[A VERSÃO ATUAL CITA A REFERÊNCIA 11.18.1 NA FIGURA, MAS ELA NÃO ESTÁ INCLUSA NA SEÇÃO REFERÊNCIAS]

[SUGESTÃO: INCLUIR A REFERÊNCIA NA SEÇÃO REFERÊNCIA – VERSÃO TRADUZIDA; OU INCLUIR A REFERÊNCIA NO RODAPÉ DO GRAFICO OU NO LOCAL EM QUE ESTÁ HOJE)]

Referência: Adams, F. W; Edmonds, R. G; *I & EC*, 1937, 29, 447.

[

Nota: Gráfico traçado a partir dos valores calculados da pressão parcial [REDUZIR TAMANHO?]

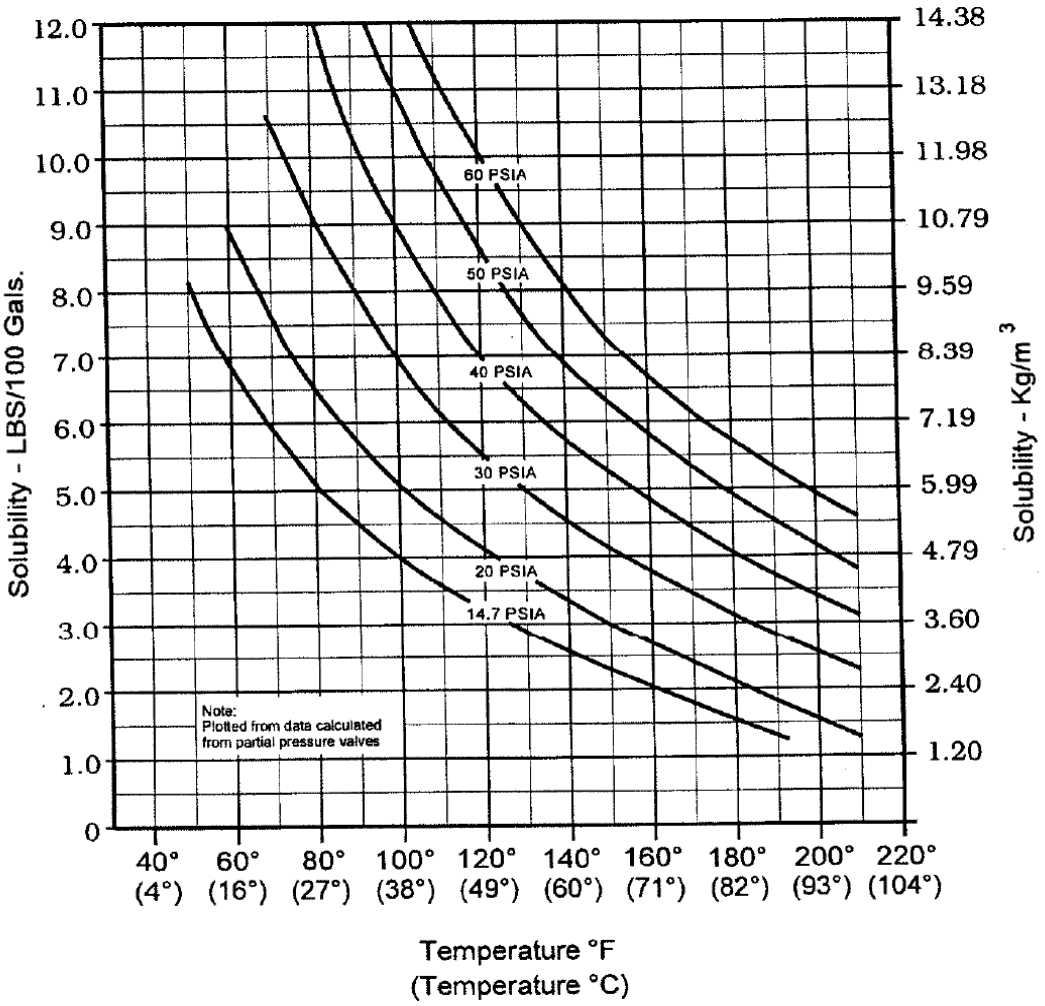


Figura 10.4 – Relação Volume/Temperatura do Cloro Líquido em um Recipiente (Tanque ou Cilindro) Carregado na sua Capacidade de Enchimento (isto é no Limite Permitido)
(Calculado a partir dos dados do Panfleto 72 do *Chlorine Institute*)

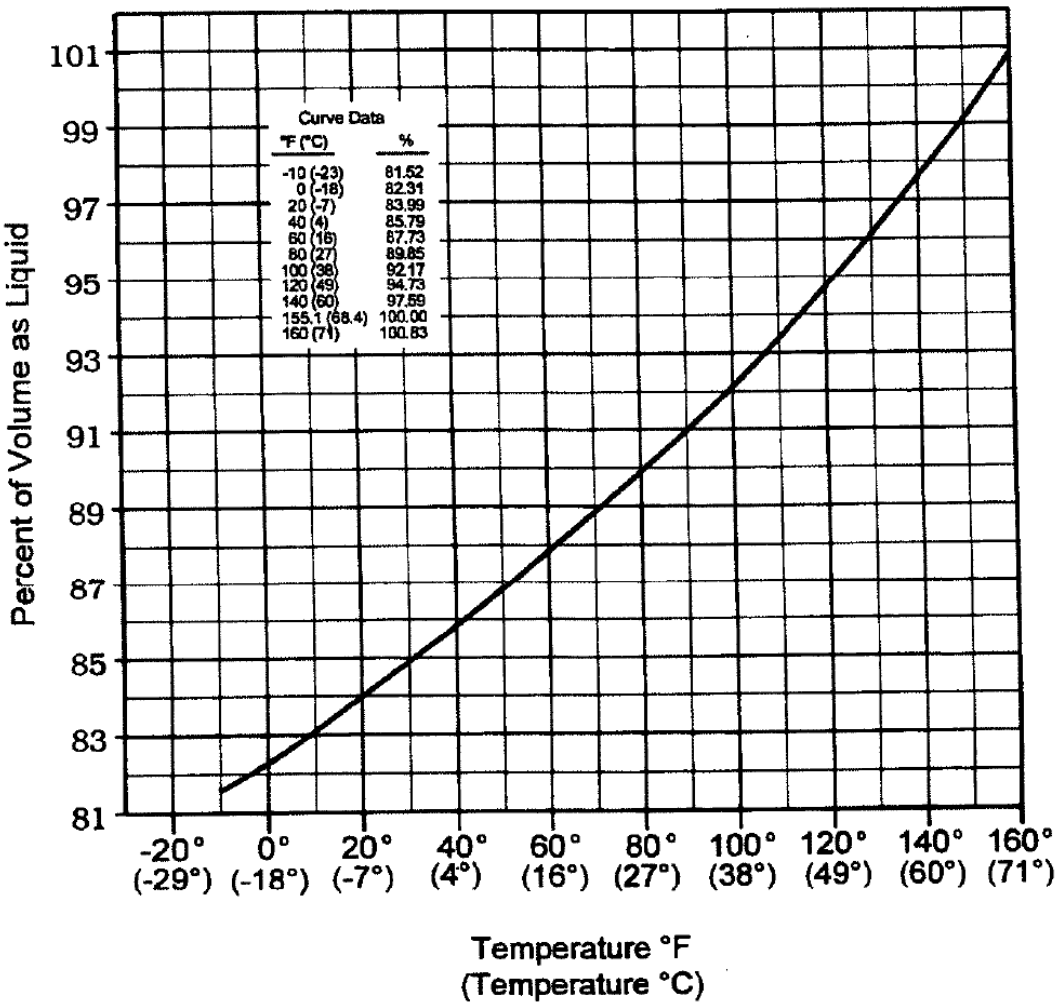
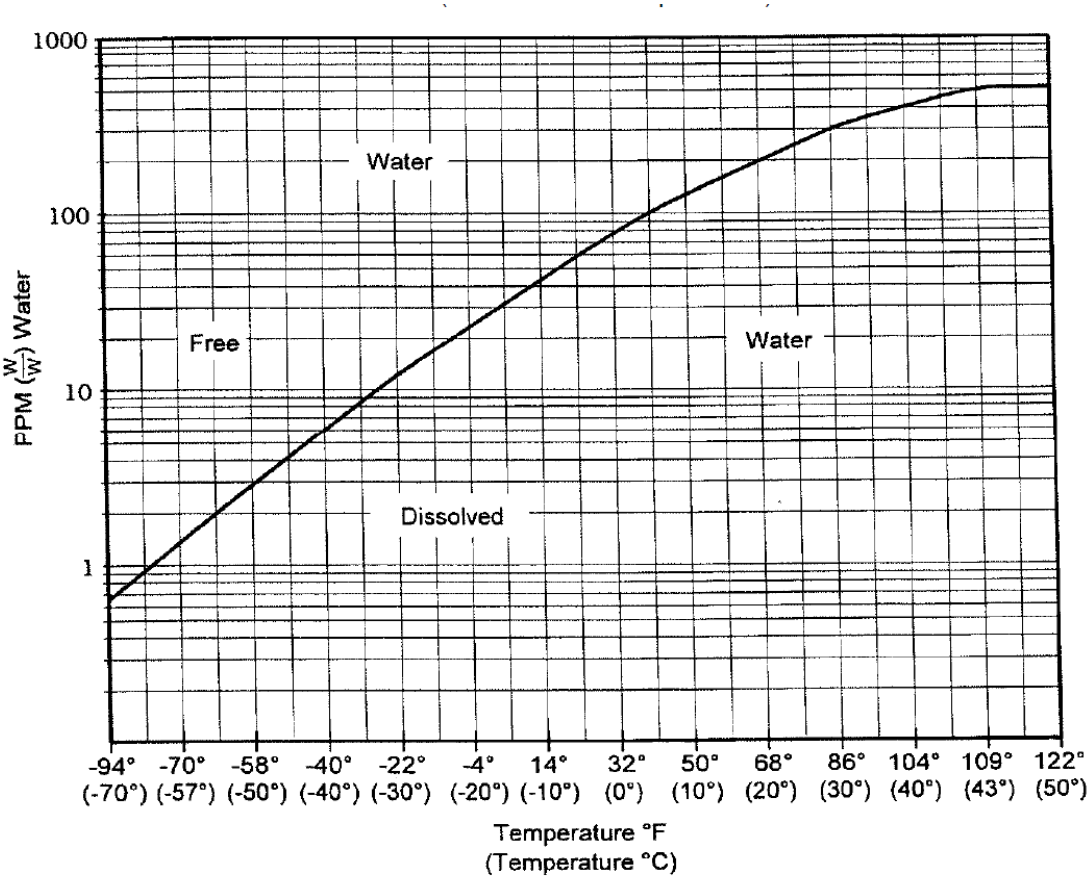


Figura 10.5 – Solubilidade da Água no Cloro Líquido
(Referência: Panfleto 100 do *Chlorine Institute*)

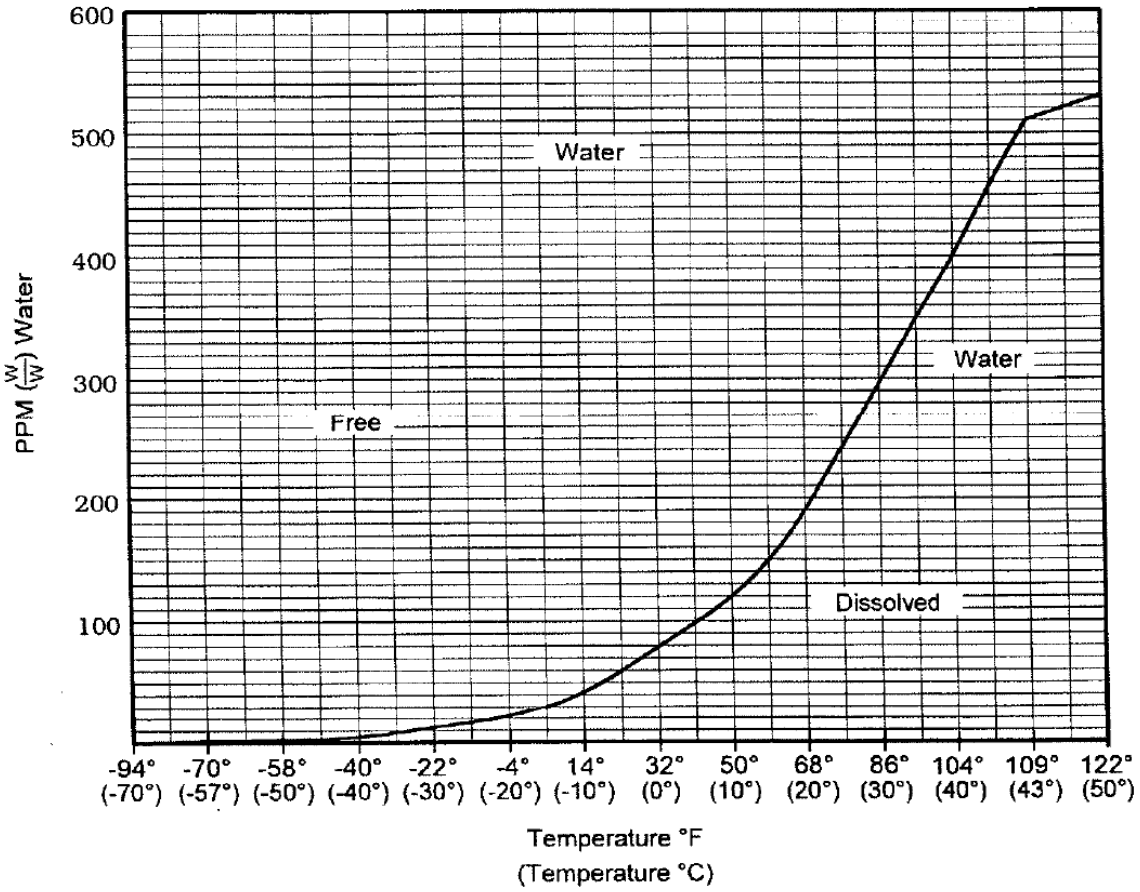


Exemplos, utilizando esta figura:

- Cloro com um conteúdo de 30 ppm de água. Na temperatura de 10°C (50ºF) ele está seco, Se este mesmo cloro estiver na temperatura de – 20°C (–4ºF), ele estará úmido.

- Cloro a 5°C (41ºF) está seco se o conteúdo de água não excede 100 ppm.

Figura 10.6 – Solubilidade da Água no Cloro Líquido
(Referência: Panfleto 100 do *Chlorine Institute*)



Exemplos, utilizando esta figura:

- Cloro com um conteúdo de 30 ppm de água. Na temperatura de 10ºC (50ºF) ele está seco, Se este mesmo cloro estiver na temperatura de – 20ºC (–4ºF), ele estará úmido.

- Cloro a 5ºC (41ºF) está seco se o conteúdo de água não excede 100 ppm.

11 REFERÊNCIAS SELECIONADAS

As seções a seguir fornecem informação bibliográfica detalhada sobre as publicações do *Chlorine Institute* e outros documentos.

11.1 REFERÊNCIAS DO *CHLORINE INSTITUTE*

As publicações a seguir são referenciadas de forma especifica neste Panfleto 1 do *Chlorine Institute*. As edições mais recentes das publicações do *Chlorine Institute* podem ser obtidas em www.chlorineinstitute.org.

Panfletos #	Titulo
5	*Bulk Storage of Liquid Chlorine,* ed. 8: Pamphlet 5; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.** Armazenamento de Cloro Líquido a Granel.
6	*Piping Systems for Dry Chlorine,* ed. 16: Pamphlet 6; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2013.** Sistemas de Tubulações para Cloro Seco.
9	*Chlorine Vaporizing Systems,* ed. 7: Pamphlet 9; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.** Sistemas de Evaporação de Cloro.
10	*North American Chlor-Alkali Industry Plants and Production Data Reports,* ed. 7: Pamphlet 10; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011. [ATUALIZAR] [NÃO CONSTA DO ORIGINAL REVISADO]** Relatório sobre as Plantas Industriais e a Produção de Cloro-Álcalis na América de Norte.
17	*Packaging Plant Safety and Operational Guidelines,* ed. 4, Rev. 2; Pamphlet 17; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.** Guias Operacionais e de Segurança nas Instalações de Envasamento de Cloro.
21	*Nitrogen Trichloride – A Collection of Reports and Papers,* ed. 6, Pamphlet 21; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2010.** Tricloreto de Nitrogênio – Uma Coletânea de Relatórios e Documentos.
49	*Recommended Practices for Handling Chlorine Bulk Highway Transports,* ed. 9, Pamphlet 49; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009.** Práticas Recomendadas para o Manuseio do Cloro no seu Transporte Rodoviário a Granel.
63	*First Aid, Medical Management/Surveillance and Occupational Hygiene Monitoring Practices for Chlorine,* ed. 8, Pamphlet 63; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.** Primeiros Socorros, Gerenciamento e Vigilância Médica e Praticas de Monitoramento em Higiene Industrial para o Cloro.
64	*Emergency Response Plans for Chlor-Alkali, Sodium Hypochlorite and Hydrogen Chloride Facilities,* ed. 6, Rev. 1, Pamphlet 64; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2008.** Planos de Atendimento às Emergências em Instalações de Cloro-Álcalis, Hipoclorito de Sódio, e Cloreto de Hidrogênio.

65 *Personal Protective Equipment for Chlor-Alkali Chemicals,* ed. 5; Pamphlet 65; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2008.**
Equipamentos de Proteção Individual para Produtos Químicos do Setor Cloro-Álcalis.

66 *Recommended Practices for Handling Chlorine Tank Cars,* ed. 4, Pamphlet 66; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009.**
Práticas Recomendadas para o Manuseio do Cloro no seu Transporte em Tanques Ferroviários.

72 *Properties of Chlorine in SI Units,* ed. 3, Pamphlet 72; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.**
Propriedades do Cloro em Unidades do Sistema Internacional.

73 *Atmospheric Monitoring Equipment for Chlorine,* ed. 7, Pamphlet 73; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003.**
Equipamento de Monitoramento Atmosférico para o Cloro.

74 *Guidance on Complying with EPA Requirements under the Clean Air Act Estimating the Area Affected by a Chlorine Release,* ed. 5, Pamphlet 74; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2012.**
Guia para a Estimativa da Área Atingida por Vazamento de Cloro, em Conformidade com Requisitos do *EPA* Relacionados à Lei do Ar Limpo.

76 *Guidelines for the Safe Motor Vehicular Transportation of Chlorine Cylinders and Ton Containers,* ed. 5, Pamphlet 76; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2012.**
Guias para o Transporte Seguro de Cilindros Pequenos e Grandes, em Veículos Automotor.

89 *Chlorine Scrubbing Systems,* ed. 3, Rev. 1; Pamphlet 89; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2008.**
Sistemas de Absorção de Cloro

100 *Dry Chlorine: Definitions and Analytical Issues,* ed. 4, Pamphlet 100; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2012.**
Cloro Seco: Definições e Questões Analíticas.

121 *Explosive Properties of Gaseous Mixtures Containing Hydrogen and Chlorine,* ed. 3, Pamphlet 121; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011.**
Propriedades Explosivas de Misturas Gasosas Contendo Hidrogênio e Cloro.

155 *Water and Wastewater Operators Chlorine Handbook,* ed. 3, Pamphlet 155; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2014.**
Manual do Cloro para Responsáveis por Estações de Tratamento de Água e Águas Residuais.

164 *Reactivity and Compatibility of Chlorine and Sodium Hydroxide with Various Materials,* ed. 2, Pamphlet 164; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2007.**
Reatividade e Compatibilidade do Cloro e do Hidróxido de Sódio com Diversos Materiais.

165 *Instrumentation for Chlorine Service,* ed. 2, Pamphlet 165; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009.**
Instrumentação para Serviços com Cloro.

166 *Angle Valve Guidelines for Chlorine Bulk Transportation,* ed. 2, Pamphlet 166; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2009 [ACERTAR O ANO?].
Guia para Válvulas Angulares para o Transporte de Cloro a Granel

168 *Guidelines for Dual Valve Systems for Bulk Chlorine Transport, e*d. 1, Pamphlet 168; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2013.**
Guia para Sistema de Válvula Dupla para o Transporte de Cloro a Granel.

IB/A *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit "A" for 100- and 150-lb. Chlorine Cylinders, e*d. 12, Pamphlet IB/A; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2013.**
Panfleto de Instrução: *Kit "A"* do *Chlorine Institute* para Cilindros Pequenos de Cloro de 45 a 68 kg.

IB/B *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit "B" for Chlorine Ton Containers, e*d. 10, Pamphlet IB/B; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009.**
Panfleto de Instrução: *Kit "B"* do *Chlorine Institute* para Cilindros Grandes de Cloro.

IB/C *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit "C" for Chlorine Tank Cars and Tank Trucks, e*d. 9, Pamphlet IB/C; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009.**
Panfleto de Instrução: *Kit "C"* do *Chlorine Institute* para Transporte de Cloro a Granel.

11.2 REGULAMENTOS E ESPECIFICAÇÕES DO GOVERNO DOS ESTADOS UNIDOS

Todos os regulamentos e especificações dos Estados Unidos estão disponíveis em *Superintendent of Documents U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402*. www.gpo.gov

11.2.1 *Code of Federal Regulations (CFR), Various Sections.*
Código de Regulamentação Federal *(CFR).* Varias Seções.

11.3 LEIS E REGULAMENTOS DO BRASIL

Muitas leis e regulamentos aplicáveis a produção, manuseio, transporte e utilização do cloro podem ser encontrados nos Websites de Ministérios e Instituições governamentais. Dentre eles, o MMA, MTE, CONAMA, INMETRO e SSST.

11.4 REGULAMENTOS DO CANADÁ

Muitos regulamentos do Canadá podem ser obtidos no *Canadian Government Publishing Center* (Publicações do Governo Canadense), www.publications.gc.ca

11.5 AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH)

Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais.

1330 Kemper Meadow Drive
Cincinnati, OH 45240
www.acgih.org

11.5.1 *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices, Published Annually.*
Valores Limites de Exposição e Indicadores de Exposição Biológica (Publicação Anual).

11.5.2 *Industrial Ventilation Manual: A Manual of Recommended Practices, 28nd Edition, 2013.*
Manual de Ventilação Industrial: Um Manual de Praticas Recomendadas, 28ª Edição, 2013.

11.6 ***AMERICAN SOCIETY MECHANICAL ENGINEERS (ASME)***
Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos

Two Park Avenue
New York, NY 10016-5990
www.asme.org

11.6.1 *Rules for Construction of Pressure Vessels, Sections VIII, Division ASME Boiler and Pressure Vessel Code ANSI/ASME BPV-VIII-1.*
Normas para a Construção de Vasos de Pressão, Seções VIII, Divisão ASME, Código para Caldeiras e Vasos de Pressão ANSI/ASME BPV-VIII-1.

11.7 ***ASTM INTERNATIONAL (ASTM) (FORMELY AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS)***
ASTM INTERNACIONAL (Anteriormente denominada Sociedade Americana para Ensaios e Materiais)

100 Barr Harbor Drive
P.O. Box C700
West Conshohocken, PA 19428-2959
www.astm.org

11.7.1 ASTM-E410 (2008), *Standard Method of Testing for Moisture and Residue in Liquide Chlorine.*
ASTM-E410 (2008), Método Padrão para Analise de Umidade e Resíduos no Cloro Líquido.

11.7.2 ASTM-E649 (2011), *Standard Test Method for Bromine in Chlorine.*
ASTM-E649 (2011), Método de Analise Padrão, para Determinação de Bromo no Cloro.) =

11.7.3 ASTM-E806 (2008), *Standard Test Method for the Determination of Carbon Tetra-chloride and Chloroform in Liquid Chlorine by Direct Injection (Gas Chromatographic Procedure).*
ASTM-E806 (2008), Método de Analise Padronizado para a Determinação de Tetracloreto de Carbono e Clorofórmio em Cloro Líquido, por Injeção Direta – Técnica de Cromatografia Fase Gasosa.

11.7.4 *ASTM-D2022 (2008), Standard Methods of Sampling and Chemical Analysis of Chlorine-Containing Bleaches.*
ASTM-D2022 2008), Métodos Padronizados de Amostragem e Analises Químicas de Alvejantes que Contém Cloro.

11.8 ***COMPRESSED GAS ASSOCIATION (CGA)***
Associação do Gás Comprimido

14501 George Carter Way, Suite 103
Chatilly, VA 20151
www.cganet.com

11.8.1 *Pamphlet C-1, Methods for Hydrostatic Testing of Compressed Gas Cylinders.*
Panfleto C-1, Métodos para Ensaio Hidrostático de Cilindros de Gases Comprimidos.

11.8.2 *Pamphlet C-6, Standard for Visual Inspections of Steel Compressed Gas Cylinders.*
Panfleto C-6, Padrões para Inspeção Visual de Cilindros de Aço para Gás Comprimido.

11.8.3 *Pamphlet P-1, Safe Handling of Compressed Gases in Containers.*
Panfleto P-1, Manuseio Seguro de Gases Comprimidos em Recipientes.

11.8.4 *Pamphlet V-1, Standard for Compressed Gas Cylinder Valve Outlet and Inlet Connections.*
Panfleto V-1, Padrão para as Conexões de Saída e de Entrada das Válvulas de Cilindros de Gás Comprimido.
Este panfleto também é designado como *ANSI B57.1* e *CSA b96.*

11.9 ***NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (NAS)***
Academia Nacional de Ciências

Printing and Publishing Office
500 Fifth Street, NW
Washington, DC 20001
www.nationalacademies.org

11.9.1 *Water Chemicals Codex, 1982.*
Codex de Produtos Químicos para Água, 1982.

11.10 ***NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA)***
Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios

Batterymarch Park
Quincy, MA 02169
www.nfpa.org

11.11 ***NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH)***
Instituto Nacional de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional

1600 Clifton Road
Atlanta, GA 30333
www.cdc.gov/niosh/

11.11.1 *Pocket Guide to Chemical Hazards U.S. Departament of Health and Human Services: 2014.*
Guia de Bolso sobre Perigos Químicos, Departamento de Saúde e Serviços Humanos, 2014.

11.12 ***NSF INTERNATIONAL***
NSF Internacional

789 N. Dixboro Road
Ann Arbor, MI 48105
www.nsf.org

11.12.1 NSF/ANSI Standard 60 – Drinking Water Additives-Health Effects; updated annually.
Padrão 60 da *NSF/ANSI* – Aditivos na Água Potável – Efeitos à Saúde; atualizado anualmente.

11.13 U.S. PHARMACOPEIAL CONVENTION

Convenção da Farmacopéia dos Estados Unidos.

12601 Twinbook Parkway
Rockville, MD 20852
http://www.usp.org/

11.13.1 Food Chemical Codex V, Ninth Edition, 2014
Codex V Produtos Químicos nos Alimentos, Nona Edição 2014.

11.14 OUTRAS REFERÊNCIAS [ELIMINADO DO ORIGINAL – VER SE PERMANECE(11.4.1)]

11.14.1 Adams, F. W; Edmonds, R. G.; *I & EC*, 1937, 29, 447

CLORO

Há mais de 240 anos, um jovem pesquisador sueco, Carl Wilhelm Scheele, descobriu o cloro. Devido à sua reatividade e facilidade de se ligar com outras substâncias, o cloro se tornou um elemento fundamental na química e é essencial na vida de todos. Água potável, produção agrícola, esgotos desinfetados, produtos químicos industriais essenciais, alvejantes, combustíveis, todos dependem do cloro. Produtos farmacêuticos, plásticos, tintas, cosméticos, vernizes, equipamentos eletrônicos, adesivos, vestimentas e peças automobilísticas são exemplos de grupos de produtos que dependem da química do cloro.

APLICAÇÕES DO CLORO

Automotivo
Air Bags (Sacos Infláveis)
Cintos de Segurança
Coxins de Assentamento
Fluidos de Freios
Mangueiras, Correias e Fios
Painéis
Painéis de Instrumentos
Para-choques
Tintas
Tramas de Pneus

Área da Saúde
Embalagem Estéril
Instrumentos Eletrônicos
Juntas Artificiais
Peças para Cirurgias
Produtos de Limpeza
Produtos e Aplicação Ocular
Reagentes de Laboratório

Construção
Carpetes
Encanamentos
Estofamentos
Isolamento de Fiação
Pisos
Rodapés Vinílicos
Tintas
Vernizes

Defesa
Coletes à Prova de Bala
Capacetes
Escudos Policiais
Fibras Impermeáveis à Água
Laminas de Motores a Jato
Mísseis
Paraquedas
Vidros Resistentes a Bala

Eletrônicos
CD, DVD
Fibra Óptica
Isolamento de Fiação
Semicondutores

Manuseio e Produção de Alimentos
Embalagem Estéril
Isolamento Térmico
Produtos Químicos de Proteção de Colheitas
Saneantes de Superfície
Vitaminas B1 e B6

Medicamentos
Anestésicos Locais
Antibióticos
Anti-histamínicos
Descongestionantes
Moderadores de Dor
Tratamento de Câncer

Produção de Metais
Bismuto
Magnésio
Níquel
Titânio
Zinco
Zircônio

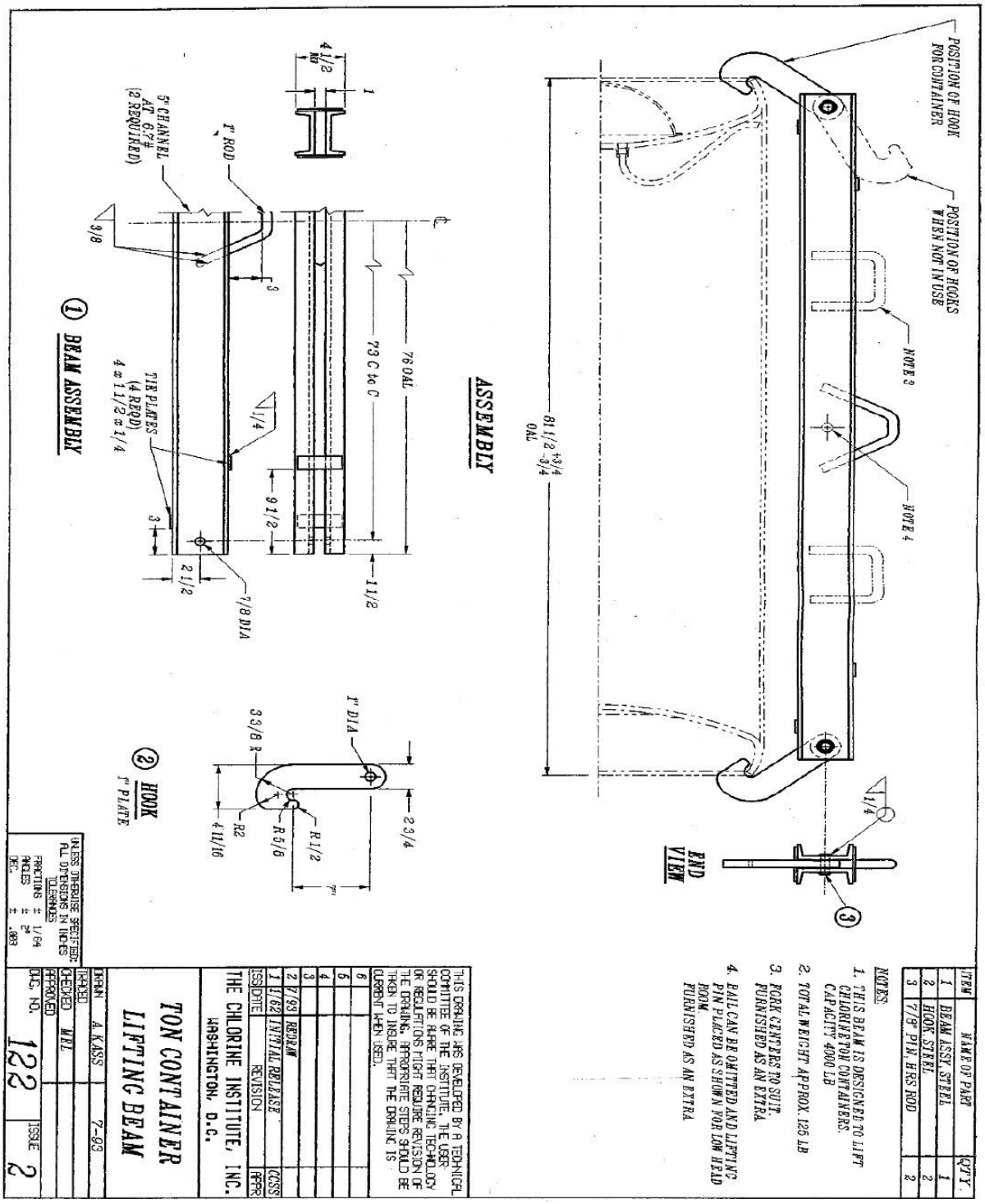
Recreação ao Ar Livre
Barcos Esportivos Infláveis
Barracas
Casacos
Cordas de Náilon
Desinfecção de Piscinas
Empunhadura de Tacos de Golfe
Mochilas
Pranchas de Surfe
Roupas para Proteção da Chuva
Sacos de Dormir
Trajes Esportivos Impermeáveis de Neoprene

Tratamento de Água
Água Potável Saudável
Tratamento de Esgotos

DESENHOS

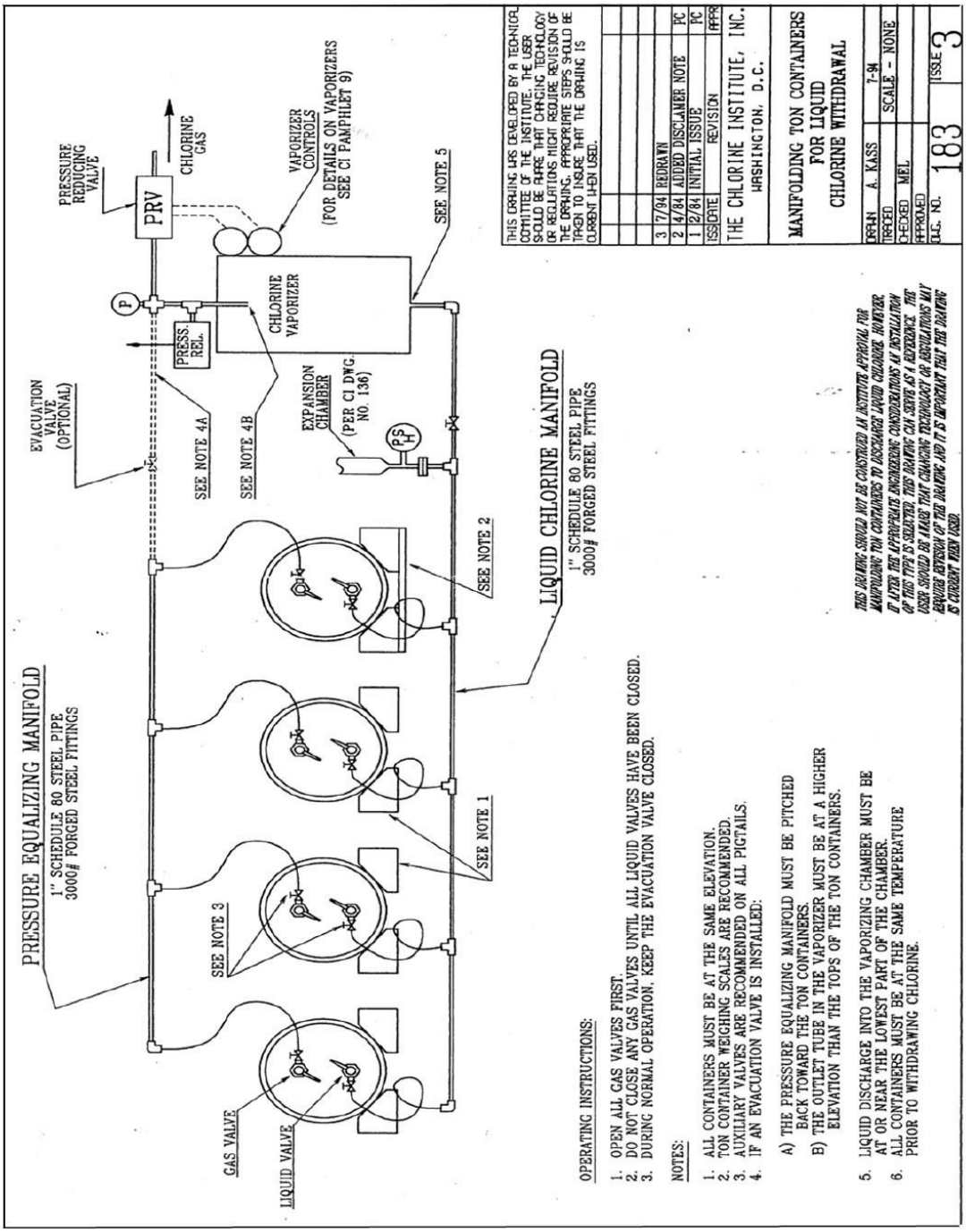
DESENHO 122-2

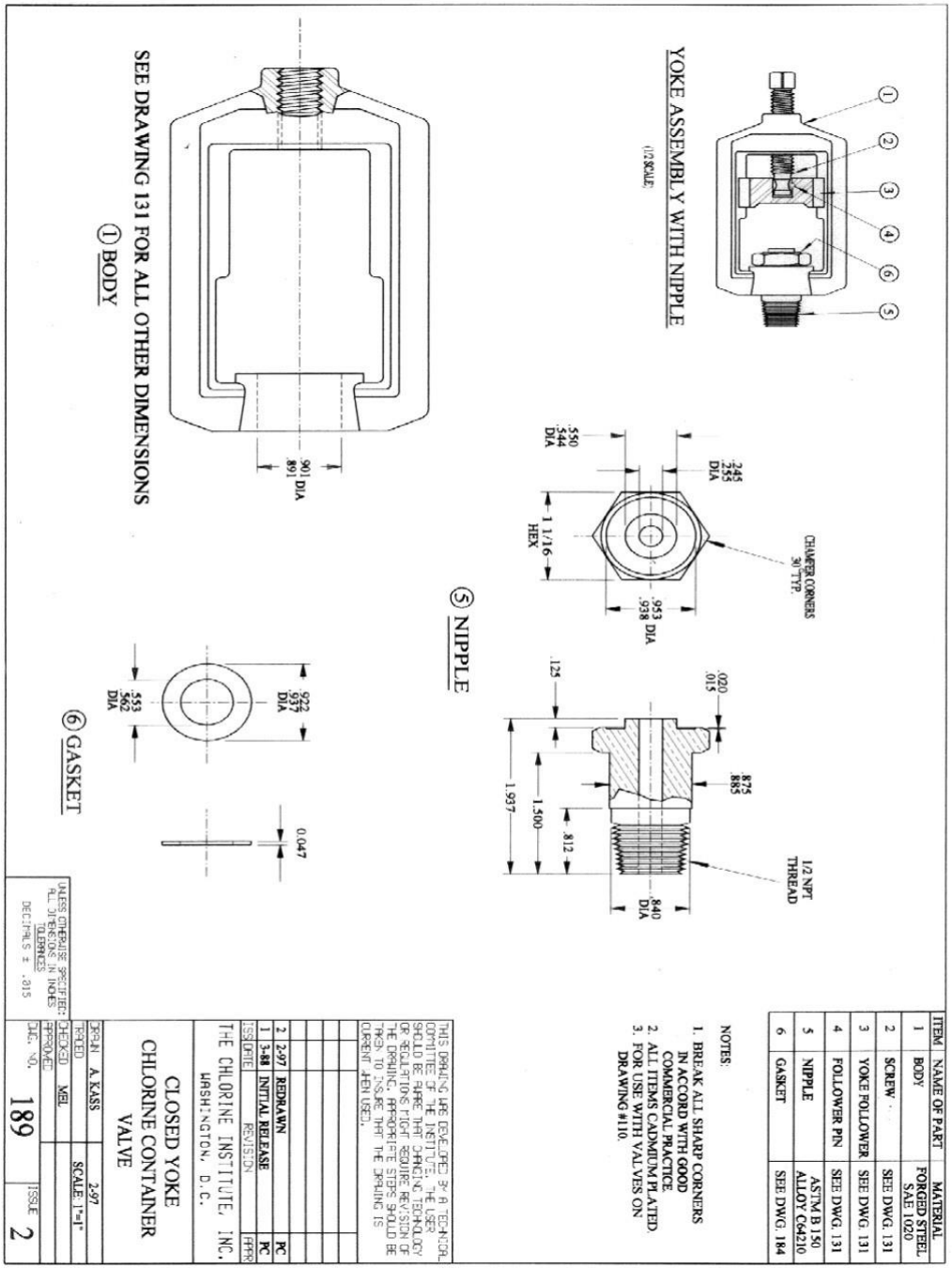
BARRA ELEVATÓRIA PARA MOVIMENTAÇÃO DE CILINDROS GRANDES



DESENHO 183-3

SISTEMA DE *MANIFOLDS* PARA A RETIRADA DE CLORO LÍQUIDO DE CILINDROS GRANDES



DESENHO 189-2

SARGENTO *(YOKE)* PARA CONEXÃO DA SAÍDA DA VÁLVULA DE CILINDRO GRANDE AO SISTEMA DE DESCARREGAMENTO