

Panfleto 155

Manual do Cloro para Responsáveis por Estações de Tratamento de Água e Águas Residuais

3ª Edição
Maio de 2014



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 155 – Water and Wasterwater Operators Chlorine Handbook - Edition 3, May 2014.*

ÍNDICE		PÁG
1	INTRODUÇÃO	4
1.1	ESCOPO	4
1.2	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE PRODUTO DO <i>CHLORINE INSTITUTE</i>	4
1.3	ABREVIACÕES E ACRÔNIMOS	4
1.4	DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE	7
1.5	APROVAÇÃO	8
1.6	REVISÕES	8
1.7	REVISÕES RELEVANTES DESTA EDIÇÃO	8
1.8	REPRODUÇÃO	8
2	INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O CLORO UTILIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUA E ÁGUAS RESIDUAIS	8
2.1	Uso	8
2.2	PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	8
2.3	PROPRIEDADES DO CLORO PARTICULARMENTE RELEVANTES PARA RESPONSÁVEIS POR ESTAÇÕES DE TRATAMENTO	10
3	RECIPIENTES PARA CLORO	14
3.1	GERAL	14
3.2	CILINDROS PEQUENOS	14
3.3	CILINDROS GRANDES	16
3.4	TANQUES EM VEÍCULOS RODOVIÁRIOS (CAMINHÕES OU REBOQUES)	18
3.5	TANQUES EM VAGÕES FERROVIÁRIOS	18
3.6	TANQUES ESTACIONÁRIOS	19
4	TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DE RECIPIENTES DE CLORO	19
4.1	TRANSPORTE DE CLORO	19
4.2	RECEBIMENTO E DESCARREGAMENTO DE RECIPIENTES de Cloro	20
4.3	DETECÇÃO E CORREÇÃO DE VAZAMENTOS	21
4.4	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ARMAZENAMENTO	23
5	SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO E SISTEMAS DE TUBULAÇÃO	25
5.1	SISTEMAS BÁSICOS	25
5.2	SISTEMAS DE TUBULAÇÃO PARA CLORO SECO	26
5.3	SISTEMAS A VÁCUO	29
5.4	VAPORIZADORES (EVAPORADORES)	29
5.5	TESTES E INSPEÇÕES NOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE CLORO	29
5.6	USO DE <i>MANIFOLDS</i> EM CILINDROS PEQUENOS E CILINDROS GRANDES	29
5.7	BLOQUEIO AUTOMÁTICO DO RECIPIENTE	30
5.8	ASSISTÊNCIA DO FORNECEDOR DE CLORO	30
6	CONEXÃO E DESCARREGAMENTO PARA O SISTEMA	30
6.1	TIPOS DE CONEXÃO	30
6.2	RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO DE VAPOR E TEMPERATURA	34
6.3	VAZÃO DE ALIMENTAÇÃO E DESCARREGAMENTO	34
7	ASPECTOS RELEVANTES DA EDIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO	35
7.1	PROJETO E CONSTRUÇÃO	35
7.2	SISTEMAS ELÉTRICOS	36
7.3	VENTILAÇÃO E ENTRADAS DE AR	36
7.4	AQUECIMENTO	36
7.5	SISTEMAS DE BLOQUEIO AUTOMÁTICO E DE ABSORÇÃO DE CLORO	36
7.6	SISTEMAS DE ASPERSÃO (<i>SPRINKLERS</i>)	37
7.7	SAÍDAS E JANELAS	37
7.8	DETECÇÃO DE GÁS	37

8	PROTEÇÃO CONTRA A VIOLAÇÃO DA SEGURANÇA (<i>SECURITY</i>)	37
9	TREINAMENTO DO PESSOAL, SEGURANÇA E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	38
9.1	PROGRAMAS DE TREINAMENTO DO PESSOAL OPERACIONAL	38
9.2	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E SEGURANÇA	40
9.3	OUTROS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	43
10	AÇÕES DE EMERGÊNCIA	43
10.1	PLANEJAMENTO	43
10.2	ESTABELECIMENTO DE PROCEDIMENTOS	44
10.3	TREINAMENTO	46
10.4	AUDITORIAS E EXERCÍCIOS	48
11	ASPECTOS MÉDICOS	48
11.1	PERIGOS A SAÚDE	48
11.2	TOXICIDADE AGUDA	49
11.3	TOXICIDADE CRÔNICA	49
11.4	VÍDEO SOBRE SAÚDE DO <i>CHLORINE INSTITUTE</i>	49
12	PRIMEIROS SOCORROS	50
12.1	INALAÇÃO	50
12.2	CONTATO COM A PELE	52
12.3	CONTATO COM OS OLHOS	52
13	REFERÊNCIAS	52
13.1	REFERÊNCIAS DO <i>CHLORINE INSTITUTE</i>	52
13.2	ENDEREÇOS DE ORGANIZAÇÕES	56
APÊNDICE A	REQUISITOS PARA RELATO CONFORME REGULAMENTO - TÍTULO III SARA	57
APÊNDICE B	REGULAMENTOS DA ADMINISTRAÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO E DA SAÚDE OCUPACIONAL (<i>OSHA</i>) NOS ESTADOS UNIDOS	58
APÊNDICE C	GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA DE PROCESSO (<i>PSM</i>)	60
APÊNDICE D	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO (<i>RMP</i>)	62
DESENHO 183	SISTEMA DE <i>MANIFOLDS</i> PARA A RETIRARADA DE CLORO LÍQUIDO DE CILINDROS GRANDES	64

1 INTRODUÇÃO

1.1 ESCOPO

O cloro é o desinfetante mais utilizado em estações de tratamento de água e águas residuais no mundo. Se bem que os hipocloritos de sódio e cálcio também são utilizados em estações de tratamento de água e águas residuais, este documento trata apenas do uso do cloro elementar.

Este manual tem o objetivo de fornecer informações básicas sobre segurança para o pessoal que atua em estações de tratamento que utilizam cloro. Em todo este texto, o leitor encontra referências a outras publicações do *Chlorine Institute* para tópicos técnicos que requerem explicações detalhadas do assunto abordado, ou assuntos de interesse específico.

1.2 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DO PRODUTO DO CHLORINE INSTITUTE

O *Chlorine Institute, Inc. (CI)* existe para dar sustentabilidade a indústria de cloro-álcalis e servir o público através do fomento de melhorias contínuas dirigidas à segurança, proteção da saúde humana e 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 contínua 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 (*checklists*) 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 ABREVIACÕES E ACRÔNIMOS

ABICLOR	Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas – Norma Brasileira
ACGIH	<i>American Conference of Governmental and Industrial Hygienists</i> Conferência Americana dos Higienistas Industriais e Governamentais
AIHA	<i>American Industrial Hygiene Association</i> Associação Americana de Higienistas Industriais
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> Sociedade Americana para Testes e Materiais; atualmente conhecida apenas pelo acrônimo.
AWWA	<i>American Water Works Association</i> Associação Americana de Atividades com Água
CAS	<i>Chemical Abstracts Service</i> Serviço de Resumos sobre Substâncias Químicas
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i> Código de Regulamentação Federal

<i>CGA</i>	<i>Compressed Gas Association</i> Associação do Gás Comprimido
<i>CHEMTREC</i>	<i>Chemical Transportation Emergency Center</i> Centro de Emergência para o Transporte de Produtos Químicos
<i>CHLOREP</i>	<i>Chlorine Emergency Plan</i> Plano de Emergência com Cloro. Ativado através do <i>CHEMTREC</i> e/ou das empresas do setor cloro-álcalis
<i>CI</i>	<i>The Chlorine Institute Inc.</i> O Instituto do Cloro
Clorador	Um equipamento das Estações de Tratamento de Água utilizado para alimentar as águas com gás cloro.
CLOSUR	Associação Latino Americana da Indústria de Cloro e Derivados
<i>DOT</i>	<i>US Department of Transportation</i> Departamento de Transporte dos Estados Unidos
Entrada da Válvula	É a parte da válvula que é conectada ao cilindro.
<i>EPA</i>	<i>U.S. Environmental Protection Agency</i> Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
<i>EPCRA</i>	<i>Emergency Planning and Community Right-to-Know Act</i> Lei de Planejamento de Emergência e do Direito ao Conhecimento pela Comunidade
EPI	Equipamento de Proteção Individual
<i>ERPG</i>	<i>Emergency Response Planning Guidelines</i> Valores Guias para o Planejamento de Atendimento às Emergências
FISPQ	Ficha de Informações de Segurança sobre Produtos Químicos
<i>HAZMAT</i>	<i>Hazardous Materials</i> Produtos Perigosos
<i>ICC</i>	<i>International Code Council</i> Conselho de Códigos Internacionais
<i>IDLH</i>	<i>Immediately Dangerous to Life and Health</i> Perigo Imediato à Saúde e à Vida
<i>LEPC</i>	<i>Local Emergency Planning Committee</i> Comitê Local de Planejamento de Emergência

Libra	Medida de massa utilizada nos Estados Unidos. Uma libra corresponde a 0,0453923 kg.
<i>Manifold</i>	Dispositivo tubular que consiste em um tubo com diversas derivações na parte lateral para ligação e admissão de cloro gás ou líquido de diversos cilindros, e uma saída para o cloro gás ou líquido. Ele permite que diversos cilindros alimentem simultaneamente o processo de um usuário do produto. Ver Desenho 183 do <i>Chlorine Institute</i> .
MAPR	Máscara Autônoma de Proteção Respiratória Equipamento que fornece uma pressão ou fluxo positivo constante dentro de uma máscara, mesmo quando o usuário inala ar profundamente ou quando realiza um trabalho pesado. Também chamada de “Equipamento Autônomo de Proteção Respiratória” ou Equipamento Respiratório Completo. Em inglês <i>SCBA</i> .
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego (Brasil)
<i>NFPA</i>	<i>National Fire Protection Association</i> Associação Nacional de Proteção contra Incêndio
<i>NGO</i>	<i>National Gas Outlet</i> Padrão Nacional para as Roscas de Saída das Válvulas de Cilindros de Gás (Estados Unidos)
<i>NIOSH</i>	<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i> Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional
<i>NPT</i>	<i>National Pipe Threads</i> Padrão Nacional para as Roscas de Tubos (Estados Unidos)
Onça fluida	Medida de volume utilizada nos Estados Unidos. Uma onça fluida corresponde a 0,02841 dm ³
<i>OSHA</i>	<i>Occupational Safety and Health Administration</i> Administração de Segurança e Saúde Ocupacional
PAE	Plano de Atendimento a Emergências
PAM ABICLOR	Plano de Auxílio Mútuo da Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados (ABICLOR) para favorecer o atendimento de ocorrências acidentais que envolvem produtos do setor cloro-álcalis.
<i>PEL</i>	<i>Permissible Exposure Limits</i> Limites de Exposição Permissíveis
PRÓ-QUÍMICA	Um Serviço da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) para comunicação de ocorrências acidentais e obtenção de informações que auxiliem o atendimento
<i>PSM</i>	<i>Process Safety Management</i> Gerenciamento de Segurança de Processo
Recipiente de cloro	Os cilindros grandes e pequenos, e também os tanques de transporte de cloro, quando o termo for utilizado para uma designação genérica.

<i>RMP</i>	<i>Risk Management Plan</i> Plano de Gerenciamento de Risco
<i>RMPR</i>	<i>Risk Management Program Rule</i> Regras do Programa de Gerenciamento de Risco
<i>RQ</i>	<i>Reportable Quantity</i> Quantidade que, nos Estados Unidos, Exige Relato às Autoridades. É uma quantidade (em peso) definida pelo <i>EPA</i> para certos produtos perigosos. As empresas devem relatar ao <i>National Response Center</i> (Centro Nacional de Atendimento) os vazamentos de produtos químicos iguais ou superiores ao <i>RQ</i> . O relato deve ser feito, no máximo em 24 horas após o evento. Para o cloro, o <i>RQ</i> estabelecido é de 4,5 kg.
Saída da Válvula	É a parte do corpo da válvula através da qual o cloro é introduzido ou descarregado.
<i>SARA</i>	<i>Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986</i> Lei de Emenda ao Fundo Fiduciário (<i>Superfund</i>) e Reautorização de 1986
<i>SCBA</i>	<i>Self-Contained Breathing Apparatus</i> – Ver MAPR
<i>SDS (MSDS)</i>	<i>Safety Data Sheet (Material Safety Data Sheet)</i> – O mesmo que FISPQ
<i>STEL</i>	<i>Short-Term Exposure Limits</i> Limites de Exposição de Curto Prazo
<i>TC</i>	<i>Transport Canada</i> Departamento de Transporte do Canadá
<i>TLV</i>	<i>Threshold limit value</i> Valor Limite de Exposição
Tonelada Curta	<i>Short-ton</i> . Medida de massa utilizada nos Estados Unidos. Corresponde a 2.000 libras ou aproximadamente 907 kg.
<i>TWA</i>	<i>Time-Weighted Average</i> Média Ponderada pelo Tempo
<i>WEF</i>	<i>Water Environment Federation</i> Federação Ambiental de Água

1.4 **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 recomendações de segurança aqui contidas. Além disso, não se deve presumir que todos os procedimentos de segurança estejam aqui incluídos, 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 nos regulamentos 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 regulamentos federais, estaduais, ou municipais, e nem com os códigos nacionais de segurança ou requisitos de companhias de seguros.

1.5 APROVAÇÃO

A Equipe de Gerenciamento do Produto nos Clientes do *Chlorine Institute* aprovou a 3ª Edição deste manual em 19 de maio de 2014.

1.6 REVISÕES

Sugestões em relação à tradução deste panfleto devem ser encaminhadas para a CLOROSUR.

Sugestões de revisão no documento original devem ser encaminhadas à Secretaria do *Chlorine Institute*

1.7 REVISÕES RELEVANTES DESTA EDIÇÃO

Esta edição inclui mudanças para estar alinhada com outras atualizações recentes de publicações do *Chlorine Institute*, e expande o texto, particularmente na Seção 3 (Recipientes para Cloro) e 4.3 (Detecção e Correção de Vazamentos).

1.8 REPRODUÇÃO

O conteúdo da versão original deste panfleto não deve ser copiado para publicação, no seu todo ou em parte, sem a permissão do *Chlorine Institute*. A versão traduzida não pode ser reproduzida para publicação sem autorização da CLOROSUR.

2 INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O CLORO UTILIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUA E ÁGUAS RESIDUAIS

2.1 Uso

O uso principal do cloro em água potável é como um desinfetante para destruir organismos nocivos. Ele também pode remover a cor e os compostos de amônia, eliminar o sulfeto de hidrogênio, oxidar o ferro e o manganês transformando-os nas suas formas insolúveis, e reduzir sabores e odores indesejáveis.

O uso principal do cloro no tratamento de águas residuais é para a desinfecção do efluente protegendo as águas recebidas. Outros usos em águas residuais incluem a destruição do sulfeto de hidrogênio, o controle de odores, a remoção de amônia e compostos de amônia, o controle da biomassa filamentosa, a oxidação de compostos orgânicos e o controle de moscas-dos-filtros.

2.2 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

O símbolo químico do elemento cloro é Cl. O cloro existe como uma molécula contendo dois átomos, cujo símbolo químico é Cl₂. O cloro possui peso atômico de 35.453, um peso molecular de 70.906, e o número atômico 17. Algumas das propriedades físicas do cloro estão representadas na Tabela 2.1. Embora ele não seja explosivo ou inflamável, como líquido ou gás pode reagir violentamente com diversas substâncias. O cloro é levemente solúvel em água (0,3 a 0,7% em peso).

O gás cloro possui uma coloração amarela esverdeada. Seu odor característico é desagradável e pungente, semelhante a alvejantes que contém cloro em sua composição, e é detectado pelo

cheiro a concentrações muito baixas entre 0,2 a 0,4 ppm. Ele é aproximadamente duas vezes e meia, mais pesado que o ar. Em consequência, caso o gás cloro escape de um recipiente ou sistema, ele irá buscar o local mais baixo da área ou edifício.

O cloro líquido apresenta coloração âmbar e é aproximadamente uma vez e meia, mais pesado que a água. O cloro é raramente encontrado em sua forma líquida, pois ele ferve (se converte em gás) a aproximadamente -34°C (-29°F) à pressão atmosférica.

O termo cloro seco não se refere a compostos clorados secos como Hipoclorito de Cálcio. Ele se refere ao cloro elementar líquido ou gasoso, com baixíssimo conteúdo de água. Ver Panfleto 100 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1. Embora o cloro seco reaja violentamente com alguns metais, ele não é corrosivo a metais como cobre ou aço carbono. Entretanto, o cloro úmido é altamente corrosivo para a maioria dos metais – ver Seção 2.3.5. O cloro é expedido em tanques de transporte ferroviários e rodoviários, e em cilindros pequenos e cilindros grandes é o cloro seco.

Os problemas atribuídos ao cloro úmido geralmente decorrem da umidade em um sistema, e podem resultar de práticas operacionais insatisfatórias na estação de tratamento de água ou de águas residuais.

Tabela 2.1 - Propriedades Físicas do Cloro

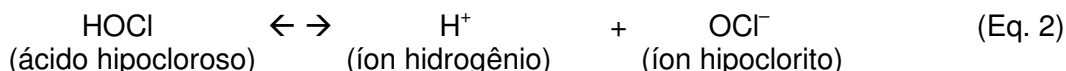
Ponto de ebulição (ou de liquefação) A 1 atmosfera (*)	$-33,97^{\circ}\text{C}$ ou $-29,15^{\circ}\text{F}$
Ponto de fusão (ou de congelamento) A 1 atmosfera (*)	$-100,98^{\circ}\text{C}$ ou $-149,765^{\circ}\text{F}$
Massa específica do líquido A 16°C (60°F)	1.422 kg/m^3 ou 88.76 lb/ft^3
Massa específica do gás A $1,1^{\circ}\text{C}$ (34°F)	$3,213\text{ kg/m}^3$ ou $0,2006\text{ lb/ft}^3$
Densidade relativa do líquido A 0°C (32°F)	1,468 (água = 1)
Densidade relativa do gás A 0°C (32°F)	2,485 (ar = 1)
Solubilidade na água A $21,1^{\circ}\text{C}$ (70°F)	0,7% em peso
Pressão de vapor: A 0°C (32°F) A 25°C (77°F) A $48,9^{\circ}\text{C}$ (129°F)	$368,9\text{ kPa}$ ($53,51\text{ psi}$) $778,8\text{ kPa}$ ($112,95\text{ psi}$) $1.316,8\text{ kPa}$ (191.01 psi)

(*) 1 atmosfera = $101,325\text{ kPa}$ ou $14,696\text{ psi}$.

O gás cloro reage com água para formar os ácidos hipocloroso e clorídrico (Eq. 1):



O ácido hipocloroso dissocia-se em água e forma os íons hidrogênio e hipoclorito (Eq. 2):



O grau de dissociação depende do pH e da temperatura da água.

O ácido hipocloroso é a forma dominante do cloro em água com pH acima de 7,8. Uma porcentagem significativa do cloro permanece ainda na forma de ácido hipocloroso em pH entre 8 e 9 (Tabela 2.2). Cada estação de tratamento deve determinar a dose e a quantidade residual necessária para alcançar a desinfecção. O ácido hipocloroso é a forma predominante do cloro para a desinfecção.

Tabela 2.2 - Porcentagem de Ácido Hipocloroso e do Íon Hipoclorito a 20°C (68°F)

pH	% HOCl	% OCl ⁻
5,0	99,7	0,3
5,5	99,2	0,8
6,0	97,5	2,5
6,5	92,4	7,6
7,0	79,3	20,7
7,5	54,8	45,2
8,0	27,7	72,3
8,5	10,8	89,2
9,0	3,7	96,3
9,5	1,2	98,8
10,0	0,4	99,6
10,5	0,1	99,9

2.3 PROPRIEDADES DO CLORO PARTICULARMENTE RELEVANTES PARA RESPONSÁVEIS POR ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

2.3.1 Relação Entre os Volumes do Líquido e do Gás

Um volume de cloro líquido produz aproximadamente 460 volumes de gás cloro. Por exemplo, 1 libra ou aproximadamente 11,7 onças fluidas de cloro líquido produz aproximadamente 5,4 pés cúbicos de 100% de gás cloro quando vaporizados á temperatura normal de 21,1°C (70°F) e à pressão atmosférica. Desse modo, um cilindro de 150-lb pode preencher completamente um ambiente de 10 x 10 x 8 pés com 100% de gás cloro.

Nota de Tradução: Conversão para unidades do sistema internacional. A evaporação de 1 kg de cloro líquido, nas condições de temperatura e pressão ambiente, resulta em 0,337 m³ de 100% de cloro gás. Com isto, a evaporação do cloro de um cilindro de 68 kg (150 lb) resulta em aproximadamente 22,9 m³ de 100% de cloro gás. Este volume preenche um ambiente de 3 x 3 x 2,5 m.

2.3.2 Efeito da Temperatura na Relação Líquido/Gás

A vaporização do cloro líquido na pele ou vestimentas pode reduzir a temperatura a ponto de causar ulcerações pelo frio (mesmo através de roupas com alta qualidade de proteção), embaçar as máscaras de proteção facial, ou causar o congelamento de calçados no solo. É essencial que os equipamentos de proteção individual (EPI) apropriados sejam utilizados durante todas as operações de rotina.

2.3.3 Efeitos Fisiológicos da Exposição ao Cloro

O cloro é uma substância irritante para os olhos, pele, membranas mucosas, e sistema respiratório. A preocupação principal com relação à exposição ao cloro é o sistema respiratório seguida dos olhos. O impacto da exposição do cloro é dependente tanto da concentração como do tempo. Indivíduos com enfermidades respiratórias crônicas devem informar que irão trabalhar com cloro ao seu médico. Preocupações adicionais poderão ser necessárias. A Tabela 2.3 resume os níveis de exposição e efeitos em humanos.

Tabela 2.3 – Limites de Exposição ao Cloro e/ou Efeitos em Relação a Humanos	
Exposição (ppm)	Possíveis Efeitos
0,2 – 0,4	Concentração de percepção odorífera (a percepção do odor se reduz com o passar do tempo).
Menor que 0,5	Nenhum efeito crônico ou agudo conhecido
0,5	<i>ACGIH TLV-TWA</i> <i>NIOSH REL-Ceiling</i>
0,8	<i>MTE LT</i>
1	<i>OSHA PEL – Ceiling</i> <i>ACGIH TLV-STEL</i> <i>AIHA ERPG-1</i>
2,4	<i>MTE VT</i>
1 – 3	Irritação branda da membrana mucosa, tolerada por até 1 hora.
3	<i>AIHA ERPG – 2</i>
5 – 15	Irritação moderada do trato respiratório. O gás é muito irritante e é improvável que qualquer pessoa permaneça nesta exposição por mais que um breve tempo, a menos que a pessoa esteja impedida ou inconsciente.
10	<i>NIOSH IDLH</i>
20	<i>AIHA ERPG – 3</i>
30	Imediata dor no peito, vômito, dispneia (dificuldade na respiração), tosse.
40 – 60	Pneumonite tóxica (inflamação dos pulmões) e edema pulmonar.
430	Exposição letal após 30 minutos
1000	Fatal em poucos minutos.

Nota: Os valores apresentados na Tabela 2.3, que não são designados como *ACGIH*, *AIHA*, *NIOSH* ou *OSHA*, são valores do *Medical Toxicology: Diagnosis and Treatment of Human Poisoning* (Toxicologia Médica: Diagnóstico e Tratamento de Envenenamento Humano), Ellenron, M.J. and D.G. Barceloux, Eds., Elsevier, New York (1988). Pp. 878-879.

Definição de termos da tabela acima:

TLV-TWA	<i>Threshold Limit Value – Time Weighted Average (ACGIH)</i> Valor Limite de Exposição – Média Ponderada pelo Tempo
REL-Ceiling	<i>Recommended Exposure Limit - Ceiling (NIOSH)</i> Valor Recomendado como Limite de Exposição – Valor Teto
PEL-Ceiling	<i>Permissible Exposure Limit – Ceiling (OSHA)</i> Valor Limite de Exposição Permitida – Valor Teto
TLV-STEL	<i>Threshold Limit Value – Short Term Exposure Limit (ACGIH)</i> Valor Limite de Exposição – Exposição de Curta Duração
ERPG	<i>Emergency Response Planning Guidelines (AIHA)</i> Valores Guias para o Planejamento de Atendimento a Emergências Os valores guias de concentração foram desenvolvidos pela AIHA, com a intenção de fornecer estimativas de concentração que podem ser consideradas uma razoável observação antecipada dos efeitos adversos à saúde, como descrito nas definições ERPG-1, ERPG-2 e ERPG-3.
ERPG-1	A máxima concentração de uma substância, abaixo da qual é considerado que 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.
ERPG-2	A máxima concentração de uma substância, abaixo da qual é considerado que todos os indivíduos podem ser expostos, por até uma hora sem experimentar ou desenvolver efeitos graves ou irreversíveis, ou sintomas que possam impedir a habilidade de um individuo adotar ações de proteção.
ERPG-3	A máxima concentração de uma substância, abaixo da qual é considerado que todos os indivíduos podem ser expostos, por até uma hora sem experimentar ou desenvolver efeitos ameaçadores à saúde.
LT	Limite de Tolerância - Valor Limite de Exposição – Média Aritmética das Amostragens. (MTE)
VT	Valor Teto – Limite que não deve ser ultrapassado em nenhum momento da jornada de trabalho
IDLH	<i>Immediately Dangerous to Life and Health Concentration</i> Concentração Imediatamente Perigosa à Vida e à Saúde Uma condição “que apresenta uma ameaça de exposição a contaminantes do ar, quando há probabilidade desta exposição causar a morte, ou efeitos adversos permanentes à saúde, ou impede a fuga do ambiente”.
ACGIH	<i>American Conference of Governmental and Industrial Hygienists</i> Conferencia Americana de Higienistas Industriais e Governamentais
NIOSH	<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i> Instituto Nacional de Segurança no Trabalho e Saúde Ocupacional
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration; http://www.osha.gov/</i> Administração da Segurança no Trabalho e da Saúde Ocupacional
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
AIHA	<i>American Industrial Hygiene Association</i> Associação Americana de Higiene Industrial

Para a proteção dos efeitos prejudiciais do cloro, os equipamentos de proteção individual (EPI) apropriados devem ser utilizados, especialmente quando da conexão e desconexão de recipientes (tanques ou cilindros) de cloro. Ver o Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) para mais informações sobre EPI.

2.3.4 Reação com água

O cloro é levemente solúvel em água, e forma uma solução fraca de ácido clorídrico e ácido hipocloroso (Ver Eq.1). O hidrato de cloro ($\text{Cl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), uma substância esverdeada com aparência semelhante ao gelo, pode ser formado como cristais a temperaturas inferiores a $9,6^\circ\text{C}$ ($49,3^\circ\text{F}$) a pressão atmosférica.

O hidrato de cloro também pode se formar a temperaturas mais altas caso o cloro esteja submetido a pressões elevadas. Estes cristais podem interferir na execução adequada de operações nos sistemas de cloração.

2.3.5 Reações com Metais

Abaixo de 121°C (250°F), metais como ferro, cobre, aço, chumbo, níquel, platina, prata e tântalo são resistentes ao cloro seco (no estado líquido ou gasoso). Em temperaturas normais, o cloro seco reage (muitas vezes violentamente) com o alumínio, arsênio, ouro, mercúrio, selênio, telúrio, estanho e titânio. O ponto de ignição espontânea do aço carbono é 251°C (483°F) em atmosfera de cloro. No entanto, dependendo de outros fatores, como impurezas e área superficial a ignição pode ocorrer a temperaturas menores. Ver Panfleto 164 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

O cloro úmido forma ácidos e é muito corrosivo para a maioria dos metais. A platina, a prata, e o tântalo são resistentes tanto ao cloro seco como ao cloro úmido. O titânio apresenta uma característica particular, pois é resistente ao cloro úmido, mas não pode ser utilizado em contato com cloro seco. Especialistas devem ser consultados em caso de sua utilização em sistemas que utilizam cloro úmido.

2.3.6 Outras reações

O cloro deve ser armazenado afastado da amônia e compostos de amônia, pois reações potencialmente violentas podem ocorrer resultando em uma liberação de cloro.

O cloro reage com diversos compostos orgânicos. Algumas destas reações podem ser violentas ou explosivas, incluindo aquelas com óleos, gorduras, solventes, agentes refrigeradores, e outros hidrocarbonetos. A separação destes produtos durante o armazenamento e uso é essencial para segurança. Esta prática é especialmente importante quando novos componentes, incluindo tubulação, são adicionados ao sistema. Até mesmo finas camadas de óleos e gorduras podem reagir violentamente. Ver Panfletos 6 e 164 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1).

3 RECIPIENTES PARA CLORO

3.1 GERAL

Nos locais de produção o cloro é armazenado em vasos de pressão como gás liquefeito sob pressão. A expedição e o transporte do cloro, habitualmente são realizados em cilindros pequenos, cilindros grandes, tanques de carga a granel rodoviários e ferroviários. Os cilindros pequenos e os cilindros grandes possuem muitas similaridades com relação ao manuseio, porém são necessários diferentes equipamentos para lidar com emergências envolvendo cada um destes tipos de recipiente. Os *kits* de emergência do *Chlorine Institute* e os recipientes de recuperação de cilindros são projetados para conter a maioria dos vazamentos nos recipientes. Isto inclui:

- *Kit A*: para cilindros pequenos de 45 e 68 kg (100-lb e 150-lb);
- *Kit B*: para cilindros grandes de 907 e 1000 kg (1 tonelada americana e 1 tonelada métrica);
- *Kit C*: para tanques de carga rodoviário e ferroviário, e
- Recipientes de recuperação para cilindros pequenos 45 e 68kg (100-lb e 150-lb) de 100 a 150 lb.

Nota 1: No Brasil, quando se faz menção a um tipo específico de cilindro, deve-se mencionar que se trata do cilindro grande ou do cilindro pequeno para evitar confusão na comunicação. O termo cilindro (sem complemento) pode ser utilizado quando se faz uma referência aplicável aos dois tipos de cilindros. Esta distinção é importante, por exemplo, em caso de uma emergência (para orientação do kit de emergência a ser providenciado).

Nota 2: Nos Estados Unidos o termo “*cylinder*” refere-se ao cilindro pequeno e o termo “*ton container*” refere-se ao cilindro grande.

Os cilindros grandes e cilindros pequenos devem ser sempre manuseados adotando-se as precauções necessárias e não devem estar soltos de modo que possam cair ou sofrerem impactos. Durante o transporte, os recipientes devem estar presos de modo a evitar que se movimentem no interior do veículo. Para o descarregamento deve estar disponível, uma plataforma na instalação, ou um dispositivo hidráulico no caminhão. Quando os cilindros grandes ou pequenos não estiverem em uso, eles devêm ser mantidos com o capacete ou tampa de proteção das válvulas, e com a tampa (*cap*) de saída das válvulas colocadas. Ver o Panfleto 76 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) para recomendações sobre o modo de içar e transportar cilindros.

3.2 CILINDROS PEQUENOS

Os cilindros pequenos de cloro podem ter uma base côncava ou convexa (Figura 3.1). Aqueles com base convexa possuem um anel na base fabricado em aço, para manter o cilindro em pé. O anel da base pode ser de fundo protegido ou do tipo fundo duplo (Figura 3.1). Apenas um orifício é permitido nestes cilindros. Os tamanhos mais comuns são 45 kg (100 lb) e 68 kg (150 lb). A Tabela 3.1 relaciona as dimensões e os pesos das taras dos cilindros de 45 kg (100lb) e 68 kg (150lb). O peso da tara inclui o peso de um cilindro vazio com a válvula e o bujão-fusível (dispositivo de alívio de pressão), mas sem o capacete de proteção da válvula. O *Chlorine Institute* desenvolveu critérios para as válvulas de cilindros. Estes critérios podem ser encontrados em um apêndice do Panfleto 17 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1). As roscas da saída da válvula são roscas 14 *NGO*, e não as roscas do padrão *NPT*.



Figura 3.1 - Cilindro Pequeno de Cloro
 Esquerda – fundo côncavo. Direita – fundo convexo
 Superior à direita – fundo duplo. Inferior à direita – anel da base

As válvulas de cilindro são equipadas com um dispositivo de alívio de pressão que é um bujão (*plug*) de metal fundível instalado no corpo da válvula, localizado abaixo da sede da válvula. O metal fusível é projetado para fundir entre 70°C e 74°C (158°F e 165°F) para aliviar a pressão e prevenir ruptura do cilindro em caso de exposição à temperatura igual ou superior a do ponto de fusão do metal do bujão-fusível. Este dispositivo não atua na ausência de altas temperaturas. Nos Estados Unidos, a faixa de temperaturas da atuação do bujão-fusível atende o requisito da Parte 173.301(f) do Título 49 do *CFR*, e no Brasil, os requisitos da Norma NBR 13295 – Distribuição e Manuseio do Cloro.

Os cilindros pequenos devem ser sempre armazenados em pé. Eles possuem estampado o peso da tara, número da especificação, número de série, ano da fabricação, marca do fabricante e a data do último teste hidrostático, na área próxima do colarinho do cilindro. O *DOT*, nos Estados Unidos, o *TC* no Canadá e a *ABNT* no Brasil exigem a realização do teste hidrostático nos cilindros pequenos a cada cinco anos. Estados Unidos a contagem do prazo para o próximo teste é feita em relação ao mês e não a data específica do teste. Por exemplo, um cilindro que foi testado em junho de 2013 deve ser novamente submetido ao teste hidrostático até 30 de junho de 2018. O regulamento do *DOT*, nos Estados Unidos e a norma da *ABNT* NBR 13295 proíbem apagar ou desfigurar as marcações nestes cilindros. Os cilindros pequenos devem ser projetados para uso do *Kit A* de Emergências com Cloro do *Chlorine Institute*.

Tabela 3.1 - Dimensões e Pesos dos Cilindros Pequenos e Grandes

Capacidade		45 kg (100 lb)	68 kg (150 lb)	907 kg 2.000 lb
Volume do cloro líquido (aproximadamente a 15,6°C / 60°F)	(L)	31,87	47,85	637,8
	(gal)	8,42	12,64	168,5
Peso da tara (peso vazio original)	(kg)	29 – 52	39 – 64	590 – 748
	(lb)	63 – 115	85 – 140	1.300 – 1.650
Diâmetro externo	(mm)	210 – 273	260 – 273	762
	(in)	8,25 – 10,75	10,25 – 10,75	30
Altura do Cilindro Pequeno	(mm)	1.003 – 1.499*	1.346 – 1.422*	
	(in)	39,5 – 59*	53 – 56*	
Comprimento do Cilindro Grande	(mm)			2.026 – 2.096
	(in)			79,75 – 82,5

* A altura considerada é até o topo do capacete de proteção da válvula. A altura para o centro da saída da válvula é de aproximadamente 89 mm (3,5 in) ou menor.

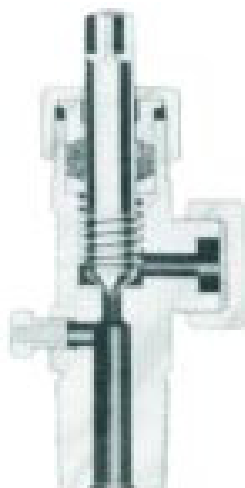


Figura 3.2 - Válvula Típica do Cilindro Pequeno (Outros Projetos de Válvula Podem ser

3.3 CILINDROS GRANDES

Os Cilindros Grandes (Figura 3.3) são recipientes de aço soldados, com capacidade de 907 kg ou 1000 kg (2000 lb ou 2200 lb) de cloro e com peso de até 1659 kg (3.650 lb) quando cheios. Eles possuem estampado na borda do tampo de extremidade o peso da tara, número da especificação, número de série, ano da fabricação, marca do fabricante e a data do teste hidrostático mais recente. Consulte a Tabela 3.1 para informações a respeito das dimensões e pesos. O *DOT*, nos Estados Unidos, o *TC* no Canadá e a *ABNT* no Brasil exigem a realização do teste hidrostático nos cilindros grandes a cada cinco anos. Nos Estados Unidos contagem do prazo para o próximo teste é feita em relação ao mês e não a data específica do teste. Por exemplo, um cilindro que foi testado em abril de 2013 deve ser novamente submetido ao teste hidrostático até 30 de abril de 2018. O regulamento do *DOT*, nos Estados Unidos e a norma da *ABNT NBR 13295* proíbem apagar ou desfigurar as marcações nos cilindros.

As extremidades (tampos) são côncavas ou convexas e soldadas ao corpo do cilindro. As bordas de extremidade (partes da parede de aço do cilindro grande que se estende além de cada tampo de extremidade) são providas de uma substancial empunhadura para prender os ganchos da barra elevatória de levantamento dos cilindros (Ver Figura 4.1). As válvulas são protegidas por uma tampa de proteção removível de aço habitualmente chamada de capacete. Os cilindros grandes possuem duas válvulas e podem abastecer tanto com líquido como com gás. Quando as válvulas são adequadamente alinhadas na posição vertical, a válvula superior fornece gás cloro enquanto a válvula inferior fornece cloro líquido. O cilindro grande de 907 kg possui três bujões-fusíveis em cada extremidade, e o de 1000 kg possui oito, quatro em cada extremidade. O metal fusível é projetado para fundir na temperatura entre 70°C e 74°C (158°F e 165°F) para aliviar a pressão interna. Nos Estados Unidos, isto atende aos requisitos do *DOT*, Parte 173.301(f) do Título 49 do *CFR* e no Brasil, os requisitos da Norma NBR 13295. Estes dispositivos atuam quando submetidos às temperaturas, igual ou superior ao ponto de fusão do metal. No entanto, ele não atua na ausência de temperatura alta.

O *Chlorine Institute* desenvolveu critérios para as válvulas de cilindros. Estes critérios podem ser encontrados em um apêndice do Panfleto 17 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1). As roscas de saída da válvula são roscas 14 *NGO*, e não as roscas padrão *NPT* (roscas padrão de tubulação). Os cilindros grandes devem ser projetados para uso do *Kit B* de Emergência com Cloro do *Chlorine Institute*.

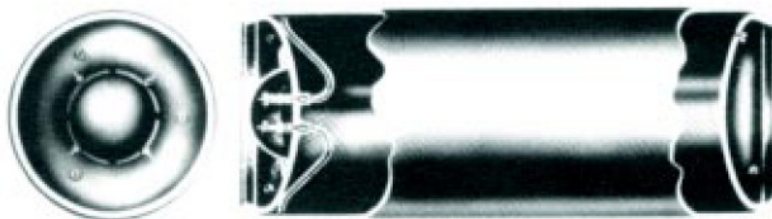


Figura 3.3 - Cilindro Grande de Cloro



Figura 3.4 - Válvula Típica do Cilindro Grande (Outros Projetos Também Podem ser Utilizados)

3.4 **TANQUES EM VEÍCULOS RODOVIÁRIOS (CAMINHÕES OU REBOQUES)**

Os tanques em veículos rodoviários são utilizados na expedição e transporte de cloro a granel. No Brasil, este transporte ocorre em caminhões ou em reboques. Os tanques têm capacidade entre 12 e 28 toneladas métricas; nos Estados Unidos eles têm capacidade entre 13,6 e 20 toneladas métricas (15 a 22 toneladas americanas). Os tanques de cloro, em veículos rodoviários, possuem flange da boca de visita, e uma montagem das válvulas operacionais e da válvula de segurança semelhante àquela dos tanques em vagões ferroviários. Ver Seção 3.5.

Muitos tanques de cloro em veículos rodoviários possuem quatro válvulas angulares. Eles também possuem uma válvula de segurança para aliviar o excesso de pressão acumulada dentro do tanque. Esta válvula é projetada para aliviar pressão a 1.551 kPa (225 *psig*). Duas das válvulas angulares estão posicionadas na linha longitudinal do tanque. Estas válvulas estão conectadas a tubos pescantes (tubos de educação) que se estendem, de forma perpendicular até o fundo do tanque. Elas são utilizadas para o descarregamento do cloro na fase líquida. Outras duas válvulas angulares estão posicionadas em uma linha perpendicular ao comprimento do tanque e são conectadas à fase de vapor. Estas válvulas nunca devem ser utilizadas para retirada de gás, mas elas podem ser usadas para a pressurização do tanque quando for necessário aumentar a vazão de retirada do líquido. Até 2009, os tanques utilizados no transporte rodoviário sempre foram equipados com as válvulas de excesso de fluxo instaladas sob as válvulas angulares, que são projetadas para interromper o fluxo quando este excede 3.200 kg/h (7.000 lb/h).

Desde 2009, os tanques para o transporte rodoviário de cloro podem ser equipados com um projeto de válvula alternativa. 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).

O *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* foi projetado para estancar vazamentos em tanques de cloro empregados no transporte rodoviário. Ver o Panfleto 49 e o Panfleto de Instrução do *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Para informações adicionais sobre o transporte de cloro em veículos rodoviários, consultar os Panfletos 1, 49, 166 e 168 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

3.5 **TANQUES EM VAGÕES FERROVIÁRIOS**

Os tanques em vagões ferroviários são utilizados para o transporte de cloro a granel nos Estados Unidos possuem capacidade de aproximadamente 50, 77 e 82 toneladas métricas (55, 85, e 90 toneladas americanas); eles não devem ser carregados excedendo estes valores. No Brasil, o transporte de cloro por este modal não é realizado na atualidade. O único orifício em um tanque de carga de cloro para transporte ferroviário é a boca de visita. No seu flange estão as válvulas que são protegidas por uma cobertura (domo) de proteção.

Muitos tanques de cloro em vagões possuem quatro válvulas angulares. Eles também possuem uma válvula de segurança para aliviar o excesso de pressão acumulada dentro do tanque. Duas das válvulas angulares são posicionadas na linha do centro longitudinal do vagão. Estas válvulas estão conectadas a tubos pescantes (tubos de educação) que se estendem verticalmente até o fundo do tanque e são utilizadas para o descarregamento do cloro líquido. Outras duas válvulas

angulares são posicionadas em uma linha perpendicular ao comprimento do tanque e são conectadas à fase de vapor. Estas válvulas nunca devem ser utilizadas para retirada de gás, mas elas podem ser usadas para a pressurização do tanque quando for necessário aumentar a vazão de retirada do líquido. Até 2009, os tanques (em vagões ferroviários) sempre foram equipados com válvulas de excesso de fluxo instaladas sob as duas válvulas angulares de cloro líquido. Estas válvulas interrompem o fluxo quando este excede, conforme o tipo de tanque, 3.175 kg/h, ou 6800kg/h, ou 14515kg/h (7.000 lb/h; ou 15.000 lb/h, ou 32.000 lb/h). Geralmente a vazão de trabalho máxima é marcada na lateral do vagão. Os vagões que não possuem esta indicação possuem válvulas calibradas para interromper o fluxo quando este excede 3.175 kg/h (7.000 lb/h).

Desde 2009, os tanques de cloro em vagões ferroviários começaram a ser equipados com um projeto de válvula alternativa. 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 base alargada e pode consistir de 3 ou 4 válvulas para vapor ou líquido e um dispositivo de alívio de pressão (válvula de segurança).

O *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* foi projetado para estancar vazamentos de cloro em tanques rodoviários e em vagões ferroviários. Para informações adicionais, consultar o Panfleto 66 e o Panfleto de Instrução do *Kit C* para Emergências do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Para instruções adicionais, práticas recomendadas, e outras informações úteis, relacionadas a vagões de transporte ferroviário de cloro, consultar os Panfletos 1, 66, 166 e 168 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

3.6 TANQUES ESTACIONÁRIOS

Os tanques estacionários de cloro podem ser encontrados em estações de tratamento de grande porte. Estes tanques devem ser desenvolvidos de acordo com o Panfleto 5 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) que inclui um padrão de montagem A legislação e o código de construção local também devem ser observados.

4 TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DE RECIPIENTES DE CLORO

4.1 TRANSPORTE DE CLORO

Nos Estados Unidos, o *U.S. DOT* regulamenta o transporte de produtos perigosos, incluindo cloro. Os regulamentos aplicáveis do *DOT* estão no Título 49 do Código de Regulamentação Federal (*CFR*). As placas com símbolos e números que identificam o produto e o seu perigo são requeridas para o transporte de cloro. A rotulagem dos cilindros e a documentação de expedição/transporte também precisam atender requisitos específicos. Estes requisitos, incluindo o preenchimento correto dos documentos, e a rotulagem necessária, mudam com frequência. O contato com o fornecedor e o acompanhamento de possíveis modificações de regulamentos do Título 49 do *CFR* é recomendado pelo *Chlorine Institute*.

No Brasil, para o transporte terrestre de produtos perigosos, há requisitos semelhantes aos acima citados. O Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos e as Instruções Complementares a este regulamento (Decreto 96.044 e Resoluções da ANTT) incluem os requisitos sobre a documentação de transporte, a identificação de veículos e embalagens, procedimentos de transporte, dentre outros.

No Canadá, os requisitos também são semelhantes e constam do *Transportation Dangerous Goods Regulations* (Regulamentos para Transporte de Produtos Perigosos). Eles são estabelecidos pelo *TC*.

O *DOT* e o *TC* possuem requisitos específicos de treinamento para todo pessoal envolvido no transporte de produtos perigosos, incluindo aqueles que preparam a documentação, executam o carregamento e conduzem o veículo. Ver o Panfleto 76 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1

No Brasil, a legislação de trânsito requer treinamento específico para motoristas e a norma NBR ABNT 16173 contém requisitos específicos para o treinamento do pessoal que realiza o carregamento e descarregamento de produtos perigosos.

4.2 RECEBIMENTO E DESCARREGAMENTO DE RECIPIENTES DE CLORO

4.2.1 Cilindros Pequenos

Cada cilindro pequeno deve ser acorrentado ou preso de outra forma segura a um carrinho de mão ou a um dispositivo móvel para o descarregamento ou movimentação. Para a movimentação, uma empilhadeira pode ser utilizada, se estiver dotada de um suporte (*rack*). Os cilindros pequenos não devem ser içados pelo capacete de proteção da válvula, pois ele não é projetado para suportar o peso do cilindro. Os cilindros devem estar sempre presos para evitar sua queda. Para outras informações, consultar o Panfleto 76 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

4.2.2 Cilindros Grandes

Os cilindros grandes devem ser içados com o uso de uma talha com capacidade suficiente, em conjunto com a Barra Elevatória para Movimentação de Cilindros Grandes (Figura 4.1). Uma empilhadeira de capacidade suficiente também pode ser usada. Os cilindros grandes, estando cheios ou vazios, devem sempre estar presos para prevenir seu rolamento.

Aviso: Um cilindro grande vazio pode pesar até 750 kg (~1.650 lb) e pode causar danos graves caso não esteja preso. Ver Panfleto 76 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

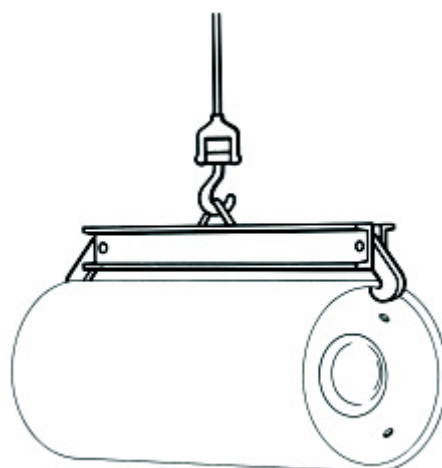


Figura 4.1 - Barra Elevatória para Movimentação de Cilindros Grandes

4.2.3 Tanques em Veículos de Transporte Rodoviário

Os tanques de cloro a granel em veículos rodoviários podem tanto ser descarregados em um tanque de armazenamento permanente como alimentar o processo diretamente. O tanque de armazenamento deve ter uma balança ou célula de medição que permita assegurar que ele pode acomodar todo o cloro recebido. Um operador treinado deve fazer as conexões e monitorar o processo de descarregamento. Ver Panfletos 5, 49 e 57 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

4.2.4 Tanques em Vagões de Transporte Ferroviário

Os tanques de carga de cloro em vagões ferroviários devem ser inspecionados para confirmar que portam as placas e marcações do número ONU de identificação do produto 1017. Os números do vagão, com o tanque de cloro e a data de chegada devem ser anotados nos registros mantidos nas instalações de recebimento. O descarregamento ou uso do cloro dos tanques dos vagões deve ocorrer na ordem recebida. Os tanques somente devem ser conectados a um sistema no momento de descarregamento.

Os Regulamentos específicos do *DOT* e do *TC* devem ser observados para a segurança no descarregamento. Isto inclui a existência de dispositivos no desvio ferroviário, a colocação no local de placas e sinais de advertência, o acionamento de freios e o calçamento das rodas do vagão, bem como a supervisão do procedimento de descarregamento. Os fornecedores de cloro em tanques de transporte ferroviário devem fornecer os requisitos atualizados do *DOT* em complemento ao treinamento periódico sobre a conexão, descarregamento e desconexão de tanques de cloro em vagões ferroviários. Um treinamento extensivo é necessário para outros trabalhadores envolvidos nas operações com tanques de transporte ferroviário de cloro. O uso de válvulas automáticas ou remotamente ativadas instaladas em ambas as extremidades do mangote flexível ou lira (*loop*) de cobre deve ser considerado para permitir um rápido bloqueio do fluxo no caso de vazamento. Ver Panfletos 57 e 66 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Nota de Tradução: Aspectos regulamentares e operacionais semelhante aos descritos nesta Seção 4.2.4 se aplicam ao descarregamento de tanques de transporte rodoviário de cloro a granel.

4.3 DETECÇÃO E CORREÇÃO DE VAZAMENTOS

4.3.1 Vazamentos em Cilindros Pequenos e Cilindros Grandes

Quando há suspeita de vazamento, é recomendável a utilização de vapores de amônia para encontrar a fonte. Os trabalhadores devem utilizar o equipamento de proteção individual apropriado na realização desta tarefa. Ver Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1). Quando o vapor de amônia é direcionado ao vazamento, ocorre a formação de uma nuvem branca. Para produzir vapores de amônia deve-se utilizar um frasco borrifador (uma garrafa comercial de plástico compressível) contendo uma solução de hidróxido de amônia a 26 graus *Baumé* (30% em peso) ou mais forte. Uma solução mais fraca como a de amônia para uso doméstico pode não ser suficientemente concentrada a ponto de detectar vazamentos menores. Se um frasco lavador de laboratório for usado, o seu tubo pescante interno deve ser cortado de modo que ao apertar o frasco, apenas o vapor e não o líquido seja expelido pelo bocal. Para prevenir corrosão, a amônia em solução aquosa não deve entrar em contato com algumas partes metálicas.

Ação para Interromper um Vazamento

Antes de participar de qualquer ação de interrupção de um vazamento, conheça bem o conteúdo das Seções 8, 9 e 10 deste documento.

A Máscara Autônoma de Proteção Respiratória (MAPR) e as vestimentas de proteção apropriadas devem ser utilizadas. O coordenador da planta deve definir qual o nível de proteção é necessário. Se o cloro que está vazando do cilindro pequeno ou do cilindro grande ocorre na sua forma líquida, o cilindro deve ser movido de modo a deixar o lado do vazamento para cima. Nessa posição o cloro irá escapar apenas em sua forma de gás, minimizando muito o vazamento.

Se o vazamento está ocorrendo através da saída da válvula, a tampa (*cap*), com a junta de vedação, deve ser instalada; na sequência a válvula deve ser aberta e fechada. Em alguns casos isso irá limpar a sede e haste e interromperá o vazamento. Após o fechamento da válvula, a tampa (*cap*), deve ser removida e deve ser verificado (com a solução de amônia) se ainda há vazamento. Caso o vazamento permaneça, coloque a tampa (*cap*) com a junta de vedação e comunique o fornecedor de cloro.

Quando a sobreposta da gaxeta da válvula é a fonte do vazamento, primeiramente a válvula deve ser fechada, e na sequência, a porca da gaxeta deve ser apertada. Se o vazamento persistir, um reaperto da sobreposta deve ser realizado, certificando-se antes que a válvula está fechada. Extremo cuidado deve ser tomado no momento de apertar a sobreposta. Um aperto excessivo pode travar a válvula ou espanar as roscas e a válvula não irá mais se fechar ou abrir. O teste para verificar presença de vazamento deve ser repetido após cada tentativa de cessar o vazamento. O torque de 68 N.m (50 libras-pé) na porca da gaxeta cessa a maioria dos vazamentos. Se o vazamento não cessar, o fornecedor deve ser contado para orientações.

Nota de tradução: É recomendável dispor de um torquímetro para manuseio das válvulas de cilindros. Quando isto não for possível, a chave manual apropriada (comprimento 20 cm) deve ser utilizada. O aperto manual, com esta chave, com esforço acima daquele utilizado para manuseio normal permite obter o torque de 68 N.m (50 libras-pé). Não deve ser utilizada barra de extensão para o aperto.

Se o vazamento ocorre nas roscas da válvula, ou nas roscas do bujão-fusível, adotar as ações a seguir. Se no local existirem pessoas treinadas no atendimento a emergências, elas podem avaliar a situação e instalar o *Kit* de Emergência do *Chlorine Institute* apropriado, caso seja necessário. Se no local não existirem pessoas treinadas, o fornecedor deve ser contatado. Se o contato com o fornecedor não for possível, contatar o Pró-Química para ocorrências no Brasil. Nos Estados Unidos o contato deve ser realizado com o *CHEMTREC* e no Canadá, com o *CANUTEC*. Por solicitação dos fornecedores dos órgãos citados, ou de autoridades, o Plano de Atendimento de Emergência do PAM-Abiclor, no Brasil, ou do *CHLOREP*, nos Estados Unidos e Canadá podem ser acionados para atuar na emergência com cloro. Outras informações sobre o assunto são fornecidas na Seção 10 e Tabela 10.1 deste Panfleto.

Os treinamentos regulares, do uso da Máscara Autônoma de Proteção Respiratória (MAPR) e do uso de *Kits* de Emergência apropriados ou dos recipientes de recuperação são essenciais. Deve-se estar em conformidade com todos os requisitos de regulamentos locais, estaduais e federais aplicáveis relativos a treinamentos e atendimento a emergências.

O *Chlorine Institute* publicou panfletos de instrução e vídeos de treinamento dedicados ao uso apropriado dos *Kits A* e *B* de Emergência do *Chlorine Institute*. Consultar a referência 13.1.

Nota de tradução: As versões traduzidas dos panfletos de instrução dos *Kits* de Emergência do *Chlorine Institute* existem disponíveis no *site* da Clorosur; www.clorosur.org.

4.3.2 Tanques do Transporte Rodoviário e Ferroviário

O atendimento a vazamentos envolvendo tanques do transporte rodoviário e ferroviário de cloro requer um treinamento mais amplo comparado ao treinamento necessário para o caso de vazamento em cilindros grandes e cilindros pequenos. O pessoal que lida com vazamentos em tanques de transporte de cloro a granel deve ser treinado e estar familiarizado com os diversos recursos destes recipientes e também com as informações dos Panfletos 49 e 66 e com o Panfleto de Instruções do *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute*. Ver Referência 13.1. O exame específico dos requisitos de treinamento para estes casos não é parte do escopo deste panfleto. Se ocorrer um vazamento em tanque de cloro do transporte rodoviário ou ferroviário, as ações a seguir devem ser adotadas. Se no local existirem pessoas treinadas no atendimento a emergências, elas podem avaliar a situação e instalar o *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute*, caso seja necessário. Se no local não existirem pessoas treinadas, o fornecedor de cloro deve ser contatado. Se o contato com o fornecedor não for possível, o contato com o Pró-Química deve ser realizado para ocorrências no Brasil. Nos Estados Unidos o contato deve ser realizado com o *CHEMTREC* e no Canadá, com o *CANUTEC*. Por solicitação dos fornecedores dos órgãos citados, ou de autoridades, o Plano de Atendimento de Emergência do PAM-Abiclor, no Brasil, ou do *CHLOREP*, nos Estados Unidos e Canadá podem ser acionados para atuar na emergência com cloro. Outras informações sobre o assunto são fornecidas na Seção 10 e Tabela 10.1 deste Panfleto.

O *Chlorine Institute* publicou o panfleto de instrução e vídeos de treinamento dedicados ao uso apropriado do *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute*. Consultar a referência 13.1.

Nota de tradução: As versões traduzidas dos panfletos de instrução dos *Kits* de Emergência do *Chlorine Institute* existem disponíveis no site da Clorosur, www.clorosur.org.

4.3.3 Sistemas de Tubulação

Se o vazamento ocorre em um sistema de tubulação pressurizado, o fornecimento de cloro para a seção com vazamento deve ser interrompido, a pressão deve ser aliviada e o sistema deve ficar isento de todo cloro antes da realização dos reparos necessários. O sistema deve ser limpo com um gás seco e não reativo antes de soldar qualquer área. O processo de soldagem deve estar de acordo com todas as normas aplicáveis. **Nunca soldar sobre, ou em um recipiente contendo cloro.** Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

4.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE ARMAZENAMENTO

O cloro pode ser armazenado com segurança em ambientes fechados. Quando armazenado em local aberto, em regiões de climas quentes, é recomendável deixá-lo ao abrigo da luz direta. Os recipientes não devem ser armazenados em locais em que eles possam cair, ou em locais em que objetos pesados possam cair sobre eles, ou onde veículos possam se chocar com eles. Eles não devem ser armazenados próximos a elevadores, fontes de calor, ventilação, ou sistemas de ar condicionado, pois concentrações perigosas de gás podem se espalhar rapidamente em caso de vazamentos. É importante que exista acesso facilitado aos recipientes em caso de vazamento. O armazenamento em subsolo deve ser evitado, pois em caso de vazamento, os vapores de cloro, que são mais pesados que o ar, não irão se dissipar rapidamente nestas áreas mais baixas.

A área de armazenamento de cloro deve ser devidamente sinalizada com informações e símbolos de acordo com as normas e legislações locais, federais e estaduais. O acesso às áreas de armazenamento deve ser permitido somente para as pessoas autorizadas.

4.4.1 Armazenamento em Locais Fechados

Os códigos de construção e de proteção contra incêndio podem ditar os requisitos legais aplicáveis à construção da edificação para armazenamento de cloro. As entidades governamentais locais devem ser consultadas para a identificação de qual código está em vigor na comunidade onde se situa a planta. Eles devem ser utilizados em novas construções ou na revisão das existentes. Qualquer edifício que seja utilizado para conter os recipientes ou equipamentos de cloro deve ser projetado e construído de modo a proteger todos os elementos do sistema de cloro contra incêndios. É recomendável uma construção resistente ao fogo. Os recipientes de cloro devem ser segregados dos materiais inflamáveis e oxidantes e de materiais como amônia, dióxido de enxofre, hidrocarbonetos, certos produtos refrigerantes e outros materiais que podem reagir com cloro. Os cilindros de cloro devem ser segregados de outros gases comprimidos ou liquefeitos. Entretanto, se produtos inflamáveis forem armazenados ou processados no mesmo edifício, é necessário uma parede contra fogo que atende os padrões dos códigos de construção e de incêndio.

4.4.2 Armazenamento em Locais Abertos

Os códigos de construção e de proteção contra incêndio, bem como os regulamentos sobre o uso do solo podem ditar os requisitos legais aplicáveis ao armazenamento de cloro em locais abertos. As entidades governamentais locais devem ser consultadas para a identificação de qual código está em vigor na comunidade em que a planta está localizada. Eles devem ser utilizados em novas construções ou na revisão das existentes. Uma área de armazenamento externo deve estar livre de refugos e sucatas para evitar riscos de incêndio. Em geral, é recomendável o uso de uma proteção ao abrigo da luz, em especial em locais de clima quente. Os recipientes não devem ser armazenados em locais que contenham água parada.

Nota de Tradução: Armazenamento com outros Produtos Químicos

Os recipientes de cloro devem ser segregados de produtos inflamáveis ou oxidantes, e de outros produtos como amônia, dióxido de enxofre, hidrocarbonetos, certos agentes refrigerantes e qualquer outro material que reaja com cloro. Os cilindros de cloro devem ser segregados de outros gases comprimidos ou liquefeitos.

4.4.3 Equipamento de Detecção de Gás

As instalações, com ou sem pessoas, onde o cloro é armazenado ou utilizado devem possuir equipamento de detecção de gás para monitorar liberação de cloro. Os detectores de cloro devem ser projetados e mantidos adequadamente para sinalizar ou alertar o pessoal, ou para sinalização à distância de um local com pessoas, em caso de vazamento. A manutenção apropriada inclui um programa escrito de calibração regular do equipamento de monitoramento, incluindo documentação escrita do teste periódico.

5 SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO E SISTEMAS DE TUBULAÇÃO

5.1 SISTEMAS BÁSICOS

O cloro é transportado e armazenado em recipientes (vasos) de pressão como um gás liquefeito sob pressão, resultando na presença de ambas as fases, líquido e gás, dentro dos recipientes. Os cilindros pequenos quase sempre são usados para a alimentação de cloro na forma de gás. Os cilindros grandes possuem duas válvulas e podem fornecer cloro tanto na forma líquida como gasosa. Quando as válvulas são alinhadas de forma apropriada na posição vertical, a válvula superior fornece cloro para a alimentação na forma de gás enquanto a válvula inferior fornece cloro para a alimentação na forma líquida (Figura 5.1). Os tanques de transporte rodoviário e ferroviário de cloro a granel devem alimentar processos ou ser enviado a tanques de armazenamento apenas como cloro líquido.

Em operações de tratamento de água e águas residuais, a extração do cloro gasoso de um cilindro pequeno ou cilindro grande é usualmente controlado pelo uso de um clorador operado a vácuo alimentado com gás. Um clorador é uma peça do equipamento usado para alimentar a água com gás cloro. O vácuo é produzido por meio de um tubo de Venturi operado à água que mistura o cloro com a água e produz uma solução potente (concentrada) de cloro. Esta solução é canalizada e misturada na água ou água residual para prover a dosagem de cloro requerida.

Se o cloro estiver sendo retirado de um cilindro grande na forma líquida, ele deve ser convertido para a forma de gás passando através de um vaporizador, e o gás resultante alimenta o sistema de cloração. Os cloradores são projetados para manuseio de cloro gasoso. O cloro líquido pode danificar os cloradores.

Existem algumas áreas de maior preocupação na operação de cloradores, incluindo a pureza do cloro fornecido e a segurança do sistema de tubulação. A qualidade do cloro é importante porque o clorador que fornece o gás possui pequenos orifícios e válvulas de controle fino que podem ser travadas ou obstruídas. O responsável pela operação da estação deve fazer todo esforço para assegurar que o sistema de distribuição de cloro seja mantido o mais limpo possível. Um clorador possui um filtro na entrada da unidade que requer inspeção periódica e a troca para manter a integridade do sistema. O surgimento de um filme no tubo de gás de medição é geralmente a indicação de um problema. Se o filme tiver coloração avermelhada, o sistema de tubulação do recipiente de cloro do clorador pode conter cloreto férrico. Esta substância se forma quando umidade reage com o cloro dentro de um sistema de tubulação de aço.

A saída da válvula do cilindro grande é dotada de uma tampa (*cap*) de proteção. Quando esta tampa (*cap*) da válvula é retirada, o pessoal da planta deve inspecionar a saída e remover qualquer material estranho antes da sua colocação em serviço.

Quando o cilindro grande for esvaziado e estiver pronto para o retorno, a tampa (*cap*) de saída da válvula deve ser colocada e apertada.

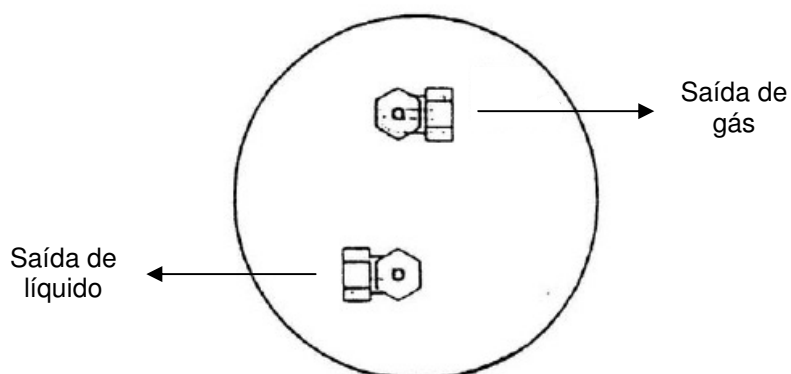


Figura 5.1 - Configuração das Válvulas em Cilindro Grande

5.2 SISTEMAS DE TUBULAÇÃO PARA CLORO SECO

O clorador é projetado para operar apenas com gás cloro. As instalações de cloradores de uso mais comum são montadas diretamente sobre a válvula do cilindro para o fornecimento de gás. Quando instalados desta maneira, a chance de arraste de líquido do cilindro para o clorador é mínima.

Quando os recipientes de cloro descarregam para um *manifold* pressurizado, o clorador de gás é conectado ao *manifold* e surgem preocupações adicionais. O tubo pressurizado deve ser instalado, de um modo que o cloro líquido (incluindo as gotículas de cloro líquido) não entre no clorador. Qualquer quantidade de cloro líquido, incluindo gotículas poderá eventualmente danificar o clorador e poderá causar sérios problemas de segurança. As recomendações a seguir podem auxiliar na prevenção desta ocorrência:

- A sala de armazenamento dos recipientes e o *manifold* pressurizado devem ser mantidos a uma temperatura que permita a obtenção da vazão de alimentação desejada;
- Todas as tubulações de gás sob pressão devem ser protegidas das correntes de ar frio (janelas, portas, porões, etc) que possam causar a re-liquefação, visto que, qualquer cloro líquido formado poderá ser arrastado pelo fluxo de gás para o clorador;
- As plantas talvez precisem considerar a instalação de traçagem com calor de baixa intensidade para tubulações pressurizadas construídas com aço. Isso pode ser necessário para manutenção da temperatura acima do ponto de liquefação (Ver Figura 5.2). Outras fontes de calor não devem ser aplicadas às linhas de cloro. Este procedimento deve ser examinado por pessoal treinado em projetos e operações de sistemas de cloro (Ver Seção 2.3.5);
- A instalação de separadores de gotejamento em pontos de mudança de direção da tubulação pode ser necessária. Os separadores de gotejamento, equipados com pequenos blocos de aquecimento, podem auxiliar na remoção de qualquer de líquido arrastado;

- A redução de pressão pelo uso de uma válvula de redução de pressão ajudará na prevenção da liquefação na linha de pressão. Um regulador de vácuo deve ser conectado diretamente ao cilindro pequeno ou ao cilindro grande, minimizando o número de conexões pressurizadas. Isso irá permitir que o sistema seja operado sob o vácuo. Quando os recipientes são ligados a um *manifold* para atingir uma maior vazão de alimentação, o regulador de vácuo, ou a válvula redutora de pressão devêm ser montadas na extremidade do *manifold*;
- A linha de gás pressurizado do equipamento de alimentação deve estar inclinada e descendente na direção do recipiente de cloro;
- Examinar os tubos flexíveis de cobre (tranças) periodicamente. Caso um ruído seja ouvido quando o tubo for flexionado pode existir uma corrosão interna e o tubo deve ser substituído. Os tubos flexíveis devem ser substituídos ao menos uma vez ao ano;
- Inspecionar o equipamento quanto à corrosão externa (válvulas, tubulação, conexões, etc.), pois pode ser um indício de corrosão interna;
- Descarregar o cloro gasoso para o topo do *manifold* para reduzir possível retorno de cloro líquido; e
- Não montar nenhuma tubulação ou outro equipamento (por exemplo, um clorador) muito próximo das válvulas do cilindro. Isto pode interferir na abertura ou fechamento das válvulas.

As seções 5.2.1 e 5.2.2 a seguir, fornecem somente informações básicas sobre sistemas de tubulação de cloro seco, líquido ou gás. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

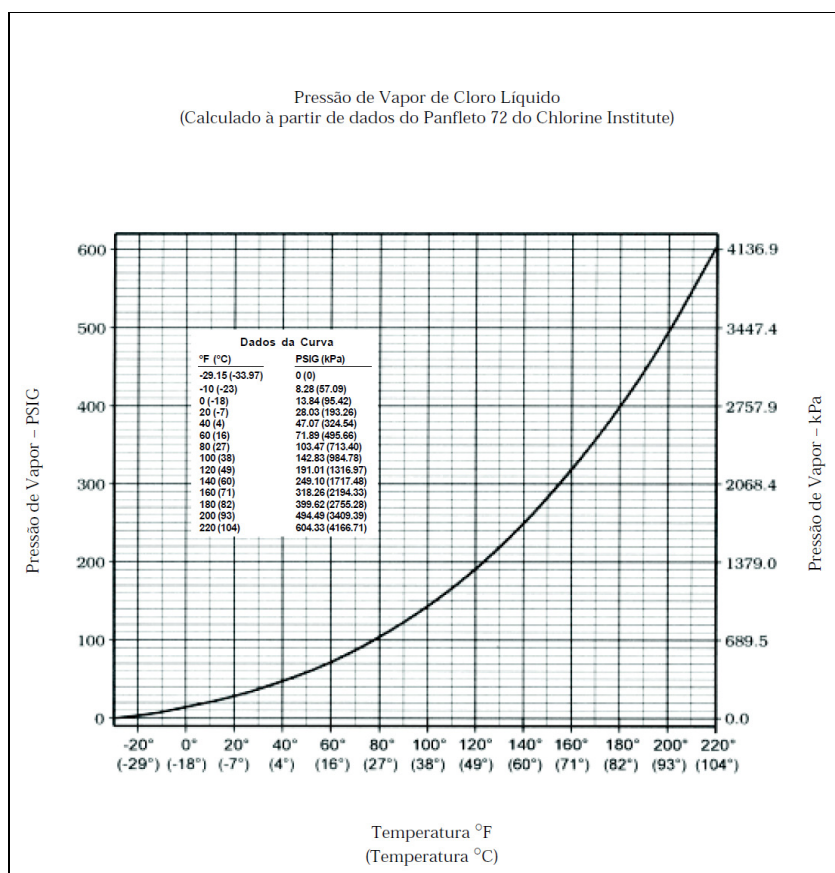


Figura 5.1

5.2.1 Tubulação Metálica

Cloro seco é tanto o cloro elementar líquido como o gasoso com muito baixo teor de água. Todo cloro disponibilizado comercialmente em cilindros pequenos, cilindros grandes, tanques de transporte rodoviário e ferroviário a granel, é transportado como cloro seco.

Em geral, tubos de aço carbono *ASTM A106*, Grau B, *Schedule 80*, sem costura são usados quando a faixa de temperatura do processo varia entre -29°C a 149°C (-20°F a 300°F). Construções com solda de encaixe ou roscadas podem ser usadas para tubulações de diâmetro de $1\frac{1}{2}$ polegada ou menor. Juntas com soldas de topo e flangeadas podem ser usadas para todos os tamanhos de tubulação. Os códigos consagrados de construção e de proteção contra incêndio devem ser consultados com relação ao uso de juntas soldadas ou juntas flangeadas.

Certos materiais de tubulação metálica, incluindo titânio, alumínio, ouro e estanho, **NÃO DEVEM** ser usados com cloro seco. Os aços inoxidáveis estão sujeitos à corrosão por fadiga (*stress*) de cloro e não devem ser usados em atividades com cloro. Até mesmo os metais considerados compatíveis com cloro nunca devem ser aquecidos caso contenham ou estejam expostos ao cloro. Muitos destes metais podem queimar em atmosfera de cloro, liberando calor e gases de cloreto metálico. (Nota: o ponto de ignição do ferro e do aço em presença de cloro é de 251°C (483°F), mas como citado em 2.3.5, dependendo de certos fatores, a ignição pode ocorrer a temperaturas menores). Em complemento, a taxa de corrosão do aço em atmosfera de cloro aumenta significativamente a temperaturas acima de 121°C (250°F).

Os sistemas de tubulação devem ser completamente limpos e secos antes da sua utilização. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Informações sobre conexões, flanges, válvulas, porcas, parafusos, tubos flexíveis, lubrificantes de tubulação e outras conexões usadas em tubulação pressurizada podem ser encontradas no Panfleto 6 (Referência 13.1). Juntas de vedação de chumbo ou amianto são tecnicamente aprovadas para uso (sobre amianto, consultar legislação local). Maiores informações sobre materiais aceitáveis para juntas de vedação podem ser encontradas no Panfleto 95 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1). Informações sobre compatibilidade de materiais são encontradas no Panfleto 164 do *Chlorine Institute*. (Referência 13.1).

5.2.2 Sistemas de Tubulação não Metálica

As tubulações de plástico nunca devem ser usadas para transportar cloro líquido em estações de tratamento. As tubulações de plástico são usadas apenas sob condições específicas para o gás cloro e soluções cloro/água após a injeção de cloro no clorador ou quando existe a possibilidade de entrada de umidade no sistema como em uma operação do clorador com gás. As estações de tratamento utilizam tubulações de plástico principalmente para a tubulação de vácuo entre o regulador de vácuo e o ejetor (injetor) ou em tubulações contendo soluções de cloro/água que partem do injetor e vão até o ponto de alimentação. Quando os aspectos estruturais são preocupantes, tubulações de aço com revestimento de plástico podem ser requeridas. O aço não revestido não deve ser usado em uma linha de solução de cloro.

As tubulações de cloreto de polivinila (*PVC*), cloreto de polivinila clorado (*CPVC*), acronitrila butadieno estireno (*ABS*), poliéster reforçado com fibra de vidro (*FRP*), e polietileno (*PE*) podem ser utilizadas sob condições específicas. Ver Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1. As tubulações construídas com estes materiais são restritas para uso com o cloro gasoso sob condições de vácuo ou à pressão de até 41 kPa (*6 psig*). As tubulações de plástico podem se tornar frágeis ou quebradiças durante atividades com cloro e possuem tempo de vida limitado. Inspeção periódica e substituição são recomendadas.

A maior parte das tubulações de plástico fluorcarbono também é adequada para uso com cloro gasoso, porém elas somente devem ser usadas nas mesmas condições dos outros tipos de tubulações plásticas. Os plásticos de fluorcarbono adequados incluem politetrafluoretileno (*PTFE*), perfluoroalcoxi (*PFA*), fluoreto de polivilideno (*PVDF*), e etileno clorotrifluoretileno.

5.3 SISTEMAS A VÁCUO

Os sistemas cloradores a vácuo operam sob o vácuo que é criado pela passagem de água por um tubo de Venturi. Muitos cloradores que são montados diretamente nas válvulas de cilindros pequenos ou de cilindros grandes são projetados para fechar e parar a liberação de cloro no caso de perda de vácuo. Este projeto apresenta significativa segurança uma vez que qualquer perda de vácuo, incluindo vazamentos na tubulação, permite bloquear o fluxo de gás.

5.4 VAPORIZADORES (EVAPORADORES)

Os vaporizadores (evaporadores) são projetados para converter cloro elementar líquido em cloro gasoso. As camisas de vapor ou de água quente são utilizadas para fornecer o calor necessário para vaporização. O controle de temperatura é crítico. O alívio da pressão através do uso de uma válvula de segurança com um disco de ruptura é requerido em vaporizadores. A limpeza periódica é necessária e as recomendações do fabricante devem ser seguidas. Ver Panfleto 9 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1

5.5 TESTES E INSPEÇÕES NOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE CLORO

Os sistemas de cloro requerem um extenso teste inicial antes de serem colocados em serviço, assim como testes periódicos de pressão durante toda sua vida útil. Os evaporadores e os cloradores devem ser testados de acordo com as recomendações do fabricante. Os sistemas de tubulação devem ser testados de acordo com as recomendações do Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1. Os mangotes flexíveis, conexões, tubos flexíveis, e tranças devem ser inspecionados visualmente e submetidos a testes de pressão, e a sua substituição deve seguir as recomendações do fabricante. As inspeções periódicas devem ser parte do programa de manutenção preventiva da planta. A substituição de tubos flexíveis é recomendada, ao menos uma vez ao ano.

5.6 USO DE *MANIFOLDS* EM CILINDROS PEQUENOS E CILINDROS GRANDES

Os cilindros pequenos podem ser ligados a *manifolds* (tubos coletores múltiplos) para retirada de gás cloro. Os cilindros grandes podem ser ligados a *manifolds* para retirada de gás cloro ou cloro líquido. Qualquer cilindro pequeno ou cilindro grande que seja ligado a *manifolds* para a retirada de gás deve ter a mesma temperatura do cloro líquido. A utilização de *manifolds* para líquidos requer procedimentos especiais para evitar a possível transferência de cloro líquido de um cilindro grande a outro através do *manifold*. Os cilindros grandes devem ser colocados em comunicação nos *manifolds*, ao mesmo tempo através de suas válvulas de gás (parte superior) e separadamente, através das válvulas de líquido (parte inferior). Após o teste de vazamento nos dois *manifolds*, todas as válvulas de gás (superiores) podem ser abertas para equalizar as pressões internas dos cilindros. Em seguida, as válvulas de líquido (parte inferior) ligadas ao *manifold* podem ser abertas para alimentar o vaporizador com cloro líquido. O Desenho 183 do *Chlorine Institute, Manifolding Ton Containers for Liquid Chlorine Withdrawal* (Utilização de *Manifolds* Para a Retirada de Cloro de Cilindros Grandes), mostra o sistema necessário caso dois ou mais cilindros grandes sejam conectados conjuntamente a uma saída de líquido.

5.7 **BLOQUEIO AUTOMÁTICO DO RECIPIENTE**

O uso de dispositivos de desligamento automático deve ser considerado para casos vazamentos de cloro, por exemplo, no caso de rompimento de mangotes de transferência do cloro. O dispositivo inclui atuadores (elementos que produzem movimento) para fechar tanto as válvulas do recipiente como as válvulas adjacentes ou próximas a ele. O dispositivo pode ser operado tanto à distância como pela ação de interruptores (*relais*) sensíveis à pressão ou à concentração de cloro no ar captada pelos detectores de cloro. Nos Estados Unidos, estes dispositivos existem para todos os tipos de recipientes.

5.8 **ASSISTÊNCIA DO FORNECEDOR DE CLORO**

O fornecedor de cloro e/ou o fornecedor do equipamento de cloração podem disponibilizar a ajuda constante para melhor entendimento da operação segura, do serviço, e da manutenção do aparelho de alimentação de gás cloro (clorador) nas estações de tratamento de água e água residual. O fornecedor de produtos químicos pode ser o primeiro contato do responsável pela estação de tratamento de água ou águas residuais, quando a assistência é necessária.

6 **CONEXÃO E DESCARREGAMENTO PARA O SISTEMA**

6.1 **TIPOS DE CONEXÃO**

6.1.1 Cilindros Pequenos

Os cilindros pequenos, no descarregamento liberam o cloro na forma de gás quando posicionados em pé. Quando conectados a um sistema de descarregamento, o cilindro pequeno deve estar preso para prevenir movimentos ou quedas. O uso de células de carga ou balança é recomendável para monitorar o conteúdo do recipiente durante o descarregamento.

Um sargento (*yoke*) e um adaptador para uso com a Conexão *CGA 820* ou *CGA 820C* (tanto para sargento (*yoke*) aberto como o fechado) é a conexão padrão a ser instalada na saída da válvula do cilindro pequeno. (Ver Figura 5.1). Uma junta de vedação na face da válvula é parte da conexão, e uma nova junta de vedação deve ser usada toda vez que uma conexão é feita. A Conexão *CGA 660*, que utiliza uma união roscada para conexão à saída da válvula, não é recomendada para a conexão à saída da válvula do cilindro pequeno.

As roscas de saída das válvulas não são roscas cônicas padronizadas de tubulação e, por isso elas não são adequadas para utilização em conexões de sistemas de tubulação padrão.

Um tubo flexível deve ser usado entre o cilindro pequeno e o sistema de tubulação. Os tubos de cobre recozido próprios para brasagem são os recomendados. A especificação *ASTM B-88* é a recomendada, se o material fornecido possuir as dimensões apropriadas. Como uma alternativa, certos tipos de mangotes metálicos ou não metálicos são aceitáveis. O tubo flexível deve ser inspecionado regularmente e substituído quando a deterioração é evidente. É muito importante seguir as recomendações sobre mangotes flexíveis encontradas no Panfleto 6 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

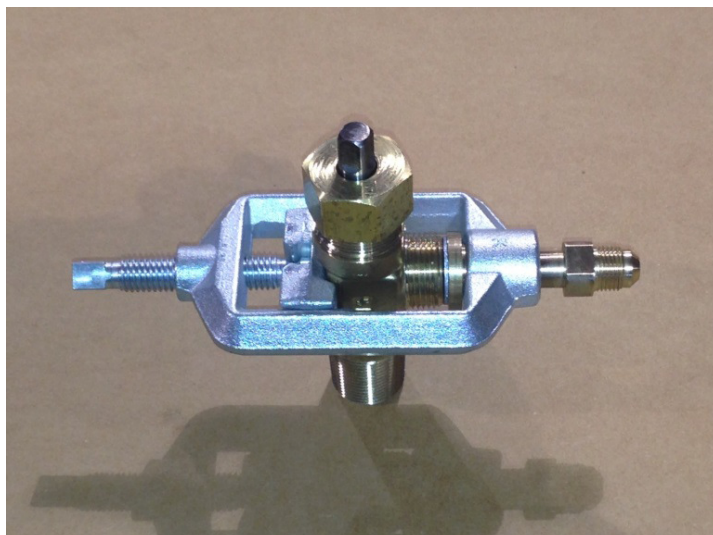


Figura 5.1 – Conector Típico: Sargento (*Yoke*) Aberto e Adaptador

6.1.2 Cilindros Grandes

O cilindro grande de cloro pode ser descarregado na forma de gás ou líquido. Os cilindros grandes são descarregados na posição horizontal, com as duas válvulas de descarga na posição vertical. A válvula superior libera gás e a válvula inferior libera cloro líquido. Os cilindros grandes devem ser mantidos em um berço ou firmemente presos para prevenir rolamentos. Um berço dotado de roletes, posicionado sob o cilindro facilita a rotação do mesmo, de modo que as válvulas sejam alinhadas verticalmente para o descarregamento.

Os cilindros grandes utilizam uma válvula similar à válvula do cilindro pequeno. A maior diferença entre elas é a ausência de bujão-fusível no corpo da válvula que é utilizada no cilindro grande. O *Chlorine Institute* recomenda o uso de um sargento (*yoke*) e um adaptador (Conexão *CGA 820* ou *820C*) como conexão padrão da saída da válvula do cilindro grande. Uma junta de vedação na face da válvula é parte da conexão, e uma nova junta de vedação deve ser usada toda vez que é feita uma nova conexão.

A conexão com união roscada (Conexão *CGA 660*) não é recomendada para a conexão da válvula de descarregamento. As roscas de saída das válvulas não são roscas cônicas padronizadas de tubulação e, por isso elas não são adequadas para utilização em conexões de sistemas de tubulação padrão. Um tubo flexível deve ser usado entre o cilindro grande e o sistema de tubulação (Ver Seção 6.1.1).

6.1.3 Conexão e Desconexão de Cilindros de Cloro

Para a conexão de reguladores a vácuo nos cilindros pequenos ou cilindros grandes, devem ser seguidos os procedimentos indicados pelo fabricante do equipamento. Para as demais ações, proceder de acordo com as subseções a seguir:

Conexão e Descarregamento de Cloro Gasoso ou Líquido de Cilindros Pequenos e Cilindros Grandes

O cilindro grande ou o cilindro pequeno deve estar preso de forma apropriada. Quando da conexão à válvula ao cilindro pequeno ou ao cilindro grande, as seguintes precauções devem ser tomadas:

- Utilizar os equipamentos de proteção individual adequados (Ver Seção 9.2);

- Remover o capacete ou a tampa de proteção da(s) válvula(s);
- Certificar-se de que a porca gaxeta está ao menos apertada manualmente; caso não esteja, contate seu fornecedor para ajuda;
- Certificar-se de que a válvula está fechada antes de remover a tampa de saída;
- Remover a tampa de saída da válvula. Atentar para o fato que nos cilindros grandes com válvulas alinhadas verticalmente, as válvulas superiores liberam o gás e as inferiores liberam o líquido;
- Certificar-se que a face da saída da válvula esteja limpa e lisa;
- Usar um novo anel de junta de vedação (“gaxeta”) apropriado para a conexão do sargento (*yoke*) e o adaptador à válvula. **Nunca reutilize as juntas de vedação (“gaxetas”);** e
- Apertar o sargento (*yoke*) para vedar, mas sem forçar.

Operação das Válvulas no Descarregamento

- Utilizar uma chave de aperto de comprimento máximo de 8 polegadas (~20cm). Aplicar um torque não superior a 68 N.m (50 libras-pé) para abrir a válvula do cilindro por um breve tempo, para introduzir cloro no sistema; em seguida fechar;

Nunca usar uma barra de extensão na chave de aperto.

Nota de tradução: É recomendável dispor de um torquímetro para manuseio das válvulas de cilindros. Quando isto não for possível, a chave manual apropriada (comprimento 20 cm) deve ser utilizada. O aperto manual, com esta chave, com esforço acima daquele utilizado para manuseio normal permite obter o torque de 68 N.m (50 libras-pé);

- Utilizando apenas o vapor da solução de amônia (hidróxido de amônio) na concentração 26 graus *Baumé* (30% em peso) ou maior, (Seção 4.3.1), testar a interface do adaptador do sargento (*yoke*) e a área da sobreposta da gaxeta na busca de vazamentos. Caso encontre algum vazamento, este deve ser remediado antes de continuar o procedimento. (Ver Seção 4.3.1), Repita esta etapa após a correção do vazamento, se for o caso;
- Utilizando a chave de 8 polegadas abrir a válvula dando uma volta completa. Essa abertura é a requerida e suficiente para atingir a vazão máxima de fluxo;
- Abrir as válvulas apropriadas no sistema de tubulação; e
- Verificar novamente a existência de vazamentos utilizando apenas os vapores da solução de amônia.

Desconexão de Cilindros Pequenos e Cilindros Grandes

Extrema precaução deve ser tomada ao desconectar cilindros pequenos e cilindros grandes que não estejam vazios. Isso é especialmente crítico em sistemas de alimentação de cloro líquido. Nota: Se os sistemas estão equipados com reguladores automáticos com chave de bloqueio automático para vácuo anormal, consulte a literatura do fabricante para procedimentos de conexão e desconexão. Proceder com cuidado como segue:

- Utilizar os equipamentos de proteção individual adequados (Ver Seção 9.2);
- Utilizando uma chave de aperto, fechar a válvula do cilindro pequeno ou cilindro grande com um torque de 34 a 42 N.m (25 a 30 libras-pé);
- Deixar a pressão do sistema cair a 0 kPa (0 *psig*) utilizando um equipamento alimentado por gás para consumir qualquer cloro residual, e aplicar vácuo de acordo com o projeto do sistema. Quando o medidor (manômetro) indicar 0 kPa (0 *psig*) ou um vácuo, a válvula apropriada do sistema de tubulação pode ser fechada;
- Caso exista qualquer vazamento na válvula do cilindro (a pressão irá aumentar na tubulação do cilindro), reapertar a válvula, aumentando o torque para 54 N.m (40 libras-pé) e reavaliar se há os vazamentos. Se o vazamento persistir, utilize o máximo de 65 N.m (50 libras-pé) de torque na haste e repita o procedimento acima;
- Se a válvula ainda estiver com vazamento a 68 N.m (50 libras-pé), contate o fornecedor para ajuda;
- Se a pressão na tubulação conectada ao cilindro pequeno ou válvula de cilindro grande permanecer constante ou inferior a 0 kPa (0 *psig*) o sargento (*yoke*) pode ser afrouxada e desconectada;
- Verificar que uma junta de vedação da saída da válvula está no local e colocar a tampa (*cap*) da válvula;
- Proteger o adaptador do sargento (*yoke*) e a tubulação de cloro contra a entrada de umidade e ar molhado;
- Posicionar o capacete ou a tampa de proteção da(s) válvula(s) no cilindro pequeno ou cilindro grande de forma apropriada e marque o como vazio; e
- Colocar o cilindro pequeno ou o cilindro grande em um local apropriado para cilindros vazios.

6.1.4 Tanques de Transporte Rodoviário e Ferroviário

Os tanques de transporte de cloro a granel nunca devem ser conectados ou descarregados por indivíduo que não seja muito bem treinado em relação às propriedades e perigos do cloro, projeto do tanque de transporte e sistema de descarregamento. Cada organização deve ter seu próprio programa de treinamento que abranja estes itens. Os detalhes pertinentes sobre este treinamento não fazem parte do escopo deste documento. Ver panfletos 49 e 66 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1. O fornecedor de cloro também pode fornecer ajuda para o treinamento do pessoal responsável pela conexão e descarregamento de cloro de um tanque de transporte rodoviário ou ferroviário.

Para os projetos tradicionais (o uso de válvulas de excesso de fluxo sob as válvulas angulares de líquido), a abertura da válvula angular rapidamente ou a permissão de altas vazões não usuais irá fechar a válvula de excesso de fluxo. Se isto ocorrer, a válvula angular deve ser fechada e mantida fechada até a esfera de metal da válvula de excesso de fluxo voltar à sua posição, o que pode ser notado com um ruído (“click”) audível. Se a esfera de metal não voltar à sua posição, o fornecedor de cloro deve ser contatado para assistência. Quando da descarga de cloro a válvula angular deve ser completamente aberta e **nunca** deve ser usada para controlar a vazão.

Para os projetos de válvulas alternativas (uso iniciado em 2009 – ver Seções 3.4 e 3.5), não há válvulas de excesso de fluxo sob as válvulas angulares de líquido.

Os sistemas de bloqueio automático para prevenir grandes vazamentos devem ser considerados e podem ser requeridos por normas e legislação locais. Ver Panfleto 57 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

6.2 RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO DE VAPOR E TEMPERATURA

Um gráfico, que mostra a relação entre a pressão de vapor de cloro e a temperatura do cloro líquido, é ilustrado na Figura 5.2. A partir dessa figura é possível ver que a pressão de vapor aumenta significativamente à medida que a temperatura do cloro se eleva. Consequentemente, a vazão de cloro também pode variar muito, dependendo da temperatura do cloro líquido.

É possível que nas baixas temperaturas a leitura de um manômetro indique zero *PSIG* ou zero kPa e isto ser interpretado que o tanque de cloro está vazio quando na verdade a pressão de vapor do cloro está baixa devido à baixa temperatura do cloro líquido residual no tanque. Uma situação similar pode ocorrer se o gás cloro for liberado rapidamente de cilindros pequenos ou cilindros grandes.

O cloro líquido remanescente pode ser resfriado através da evaporação do gás e resultar na redução da pressão de vapor.

Os tanques de transporte rodoviário e ferroviário de cloro a granel podem precisar de pressurização com ar seco livre de óleo ou nitrogênio na temperatura de -40°C (-40°F) ou menor para manter vazão de descarregamento aceitável. Ver Panfletos 49 ou 66 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1. Se um tanque de transporte rodoviário ou ferroviário é pressurizado com o gás auxiliar, e o cloro líquido é enviado por tubulação até um vaporizador (evaporador), cuidados devem ser tomados na operação de vaporização. Esta falsa alta pressão irá requerer mais calor para elevar a temperatura do líquido até o ponto de ebulição (vaporização). Isto pode resultar em transporte excessivo de líquido.

Atenção: A pressurização, com gás auxiliar, não é uma prática aceitável para descarregamento de cilindros pequenos, e cilindros grandes.

6.3 VAZÃO DE ALIMENTAÇÃO E DESCARREGAMENTO

6.3.1 Vazão de Alimentação de Cilindros Pequenos

Os fabricantes de cloradores se baseiam em dados aproximados de que cilindros pequenos de cloro, na temperatura ambiente, podem ser descarregados como gás para um sistema a vácuo com uma vazão contínua de 1 a 1,5 lb/dia/ $^{\circ}\text{F}$. Por exemplo, um sistema a vácuo a 70°F (21°C) na temperatura ambiente pode atingir a vazão de alimentação de 70 a 105 lb (32 a 48 Kg) por dia (24 horas). Vazões mais altas podem ser atingidas por curtos períodos de tempo, porém a vazão diminui à medida que a vaporização resfria o cloro líquido remanescente.

6.3.2 Vazão de Alimentação de Cilindros Grandes

Para o descarregamento de gás cloro, uma vazão de alimentação contínua e confiável é a de 6 a 8 lb/dia/°F em uma linha com pressão inferior a 35 *psig* (241 kPa). Na temperatura de 70°F (21°C), uma vazão de alimentação de 420 a 560 lb/dia (191 a 255 kg/dia) pode ser alcançada, e esta vazão pode ser bastante excedida por curtos períodos de tempo. A vazão de alimentação de 528 lb/dia (240 kg/dia) pode ser atingida quando o descarregamento ocorrer em um sistema de cloração a vácuo.

A vazão de descarregamento contínua e confiável de cloro líquido é a de, no mínimo, 400 lb/h (181 kg/h) a 70°F (21°C) e com uma pressão na linha de descarregamento de 35 *psig* (241 kPa).

Cilindros grandes não devem nunca ser pressurizados com ar ou nitrogênio auxiliar de descarregamento.

6.3.3 Vazões de Descarregamento de Tanques de Transporte Rodoviário e Ferroviário

Muitos tanques de transporte rodoviário são equipados com quatro válvulas angulares e válvulas de excesso de fluxo tradicionais abaixo destas válvulas angulares. Nestes tanques, o fluxo máximo de descarregamento é determinado pela calibração das válvulas de excesso de fluxo, que atuam quando a vazão excede 7.000 lb/h (3.200 kg/h). Qualquer vazão instantânea excedendo este valor irá ativar a válvula de excesso de fluxo e bloquear o fluxo. Ver Panfleto 49 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

De forma similar, os tanques de transporte ferroviário de cloro equipado com quatro válvulas angulares tradicionais, são equipados com válvulas de excesso de fluxo abaixo das duas válvulas angulares de descarregamento do cloro líquido, localizadas no centro longitudinal do vagão. As válvulas de excesso de fluxo são calibradas para atuar a 7.000 lb/h (3.200 kg/h) ou 15.000 lb/h (6.800 kg/h). Embora existam usuários em larga escala que possam precisar conectar as duas válvulas de líquido para o descarregamento, é improvável que uma estação de tratamento necessite disto. Ver Panfleto 66 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

A limitação acima não existe nos tanques de transporte ferroviário de cloro a granel que utilizam os projetos de válvulas alternativas visto que eles não possuem as válvulas de excesso de fluxo sob as válvulas angulares de cloro líquido. Estas válvulas alternativas são projetadas para uma vazão de descarregamento de cloro de até 9.100 kg/h (20.000 libras/h). Este tipo de projeto está em uso nos Estados Unidos desde 2009.

Consultar os Panfletos 166 e 168 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) para informações adicionais sobre os projetos de válvulas tradicionais e alternativas para uso em tanques de cloro de transporte rodoviário e ferroviário.

7 ASPECTOS RELEVANTES DA EDIFICAÇÃO E INSTALAÇÃO

7.1 PROJETO E CONSTRUÇÃO

Os códigos de construção e de proteção contra incêndio podem ditar os requisitos legais para construções e outras estruturas que são utilizadas para armazenar ou fornecer (abastecer com) cloro. A consulta às entidades governamentais locais é essencial para determinar os códigos e as normas aplicáveis. Os edifícios em que o cloro é armazenado devem ser feitos de material não combustível e o local deve ficar livre de produtos inflamáveis. Qualquer construção abrigando equipamento ou recipientes contendo cloro deve ser projetado e construído de modo a proteger todos os elementos do sistema de cloro contra perigo de incêndio.

Caso materiais inflamáveis sejam armazenados ou processados na mesma edificação, uma parede contra fogo deve ser erguida para separar o cloro do produto inflamável. Construções resistentes ao fogo são recomendadas.

7.2 SISTEMAS ELÉTRICOS

O cloro não é classificado como gás inflamável; desse modo, não existem normas especiais que requerem atenção com relação a sistemas elétricos. Entretanto, o gás cloro é extremamente corrosivo, e no caso de vazamentos o sistema elétrico, em uma instalação de cloro, pode ser danificado por corrosão.

7.3 VENTILAÇÃO E ENTRADAS DE AR

7.3.1 Ventilação

O *Chlorine Institute* recomenda que as exigências com relação à ventilação sejam determinadas em uma base específica em cada planta. Os códigos de construção ou de proteção contra incêndio podem determinar a vazão de ventilação aceitável.

Os meios de proteção adequados devem ser adotados em cada planta para assegurar que o pessoal sem o equipamento de segurança adequado não entre em prédios onde o cloro está presente, devido ao potencial de vazamento ou falhas nos equipamentos.

7.3.2 Entradas de Ar

O gás cloro é mais pesado que o ar e irá acumular-se ao nível do chão. A saída do ar exaurido deve estar localizada ao nível do chão ou próximo. O ponto de saída do ar exaurido deve estar localizado em local seguro. Um ponto elevado de entrada de ar fresco deve ser fornecido e posicionado para adequada ventilação transversal. Múltiplas entradas de ar fresco e ventiladores podem ser necessários para proporcionar uma ventilação adequada. Os ventiladores, se utilizados, devem ser operados de um local distante seguro.

7.4 AQUECIMENTO

As salas de armazenamento de recipientes de cloro devem ser mantidas na temperatura ambiente de 15°C a 20°C (60°C a 70°C) para facilitar o fluxo de descarregamento do gás dos recipientes. O equipamento de cloração deve ser abrigado em sala com a mesma temperatura ou superior. Entretanto, a temperatura nas áreas que o cloro é utilizado ou armazenado nunca deve exceder 54°C (130°F).

7.5 SISTEMAS DE BLOQUEIO AUTOMÁTICO E DE ABSORÇÃO DO CLORO

Os códigos construção e proteção contra incêndio devem ser consultados para identificar se sistemas de purificação (*scrubbers*) são necessários. Os *scrubbers* são dispositivos que removem cloro do ar, e eles são eficazes para a purificação de efluentes gasosos que contém cloro.

Os *kits* de emergência ou os recipientes de contenção dos cilindros, do *Chlorine Institute*, e pessoal treinado para interromper ou conter vazamentos de cloro pode ser suficiente para a maioria dos locais (Ver Seções 3; 4.3; e 9). Qualquer requisito para uma instalação de purificadores (*scrubbers*) de gás deve estar baseado em uma análise de riscos que considere a quantidade de cloro na planta, e a proximidade e o potencial impacto para as populações e instalações vizinhas.

Válvulas ou atuadores automáticos podem estar localizados próximos da válvula do cilindro pequeno ou cilindro grande. Eles podem ser ativados pelo detector de cloro, alarme de incêndio, detector sísmico, ou à distância por uma chave que acione os atuadores. Os dispositivos de fechamento automático atualmente são citados pelo *ICC* e *NFPA* e em Códigos de Construção.

7.6 SISTEMAS DE ASPERSÃO (SPRINKLERS)

O *Chlorine Institute* não recomenda o uso de aspersores (*sprinklers*) nas áreas de armazenamento e de uso do cloro. É desejável que estas áreas sejam construídas com materiais não combustíveis e que operam livres de produtos inflamáveis. Entretanto, alguns códigos de construção e de proteção contra incêndios podem requerê-los. Se os aspersores (*sprinklers*) forem instalados, eles devem ser usados apenas para suprimir o fogo ou resfriar recipientes (tanques ou cilindros) ameaçados pelo fogo. Os aspersores (*sprinklers*) não são efetivos para atenuar vazamentos de cloro ou para servir como purificadores (*scrubbers*) de gás. A presença de água (umidade) e cloro no ambiente ou no interior de recipientes pode causar corrosão e exacerbar o vazamento.

7.7 SAÍDAS E JANELAS

As saídas devem ser claramente sinalizadas (marcadas). Todas as portas de saída devem se abrir para fora e devem ser equipadas com dispositivos antipânico que permitam a abertura facilitada. Cada local deve possuir pelo menos uma janela para que o interior seja visto sem necessidade de entrar no prédio. Todas as janelas devem ser resistentes ao fogo e de material resistente à quebra. Os códigos de construção e proteção contra incêndio devem ser observados.

7.8 DETECÇÃO DE GÁS

As instalações que utilizam ou armazenam cloro devem ter equipamento de detecção de gás no local para monitorar vazamentos de cloro. Este equipamento é particularmente importante quando a instalação não conta com pessoal operacional nas vinte e quatro horas por dia e/ou nos fins de semana. Os detectores de cloro devem ser projetados e adequadamente mantidos para advertir o pessoal no local ou alertar pessoal treinado no atendimento que esteja em local afastado do vazamento.

Se os monitores são para uso na detecção de vazamentos de cloro e não para o monitoramento dos limites de exposição, diferentes valores de concentração de alarme podem ser fixados. Informações pertinentes ao uso destes monitores podem ser obtidas com o fabricante do equipamento. Ver Panfleto 73 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1). Com relação a limites de exposição ocupacional, estabelecidos pela *OSHA* nos Estados Unidos e pelo MTE no Brasil, e outros valores limites recomendados, ver a Seção 2.3.2 ou os Panfletos 1 ou 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1).

8 PROTEÇÃO CONTRA A VIOLAÇÃO DA SEGURANÇA (SECURITY)

As instalações de cloro devem ser protegidas contra entradas de pessoas inadvertidas ou não autorizadas. A vulnerabilidade de cada instalação deve ser avaliada para determinar a proteção contra a violação da segurança (*security*) necessária. A decisão no tipo de "*security*" dependerá de fatores como localização, proximidade a outras construções, normas locais, entre outros. As edificações ou áreas devem ser cercadas por um muro ou cerca e manter placas de advertência e os portões e portas devem permanecer trancados. O acesso deve ser restrito somente ao pessoal envolvido com o manuseio de cloro que deve ter a autorização para entrar nessa área. Se os recipientes de cloro (tanques, cilindros) forem extraviados ou furtados, ou se eles foram adulterados, ou se qualquer outro tipo de violação da segurança (*security*), ou atividade suspeita for encontrada, as autoridades devem ser notificadas imediatamente.

9 TREINAMENTO DO PESSOAL, SEGURANÇA E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

9.1 PROGRAMAS DE TREINAMENTO DO PESSOAL OPERACIONAL

9.1.1 Geral

Em grande extensão, a segurança no manuseio de cloro depende da efetividade do treinamento do pessoal, das instruções adequadas de segurança, e do uso de equipamento adequado. É de responsabilidade do empregador treinar os trabalhadores, documentar os treinamentos de forma apropriada e assegurar que o treinamento e a documentação estejam de acordo com a legislação. Ver Panfleto 85 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1).

É de responsabilidade dos trabalhadores executarem de forma correta os procedimentos de operação seguros e o uso apropriado dos equipamentos de proteção individual fornecidos. O *Chlorine Institute* mantém inúmeras publicações e outros materiais para ajudar os usuários de cloro no desenvolvimento de programas de treinamento significativos. Ver Catálogo do *Chlorine Institute* <https://store.chlorineinstitute.org> para obter a listagem completa e o *Website* da CLOROSUR www.clorosur.org para Panfletos que estão traduzidos e adaptados para o português.

Nos Estados Unidos, os regulamentos da *OSHA* definem os requisitos de treinamento para os empregados. Estes requisitos incluem tópicos como o equipamento de proteção individual, a comunicação de perigos, planos de atendimento a emergências, uso de extintores de incêndio, uso industrial de empilhadeiras e outros inúmeros requisitos. Os regulamentos também identificam, na Parte 1910.120 do Título 29 do *CFR*, os diferentes níveis de treinamento para as pessoas que atendem a emergências, de acordo com as tarefas executadas por estas pessoas. Ver a Seção 10 para outras informações sobre os requisitos de treinamento para o pessoal que atende emergências.

Em complemento ao treinamento requerido pela *OSHA*, o treinamento do pessoal que irá lidar com cloro em emergência deve incluir, no mínimo, os seguintes temas:

- Propriedades do Cloro;
- Perigos à Saúde;
- Recipientes (Cilindros e Tanques) de Cloro;
- Transporte, Armazenamento e Manuseio de Recipientes de Cloro;
- Conexão, Descarregamento e Desconexão de Recipientes de Cloro;
- Vazamentos de Cloro; e
- Primeiros Socorros.

9.1.2 Assistência Técnica dos Fornecedores

Os fornecedores de produtos químicos e equipamentos podem ser valiosas fontes de informação. Estas empresas geralmente possuem manuais de operação e de segurança, panfletos, vídeos, e outros materiais de treinamentos para uso dos clientes. Existem informações similares em várias associações industriais e organizações governamentais.

Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos e Outras Literaturas

Os fornecedores do produto são responsáveis por disponibilizar as fichas de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ) contendo uma avaliação detalhada das características do produto, seus perigos e informações relativas à saúde, segurança, e meio ambiente. O conteúdo destas fichas inclui:

- Identificação da composição do produto químico, número de inscrição no *Chemical Abstract Service (CAS)*, fórmula, peso molecular e sinônimos;
- Dados físicos sobre pontos de congelamento, fusão e ebulição, densidade, peso específico, solubilidade, e pressão de vapor;
- Informação sobre a sua reatividade como a incompatibilidade, produtos de decomposição, e o potencial para polimerização;
- Informações sobre perigos à saúde e efeitos da exposição (aguda ou crônica), limites de exposição permitidos, e sinais de alerta;
- Potencial de impacto ambiental, tais como os efeitos ao meio ambiente, e os regulamentos federais relacionados ao manuseio, expedição e transporte, e outros aspectos pertinentes.
- Métodos de controle da exposição, como as medidas de controles de engenharia e administrativos, e as medidas de proteção individual;
- Práticas de trabalho, como procedimentos de manuseio e armazenamento, limpeza habitual, e métodos de disposição de resíduos; e
- Procedimentos de emergência para lidar com vazamentos, incêndios, e explosões, bem como os procedimentos de primeiros socorros.

Estas informações básicas e essenciais devem estar acessíveis, como fonte de referência, a todo pessoal envolvido no manuseio do cloro.

Assistência de Emergência

Alguns fornecedores de cloro possuem conhecimento técnico e equipamentos que podem estar disponíveis aos clientes no momento de uma emergência. A disponibilidade desta assistência deve ser verificada antes de iniciar o manuseio com o cloro. Caso seja necessária ajuda adicional em uma emergência, o fornecedor ou o Pró-Química (no Brasil), *CHEMTREC* (nos Estados Unidos) ou *CANUTEC* (no Canadá) pode ser contatado. Ver Seção 10 e Tabela 10.1.

9.1.3 Outras Fontes de Informação para Treinamento

O *Chlorine Institute* mantém material de treinamento e outras publicações que podem ser encontradas no seu Catálogo. O material é organizado por assuntos específicos de interesse das empresas, incluindo este panfleto para empresas de Tratamento de Água e Água Residual. Ver Seção 13.1. O material pode ser obtido na livraria direta (on line bookstore) em www.chlorineinstitute.org. Alguns Panfletos do *Chlorine Institute* traduzidos e adaptados para o português também podem ser encontrados em www.clorosur.org.

9.2 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E SEGURANÇA

9.2.1 Recomendações Gerais

As empresas devem evitar que trabalhadores com doenças respiratórias ou capacidade respiratória reduzida trabalhem em locais em que a exposição ao cloro é possível. Os usuários de cloro devem adotar um programa de controle médico da saúde ocupacional adequado às suas necessidades. Ver Panfleto 63 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Vestuário

Nas áreas gerais da instalação ou nos edifícios onde o cloro é armazenado ou utilizado, não é requerido que os trabalhadores utilizem vestimentas especiais nas atividades de rotina da planta. Entretanto, calças compridas, camisas ou blusas de mangas compridas, óculos de segurança com proteção lateral ou óculos de proteção aprovados para utilização com produtos químicos perigosos, capacetes, e calçados de segurança devem ser utilizados ou estarem disponíveis de acordo com as práticas estabelecidas pela planta. Eles devem estar livres de óleo ou graxa. Ver Panfleto 65 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

Proteção Respiratória

Todo pessoal que entra nas áreas de manuseio ou armazenamento de cloro deve portar um respirador tipo-escape (máscara de fuga). Os respiradores com filtros químicos ou cartuchos, com proteção facial inteira oferecem a proteção temporária adequada, quando o conteúdo de oxigênio no ar é maior que 19,5% em peso, e a concentração de cloro não exceda a capacidade do respirador. A proteção dos olhos contra o cloro deve fazer parte da avaliação do equipamento de respiração adequado.

A máscara autônoma de proteção respiratória (MAPR) com demanda de pressão, e com peça facial inteira, é requerida para executar tarefas em que o cloro possa estar presente a menos que a amostragem do ar constate que a concentração de cloro está suficientemente baixa, e o uso de respiradores com filtros, citados acima são adequados. O pessoal que atende às emergências envolvendo o cloro deve ser regularmente treinado em relação às MAPR, segundo um calendário agendado e documentado para assegurar sua habilidade com a MAPR. As MAPR devem ser mantidas em local aceitável (fácil acesso ao pessoal de emergência e locais que se estima que não seja um dos primeiros a ser atingido por um vazamento de cloro). Se o plano de emergência prevê que atendentes que atuam nas ocorrências sejam pessoas externas à planta, então uma ou mais MAPRs podem estar situadas fora da planta.

Os programas de manutenção e os testes de ajustes do equipamento de proteção respiratória são requeridos e devem ser documentados (conforme Parte 1910.134(f) e Apêndice A, (h) e (m) do Título 29 do *CFR*). Ver Panfleto 65 do *Chlorine Institute* – Referência 13.1.

9.2.2 Recomendações Específicas

Esta seção trata somente dos equipamentos de proteção individual (EPI) necessários para a desconexão de partes das instalações para manutenção, e para as operações de rotina nas tarefas de descarregamento de recipientes (cilindros ou tanques de cloro) realizados pelo pessoal operacional da planta. As operações de emergência são tratadas na Seção 10.

Estas recomendações devem ser um subsidio adicional para a planta com relação a:

- Procedimentos escritos de manutenção e operação;
- Plano de Atendimento a Emergências (PAE); e
- Programas estabelecidos para o treinamento do pessoal da planta.

Considera-se aqui que a planta não realizou uma Análise de Segurança da Função (ASF) com detalhamento das tarefas específicas realizadas. Se uma ASF detalhada foi realizada e documentada e nela se concluiu que um nível menor de exigência de equipamentos de proteção individual é adequado para os trabalhadores executarem as tarefas, este nível de EPI estará inteiramente compatível com a intenção destas recomendações.

Desconexão de Partes da Instalação

O termo “desconexão de partes da instalação” é definido como o momento inicial em que há a separação de partes de uma tubulação, ou a separação destas de um equipamento que continha cloro. Isto inclui um equipamento que é retirado de serviço com cloro e que é aberto para a atmosfera. Uma desconexão de partes da instalação é considerada uma atividade de manutenção e não inclui as tarefas de conexão e desconexão de recipientes (cilindros ou tanques) com objetivo de carregamento ou descarregamento do produto, ou as atividades de amostragem do produto.

Para as tarefas de desconexão de partes da instalação que já tenham sido realizadas anteriormente, de forma periódica, e nas quais ficou demonstrado que as técnicas de esvaziamento (degasagem) e os procedimentos de manutenção utilizados resultam em concentrações de cloro que não excedem o valor teto limite da *OSHA* (nos Estados Unidos) ou do MTE (no Brasil), ou o limite não excede a capacidade do respirador purificador de ar, as recomendações do Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) são:

- Para gás cloro, o uso de um respirador purificador de ar, com a peça facial inteira, aprovado para a proteção contra o gás cloro; e
- Para cloro líquido, o uso de respirador purificador de ar, com a peça facial inteira, aprovado para a proteção contra o gás cloro e luvas que forneçam proteção térmica.

É recomendado que a planta realize uma avaliação da área na qual a atividade deve ser realizada. As áreas que são adjacentes ou estão à jusante à direção do vento, que podem ser impactadas devem ser avaliadas quanto ao risco de pessoas não diretamente envolvidas. Esta atividade possui um elevado potencial para vazamento de cloro. No entanto, isto é bastante improvável quando as recomendações do *Chlorine Institute* são seguidas. Mesmo assim, é recomendado que todas as pessoas não essenciais à realização da atividade sejam mantidas distantes do local das tarefas. As pessoas que permanecem na área e realizam as tarefas devem usar o equipamento de proteção individual apropriado.

Descarregamento de Cloro

Para uma instalação que atende ao descrito abaixo:

- Possui experiência em descarregamento de cloro;
- Está equipada com um sistema de esvaziamento e degasagem da tubulação, mangotes e outros equipamentos de descarregamento;
- Realizou uma amostragem com as técnicas apropriadas de higiene industrial que demonstraram que há uma concentração de cloro abaixo da média ponderada por tempo (*TWA*) e dos limites de exposição em curto prazo (*STEL*);
- Possui procedimentos escritos de manutenção e operação; e
- Realizou o treinamento dos trabalhadores.

Recomendação:

- Não é necessário EPI específico em relação ao cloro gás; e
- Não é necessário EPI específico em relação ao cloro líquido.

Se os procedimentos de descarregamento resultar em uma concentração de cloro que excede o nível de *TWA* ou o valor teto de exposição de curto prazo (*STEEL – ceiling*), mas não excede a capacidade de uso seguro do respirador, então se aplicam as seguintes recomendações do Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1):

- Para gás cloro, o uso de um respirador purificador de ar, com a peça facial inteira, aprovado para a proteção contra o gás cloro; e
- Para cloro líquido, o uso de respirador purificador de ar, com a peça facial inteira, aprovado para a proteção contra o gás cloro e luvas que forneçam proteção térmica.

Se a avaliação da tarefa ou avaliação de higiene industrial não foi realizada, ou se foi realizado com resultados que demonstram níveis de cloro que excedem a capacidade segura do respirador, então se aplicam as recomendações a seguir do Panfleto 65 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1):

- Para gás cloro, o uso de um respirador com fornecimento de ar (Uma Mascara Autônoma de Proteção Respiratória (MAPR), ou Respirador de Adução (fornecimento) de Ar, tipo linha de ar comprimido, com peça facial inteira e com um cilindro auxiliar com ar para escape); e
- Para cloro líquido, utilizar um respirador com fornecimento de ar (Uma Máscara Autônoma de Proteção Respiratória (MAPR), ou Respirador de Adução (fornecimento) de Ar, tipo linha de ar comprimido, com peça facial inteira e com um cilindro auxiliar com ar para escape), e luvas que forneçam proteção térmica.

9.3 OUTROS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

Um lava olhos de emergência e um chuveiro de segurança, devem estar localizados próximo aos locais de exposição potencial, porém em um local afastado daquele que se estima que seja atingido primeiro no caso de um vazamento. O caminho para estas unidades deve permanecer livre de obstruções. Existem padrões definidos pelo *OSHA* que definem os parâmetros para lava-olhos e chuveiros de segurança, isto é, vazões e temperatura da água juntamente com outras considerações como proteção contra congelamento. Ver Parte 1910.151 (c) do Título 29 do *CFR*.

10 AÇÕES DE EMERGÊNCIA

10.1 PLANEJAMENTO

A presença e a utilização do cloro representam um perigo potencial tanto para o pessoal da planta, como para a comunidade ao seu redor. Reconhecendo este potencial, a legislação federal e estadual, nos Estados Unidos, requer o desenvolvimento de planos de emergência escritos para prevenir, atenuar, e orientar às ações nas situações de vazamento de cloro. Existem pelo menos dois esforços de planejamento requeridos para cada planta de tratamento de água ou tratamento de água residual: um deles visa à proteção da comunidade contra a liberação de cloro e o outro de proteção dos trabalhadores.

Antes que um plano de emergência seja elaborado é recomendada a realização de uma avaliação dos riscos da instalação. Uma análise de riscos é um processo de coleta e análise de informação para determinar quais são os perigos químicos e riscos do processo presentes na instalação que podem causar impacto para os trabalhadores ou para o público. Nos Estados Unidos, as instalações com mais de 680 kg (1.500 lb) de cloro em um único processo precisam realizar uma análise de riscos requerida pela regulamentação do *Process Safety Management – PSM* (Gerenciamento de Segurança de Processo), conforme definido pela *OSHA* na Parte 1910.119 – Apêndice C do Título 29 do *CFR*. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*US EPA*) requer um *Risk Management Plan – RMP* (Plano de Gerenciamento de Risco) para as instalações que mantêm mais de 1.130 kg (2.500 lb) em um processo único, conforme Parte 68 (Apêndice D) do Título 49 do *CFR*.

Quando da publicação deste Panfleto, existiam disponíveis dois planos de gerenciamento de risco genéricos envolvendo cloro que podem fornecer informações úteis para a preparação de planos de emergências desejados por plantas específicas. Um deles, denominado *The Risk Assessment Methodology for Water Utilities* (2003) foi idealizado para plantas de tratamento de águas. Ele foi preparado pela *EPA* e pela *American Water Works Association – AWWA* (Associação Americana de Atividades com a Água). O outro plano genérico, disponível no *Chlorine Institute* se aplica às plantas de envasamento de cloro e aos fabricantes de hipoclorito de sódio. Estes planos podem auxiliar as plantas de tratamento de água na preparação de seus Planos de Gerenciamento de Riscos.

Os Planos de Gerenciamento de Riscos devem considerar para o monitoramento, os equipamentos para a detecção e para alarme. A preparação e a manutenção do plano escrito deve incluir um conjunto de procedimentos (inclusos no documento) relativos à seleção apropriada de pessoal que irá atuar nas situações de emergência, a atribuição das responsabilidades, a estimativa de vazamentos, a assistência mútua (equipes dos fornecedores de cloro, de materiais perigosos (*HAZMAT*), corpo de bombeiros, etc.), requisitos quanto às comunicações necessárias (dentro ou fora da instalação), tomada de decisão, medidas de primeiros socorros, e contenção do vazamento.

As considerações adicionais de planejamento devem incluir pessoas com conhecimento técnico, em instrumentação científica, equipamentos pesados e veículos de transporte que podem ser necessários durante uma emergência. Uma lista dos itens disponíveis na região deve estar acessível aos atendentes da emergência. Do mesmo modo, os locais em que se encontram os *kits* de emergência para cilindros pequenos, cilindros grandes e para tanques de transporte rodoviário e ferroviário de cloro a granel, devem ser conhecidos. A disponibilidade de máscaras autônomas de proteção respiratória, dos chuveiros, lava olhos de emergência, e as suas localizações devem ser conhecidas.

10.2 **ESTABELECIMENTO DE PROCEDIMENTOS**

Os procedimentos de atendimento a emergência referem-se aos esforços dos trabalhadores que atuam em outras áreas da planta que não aquela em que ocorre o vazamento, ou a outros atendentes designados para atuar em uma ocorrência, que resulta, ou que provavelmente pode resultar em uma liberação incontrollável de substância química perigosa. O atendimento a um incidente de liberação de substância química perigosa, em que esta possa ser absorvida, neutralizada ou controlada de outra forma, no momento da liberação pelo pessoal da área da ocorrência ou pelo pessoal da manutenção não é considerado casos de atendimento a emergência (conforme definido na Parte 1910.120 do Título 29 do *CFR*).

Os procedimentos estabelecidos devem esquematizar e a coordenação e comunicação apropriada entre o pessoal da planta, a gerência da planta, e as agências externas. O pessoal para atendimento da comunidade pode incluir o corpo de bombeiros, departamento de polícia, pronto-socorro, e equipes de produtos perigosos (*HAZMAT*). As legislações locais e estaduais podem conter requisitos adicionais.

Cada planta de tratamento deve desenvolver sua própria lista de verificação (*checklist*), a qual deve estar prontamente disponível para que o pessoal da planta possa auxiliar no atendimento. A Tabela 10.1 lista ações chaves típicas a serem tomadas em casos de emergência com cloro. Ela deve ser considerada como um guia para auxiliar o responsável pela operação da planta de tratamento. Uma assistência mais detalhada é disponibilizada no âmbito federal pela *OSHA*, e *EPA*, e pelas agências de regulamentação estaduais.

Informações e assistência durante o processo de planejamento esta disponível no Panfleto 64 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) e nos fornecedores de cloro. Em uma situação de emergência, os atendentes devem ser chamados para participarem na sua parte do plano de atendimento à emergência (PAE). Isto pode incluir o corpo de bombeiros, o fornecedor de cloro, e outras equipes locais de atendimento à emergência. Se não for possível obter assistência do fornecedor durante uma emergência, é possível contatar o PRÓ-QUÍMICA (no Brasil), *CHEMTREC* (nos Estados Unidos) ou *CANUTEC* (no Canadá). O contato para informação é fornecido na Seção 10, Tabela 10.1 deste panfleto.

NOTAS DE TRADUÇÃO:

- (1) *CHLOREP* (Plano de Emergência com Cloro) é um amplo programa da indústria, estabelecido pelo *Chlorine Institute* para a melhoria no tempo de resposta e efetividade na atuação em emergência com cloro nos Estados Unidos e no Canadá. O sucesso de sua aplicação inspirou a implantação de um plano semelhante no Brasil, o PAM-ABICLOR, descrito a seguir.
- (2) PAM ABICLOR (Plano de Auxilio Mutuo) formalizado em 2007 pela Associação Brasileira da Indústria de Álcalis e Cloro Derivados (Abiclor) e diversas empresas associadas O Plano prevê, que equipes de emergência treinadas, de empresas participantes, incluindo empresas especializadas contratadas, empresas produtoras, distribuidoras e consumidoras, estejam em alerta, para atendimento de possíveis vazamentos reais ou eminentes de cloro.

- (3) *CHEMTREC, CANUTEC* E PRÓ-QUÍMICA: No caso de incidentes relacionados ao transporte, nos Estados Unidos, as autoridades, transportadores e pessoas que atendem a ocorrência podem utilizar o *CHEMTREC – Chemical Transportation Emergency Center* (Centro de Emergências no Transporte de Produtos Químicos – uma divisão do Conselho Americano de Química) para comunicar a ocorrência e receber informações sobre os produtos e orientações de precaução iniciais. No Canadá, isto pode ser realizado contatando o *CANUTEC – Canada Transport Emergency* (Centro de Emergências no Transporte de Produtos Químicos do Canadá), e no Brasil, o Pró-Química, um serviço de informação e comunicação implantado, em 1989, pela Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim). Estes serviços operam de forma ininterrupta, 24 horas por dia, todos os dias da semana, incluindo feriados e fins de semana.

Tabela 10,1 - Lista de Verificação (Checklist) Típica das Ações de Emergência

<u>Ação</u>	<u>Realizada por</u>	<u>Data/ Hora</u>
Alerta ao pessoal da fábrica	Aquele que identifica o problema	
Ativação da equipe de atendimento à emergência no local	Responsável pela planta	
Determinação da gravidade da situação	Responsável pela planta	
Certificação de que todo o pessoal presente na planta está em local seguro, equipado e protegido apropriadamente, e que uma conferência foi feita para verificar que não falta ninguém.	Responsável pela planta	
Alerta apropriado às autoridades	Responsável pela planta	
A certeza que trabalhadores que tenham sido expostos estão recebendo a assistência médica de tratamento necessária.	Responsável pela planta	
Esforços para interromper ou controlar a liberação do cloro	Equipe de atendimento à emergência	
Obtenção de assistência externa: Fornecedor de cloro ou, no Brasil, o PAM-ABICLOR, via PRÓ-QUÍMICA. Tel. 0800 11 8270 (*)	Equipe da planta	
Coordenação (liderança) no controle do incidente	Coordenador local do plano	
Determinação do momento em que as operações habituais podem ser retomadas	Coordenador local do plano	
Fornecimento de relatório encerrando o incidente	Coordenador local do plano	

(*) Ver notas de tradução da Seção 10.2.

10.3 TREINAMENTO

10.3.1 Materiais e Fontes de Auxilio para Treinamento

Existem disponíveis programas de treinamento e materiais em diversas fontes, incluindo fornecedores de cloro, agencias governamentais locais ou estaduais, e organizações tais como *Chlorine Institute*, *AWWA*, *WEF* e *NFPA*. Nos Estados Unidos o melhor ponto de partida para identificar fontes de treinamento é o *Local Emergency Planning Committee – LEPC* (Comitê de Planejamento de Emergência Local) ou o fornecedor de cloro. Ver o W-Vídeo do *Chlorine Institute* (Referência 13.1).

10.3.2 Pessoal da Instalação

O pessoal da planta de tratamento deve receber treinamento sobre o plano de resposta à emergência, procedimentos para o manuseio e uso seguros do cloro, sobre o uso da máscara autônoma de proteção respiratória e outros equipamentos aplicáveis. Os requisitos do treinamento dependem das funções específicas do pessoal envolvido, suas tarefas e responsabilidades. Cada planta deve ter seu próprio programa de treinamento de acordo com suas necessidades específicas. Deve ser considerado o tipo de instalação, o tipo e o número de recipientes de cloro (cilindros, tanques), e o número de trabalhadores. A planta deve manter documentação escrita de todo treinamento.

10.3.3 Atendentes de Emergência

Os requisitos de treinamento de atendentes de emergência são baseados no nível de atendimento (Tabela 10.2) e tipo de responsabilidade da função atribuída a cada atendente. A lista a seguir inclui os diversos níveis de atendentes que devem estar presentes no local da emergência, e uma breve descrição de suas responsabilidades:

- **Primeiro Atendente, Nível de Conscientização:** Pessoas, que no curso do seu trabalho normal, podem ser as primeiras na cena da emergência envolvendo uma substância química perigosa. Delas se espera a comunicação às autoridades apropriadas como indicado no plano de atendimento a emergência; elas não devem realizar ações adicionais;
- **Primeiro Atendente, Nível Operações:** Pessoas envolvidas no atendimento inicial a um vazamento ou a um potencial vazamento de substâncias químicas perigosas com o propósito de proteção das pessoas próximas, do meio-ambiente, ou da propriedade, dos efeitos do vazamento do produto. Elas são treinadas para atender de forma defensiva sem tentar atuar efetivamente na interrupção do vazamento da substância. Sua função é conter a liberação da substância a uma distância segura, prevenir seu espalhamento e prevenir a exposição;
- **Técnico em Produtos Perigosos:** Pessoas que atendem ao vazamento ou potencial vazamento com o propósito de interrompê-lo. Elas assumem uma função mais vigorosa que os atendentes de emergência no nível de operações, pois eles se aproximam do ponto de liberação e buscam tampar, remendar, ou controlar o vazamento de outra forma;
- **Especialista em Produtos Perigosos:** Pessoas que atendem e fornecem orientação aos técnicos de produtos perigosos. Sua função se equipara à dos técnicos de produtos perigosos, porém, requer maior conhecimento específico de várias substâncias, e elas podem ser chamadas para contê-las. O especialista também pode atuar como um contato de ligação com autoridades federais, estaduais, locais e outras autoridades governamentais com relação às atividades da planta;

- **Comandante do Cenário do Incidente:** Pessoa responsável pela direção e coordenação de todos os aspectos perigosos do incidente;
- **Pessoal de Apoio Qualificado:** Pessoas com habilidade para operar certos equipamentos (por exemplo, retroescavadeira ou guindaste) e são necessárias temporariamente para executar trabalhos de suporte imediato à emergência; e
- **Empregados Especializados:** Pessoas que no decorrer do cumprimento de suas funções de rotina, trabalham com, e educam sobre os perigos específicos de substâncias perigosas específicas, e podem ser chamadas para fornecer assistência ou aconselhamento técnico.

Não é parte do escopo deste panfleto fornecer detalhes sobre o programa de treinamento para atendentes de emergência; entretanto, um resumo dos requisitos de treinamento é apresentado na Tabela 10.2. Os requisitos de treinamento efetivos para cada nível de atendente de emergência são apresentados na Parte 1910.120 do Título 29 do *CFR*. Devido a alterações que podem ocorrer nessas regulamentações, é necessário examinar o Título 29 *CFR* periodicamente para atualização.

Tabela 10.2 - Resumo dos Requisitos de Treinamento para Atendentes de Emergência com Produtos Perigosos (HAZMAT)

Nível de Atendimento	Requisito Mínimo de Treinamento
Nível Conscientização	Conhecimento dos produtos perigosos, incluindo seus riscos, e de como proteger o local, e como comunicar outros envolvidos em caso de emergência.
Primeiro Atendente, Nível Operações	8 horas de treinamento, incluindo tópicos do nível conscientização.
Técnico em Produtos Perigosos	24 horas de treinamento, incluindo tópicos do nível operações.
Especialista em Produtos Perigosos	24 horas de treinamento equivalente ao nível do técnico em produtos perigosos.
Comandante do Cenário do Incidente	24 horas de treinamento equivalente ao nível operações, acrescida da capacitação no comando de incidentes e plano de atendimento a emergência.
Pessoal de Apoio Qualificado	Instruções básicas iniciais antes de iniciar a atuação na emergência.

10.4 AUDITORIAS E EXERCÍCIOS

Um modo efetivo para determinar se o plano de emergência de uma estação de tratamento de água está adequado é a realização de auditorias e exercícios periódicos. As auditorias devem ser realizadas com a participação de vários atendentes de emergência da estação de tratamento, para avaliar o seu conhecimento sobre as suas missões no plano e os recursos disponíveis, juntamente com auditorias periódicas sobre o uso efetivo dos recursos. Os exercícios devem ser realizados para testar as reações dos participantes e a efetividade da implantação do plano de emergência além de testar o mecanismo de funcionamento do plano.

Existem basicamente três tipos de exercícios: aqueles de abrangência ampla, os exercícios na área da estação de tratamento e exercícios de bancada (*table-top*). Os exercícios de abrangência ampla, com a participação de atendentes de emergência da comunidade devem ser realizados ao menos uma vez por ano. Os exercícios periódicos na área da estação de tratamento devem utilizar diferentes cenários de eventos de simulação e envolver o máximo de pessoas possíveis. Estes exercícios devem ser conduzidos de maneira similar aos exercícios de abrangência ampla, mas sem envolver pessoal externo.

Os exercícios de bancada (*table-top*) devem ser realizados periodicamente para a verificação da habilidade das equipes de atendimento às emergências na análise e avaliação de um evento, na comunicação com o pessoal externo de atendimento às emergências, e na reação (ação) diante dos desdobramentos dos eventos. Este tipo de exercício geralmente é realizado somente com a participação dos supervisores e outras pessoas chaves do atendimento às emergências, tanto da planta como de organizações externas.

Na sequência a qualquer um destes exercícios, uma avaliação crítica deve ser feita quanto à efetividade do plano e para apontar qualquer ponto fraco no plano, ou no treinamento e nível de conhecimento do pessoal envolvido. Um relatório escrito do exercício deve ser disponibilizado para exame e o plano de emergência da instalação deve ser modificado, se necessário.

11 ASPECTOS MÉDICOS:

11.1 PERIGOS À SAÚDE

11.1.1 Geral

O cloro gasoso é principalmente um irritante respiratório. Em baixas concentrações o cloro gasoso apresenta odor similar ao da água sanitária. À medida que ocorre o aumento da concentração detectada pelo odor, ele causa a sintomatologia da exposição individual. Concentrações de cloro gasoso acima de 5 ppm são muito irritantes, e é pouco provável que qualquer indivíduo permaneça nesta condição mais do que um curto período, a menos que esteja inconsciente ou impedido de sair do local. Se os sintomas da exposição persistirem mais que algumas horas, os efeitos da exposição ao cloro podem se tornar mais graves durante alguns dias após o incidente. Nestes casos, os indivíduos expostos devem ser mantidos sob observação como parte do programa de atendimento médico. Ver Panfleto 63 do *Chlorine Institute* (Referência 13.1) para informações mais detalhadas.

11.1.2 Informações sobre a Exposição ao Cloro

Ver a Seção 2, Tabela 2.3 deste panfleto que inclui os dados compilados sobre a exposição de cloro e efeitos relatados em humanos.

11.2 TOXICIDADE AGUDA

11.2.1 Respiratória / Cardiovascular

Os efeitos tóxicos do cloro são devido às suas propriedades corrosivas. O cloro é solubilizado na água e removido principalmente pelas vias aéreas superiores. Como indicado na Tabela 2.3 (Seção 2), a exposição a baixas concentrações de cloro pode causar irritação nasal, bem como das membranas mucosas do trato respiratório. 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 aumenta, o indivíduo afetado pode desenvolver uma imediata respiração ligeira, chiado, roncosp no peito, ou hemoptise (expectoração com sangue). 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. Casos de Síndrome de Disfunção Reativa das Vias aéreas, um tipo de asma induzido por um irritante químico, foi relatado.

11.2.2 Pele

O cloro líquido em contato com a pele pode causar queimaduras química ou térmica localizada (*frostbite*). O cloro gasoso em contato com a pele pode se dissolver na umidade do corpo (isto é, no suor da transpiração) para formar o ácido clorídrico e o hipocloroso. Em concentrações de 3.500 ppm de cloro no ar, o pH da umidade da pele é de aproximadamente 4. O pH 4 é comparável ao da água carbonatada. Podem ocorrer sensações de queimação e irritação na pele devido a esta exposição. Em uma busca na literatura científica não foram encontradas informações específicas para humanos que determinem a concentração de cloro necessária para produzir estes efeitos.

11.2.3 Olhos

Baixas concentrações de cloro no ar podem resultar em irritação nos olhos, associada a ardor, piscar de olho convulsivo, vermelhidão, conjuntivite e lacrimejamento. A exposição a concentrações mais altas de cloro gasoso pode resultar em danos mais sérios. O cloro líquido em contato com os olhos resultará em sérias queimaduras químicas e/ou térmicas.

11.3 TOXICIDADE CRÔNICA

A maioria dos estudos indica que não há conexão significativa entre efeitos adversos à saúde e exposição crônica a baixas concentrações de cloro.

11.4 VÍDEO SOBRE SAÚDE DO CHLORINE INSTITUTE

Um vídeo sobre saúde mostrando efeitos à saúde devido à exposição de curto prazo está disponível no *Chlorine Institute*. Ver Seção 13.1: H-DVD.

12. PRIMEIROS SOCORROS

O primeiro socorro é o tratamento temporário e imediato dado ao indivíduo exposto. A ação imediata é essencial. Tranquilizar o indivíduo irá ajuda-lo a aliviar a sua ansiedade. Quando indicado, a assistência médica deve ser obtida o quanto antes. Se a vítima estiver inconsciente ou em convulsão nunca se deve fazê-la ingerir qualquer coisa. Se o cloro saturou (contaminou) as roupas e/ou a pele da vítima, a descontaminação deve ser feita removendo-se a roupa contaminada e banhando-a como for apropriado. Ver Panfleto 63 do *Chlorine Institute* (Referencia 13.1) para obter informações mais detalhadas.

Os atendentes de emergência devem tomar as precauções necessárias, para protegerem a si mesmos da exposição ao cloro, enquanto estiverem prestando os primeiros socorros e devem retirar a vítima da área contaminada o mais rápido possível.

12.1 INALAÇÃO

Um indivíduo exposto ao cloro deve ser submetido a uma avaliação de suas vias aéreas, respiração e circulação após a inalação. 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. Em casos mais sérios a pessoa deve sentar em posição vertical com a cabeça e o tronco elevado na posição de 45º a 60º (a menos que exista alguma contraindicação médica). Ela deve ser orientada para, lentamente respirar fundo. Os sinais vitais, (capacidade respiratória, pulso, e pressão sanguínea) e a saturação de oxigênio devem ser analisados se pessoas treinadas e equipamentos estiverem disponíveis.

Equipamento adequado para administração de oxigênio deve estar disponível na planta ou em instalação próxima. Estes equipamentos devem ser periodicamente testados.

Historicamente, a terapia com oxigênio, particularmente o oxigênio umidificado, tem sido considerado o tratamento principal para inalações de cloro. 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. Com o avanço da tecnologia, existe disponível o equipamento oxímetro de pulso que pode medir rapidamente a saturação de oxigênio em um indivíduo. Esta medição pode auxiliar na decisão quanto à necessidade ou não de suplementação de oxigênio após inalação de cloro.

A terapia utilizando o oxigênio pode não ser necessária em todos os casos de inalação com cloro. Entretanto, para qualquer caso em que um indivíduo que inalou cloro continue sintomático, após deixar a área de exposição, a terapia de oxigênio é recomendada, a menos que possa ser determinado por um especialista que não é necessária. **As circunstâncias em que a terapia de oxigênio não é recomendada devem ser definidas antecipadamente por um médico, baseando-se nos protocolos (aviamentos) clínicos e por determinação, caso a caso, feita por ministradores de primeiros socorros especialmente treinados nessa área.**

12.1.1 Administração de Oxigênio

O oxigênio deve ser administrado pelos atendentes de primeiros socorros (socorristas) treinados no uso do equipamento específico de oxigênio sob a supervisão de um profissional de saúde licenciado.

Quando um oxímetro de pulso não está disponível, a terapia de oxigênio é recomendada para qualquer indivíduo que inalou cloro e continua sintomático após deixar a área de exposição.

Quando um oxímetro de pulso está disponível, os seguintes protocolos (aviamentos) compõem uma lista de situações em que a aplicação da terapia de oxigênio é indicada para ser ministrada por atendentes de primeiros socorros (socorristas) após inalação de cloro. Outros critérios podem ser adicionados a esta lista, se especificados por um médico.

- Leituras de pulso pelo oxímetro estáveis <92%; ou
- O indivíduo está com evidente dificuldade respiratória (incluindo, mas não limitada à respiração rápida, dificuldade de respiração, necessitando dos músculos acessórios para respirar, tosse contínua e incontrolável, respiração ofegante); ou
- O indivíduo exposto está tendo "sintomas preocupantes", como significativa dor/ aperto no peito, fraqueza extrema, declínio/alteração do padrão de consciência, ou o indivíduo está diaforético (úmido, pálido, transpirando e não por motivos ambientais) etc., especialmente se estes outros sintomas ocorrem com um indivíduo com um passado histórico de doença cardíaca ou asma; (Nota: "sintomas preocupantes" geralmente não incluem sintomas de irritação habitual do trato superior respiratório, os quais ocorrem com baixas inalações de cloro gasoso, como, por exemplo, tosse suave/moderada, dificuldade inicial de "capturar o fôlego", suave/moderada falta de ar, garganta irritada, corrimento nasal, congestão nasal, dor de cabeça, e náuseas).

Nota: É recomendado que um médico seja consultado no caso de um indivíduo apresentar um ou mais dos critérios mencionados acima, com o objetivo de decidir se uma avaliação e/ou um tratamento adicional é indicado.

Se a terapia de oxigênio for indicada, ela deve ser administrada até que os sintomas desapareçam. Sempre que a administração de oxigênio for interrompida, após o desaparecimento dos sintomas, o indivíduo deve ficar em observação por 30-60 minutos enquanto respira o ar ambiente. Se os sintomas significativos não desaparecem em 60 minutos de terapia de oxigênio, ou os sintomas retornarem/ se agravarem e/ou a saturação de oxigênio (quando houver oxímetro de pulso disponível) cair abaixo de 92%, é recomendado que a terapia com oxigênio seja retomada (caso tenha sido descontinuada), e que seja realizada uma avaliação adicional pelo médico.

12.1.2 Administração de Ar Respirável Umidificado

Nem todos os indivíduos que inalam cloro necessitam de terapia com oxigênio. Para os casos que a terapia de oxigênio não é necessária, é recomendado que um médico defina previamente, caso a caso, o que deve ser feito pelos atendentes de primeiros socorros (socorristas) especificamente treinados nessa área.

Para as situações em que foi determinado que a terapia de oxigênio não é necessária, mas as quais, o indivíduo exposto à inalação de cloro apresenta os sintomas de irritação, o ar umidificado pode ser administrado para tratar os sintomas. Enquanto estiver respirando o ar umidificado, o indivíduo deve ser cuidadosamente monitorado por 30-60 minutos. Se ele não demonstrar mais os sinais e sintomas para os quais o oxigênio deve ser indicado, a inalação do ar umidificado pode ser interrompida. Após o tratamento com ar umidificado, o indivíduo deve permanecer em observação por 30 minutos adicionais respirando ar ambiente, para assegurar que não haverá piora na sua condição. A terapia de oxigênio deve ser iniciada a qualquer momento, durante o processo acima, se os sintomas piorarem ao ponto em que o oxigênio é indicado. É necessário que o médico realize uma avaliação mais aprofundada em qualquer caso que a terapia com oxigênio seja utilizada.

12.1.3 Tratamento sintomático

Outras medidas de tratamento sintomático, como o uso de compressas frias na face e medicamentos isentos de prescrição médica, podem auxiliar na minimização dos sintomas. Os medicamentos isentos de prescrição médica que podem ser úteis incluem:

- Medicamentos para garganta irritada/inflamada - pastilhas para garganta;
- Medicamentos para tosse seca - dextrometorfano, guaifenesina;
- Medicamentos para dores de cabeça - acetaminofeno, aspirina, ibuprofeno; e
- Medicamentos para desconforto gástrico – antiácidos.

12.2 CONTATO COM A PELE

Caso 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. As queimaduras térmicas, devido à baixa temperatura do cloro líquido, podem ser mais danosas do que qualquer reação química entre o cloro e a pele. A exposição ao gás cloro pode irritar a pele. 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.

12.3 CONTATO COM OS OLHOS

Caso os olhos tenham sofrido irritação pela exposição ao cloro, eles devem ser lavados imediatamente com grandes quantidades de água morna por, no mínimo, 15 minutos.

►NUNCA tente neutralizar com produtos químicos.

As pálpebras precisam ser mantidas abertas durante este período para assegurar que a água entre em contato com todo tecido acessível dos olhos e membranas protetoras. Uma 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. Nada além de água deve ser aplicado a menos que seja indicado por um serviço de saúde qualificado.

13 REFERÊNCIAS

13.1 REFERÊNCIAS DO CHLORINE INSTITUTE

Panfleto	Título
1	<i>Chlorine Basic (formerly The Chlorine Manual)</i> , ed. 8; Pamphlet 1; The Chlorine Institute: Arlington, VA, 2014 . Cloro Básico (anteriormente chamado O Manual do Cloro).
5	<i>Bulk Storage of Liquid Chlorine</i> , 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 o Cloro Seco.
- 9 *Chlorine Vaporizing Systems*, ed. 7; Pamphlet 9; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011**.
Sistemas de Evaporação de Cloro.
- 17 *Packaging Plant Safety and Operational Guidelines*, ed. 4-R2; Pamphlet 17; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011**.
Guias Operacionais e de Segurança para as Instalações de Envasamento de Cloro.
- 49 *Recommended Practices for Handling Chlorine Bulk Highway Transports*, ed. 9; Pamphlet 49; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Práticas Recomendadas para o Manuseio de Tanques de Cloro no seu Transporte Rodoviário a Granel.
- 57 *Emergency Shut-Off Systems for Bulk Transfer of Chlorine*, ed. 5-R1; Pamphlet 57; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Sistemas de Bloqueio de Emergência na Transferência de Cloro 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 no Trabalho e Práticas de Monitoramento em Higiene Industrial para o Cloro.
- 64 *Emergency Response Plans for Chlor-Alkali, Sodium Hypochlorite, and Hydrogen Chloride Facilities*, ed. 6-R1; Pamphlet 64; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2008**.
Planos de Atendimento às Emergências para as Instalações de Cloro-Álcis, 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**.
Equipamento de Proteção Individual para Produtos Químicos de Plantas Cloro-Álcis.
- 66 *Recommended Practices for Handling Chlorine Tank Cars*, ed. 4-R1; Pamphlet 66; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Práticas Recomendadas para o Manuseio de Cloro em Tanques no seu Transporte Ferroviário a Granel.
- 73 *Atmospheric Monitoring Equipment for Chlorine*, ed. 7; Pamphlet 73; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2003**.
Equipamentos de Monitoramento Atmosférico de Cloro.
- 76 *Guidelines for the Safe Motor Vehicular Transportation of Chlorine Cylinders and Ton Containers*, ed. 5; Pamphlet 85; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2012**.
Guias para o Transporte Seguro de Cilindros Pequenos e Grandes em Veículo Automotor.
- 85 *Recommendations for Prevention of Personnel Injuries for Chlorine Producer and User Facilities*, ed. 5; Pamphlet 85; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2010**.
Recomendações para Prevenção de Lesões Pessoais em Instalações de Produção e Utilização de Cloro.
- 95 *Gaskets for Chlorine Service*, ed. 4; Pamphlet 95; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2008**.
Juntas de Vedação para Serviço com Cloro.

- 100 *Dry Chlorine: Behaviors of Moisture in Chlorine and Analytical Issues*, ed. 4; Pamphlet 100; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2011**.
Cloro Seco: Comportamento da Umidade no Cloro e Discussão de Técnicas Analíticas.
- 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.
- 166 *Angle Valve Guidelines for Chlorine Bulk Transportation*, ed.1; Pamphlet 166, The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2002**
Guia para Válvulas Angulares para Transporte de Cloro a Granel
- 168 *Guidelines for Dual Valve Systems for Bulk Chlorine Transport*, ed.1; Pamphlet 168, The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2013**.
Guia para os Sistemas de Válvula Dupla no Transporte de Cloro a Granel.
- IB/A *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit "A" for 100-lb, and 150-lb. Chlorine Cylinders*, ed. 12; Pamphlet IB/A; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2013**.
Panfleto de Instrução: *Kit "A"* de Emergência do *Chlorine Institute* para Cilindros Pequenos de Cloro de 45 kg a 68 kg (100lb a 150lb).
- A-DVD *How to Use The Chlorine Institute Emergency Kit "A" for 100-lb, and 150-lb. Chlorine Cylinders*, Video, ed. 3; A-DVD; The Chlorine Institute, Arlington, VA, **2009**.
DVD: Como Usar o *Kit "A"* de Emergência do *Chlorine Institute* para Cilindros Pequenos de Cloro de 45 kg a 68 kg (100lb a 150lb).
- IB/RV *Instruction Booklet: Cl Recovery Vessel for 100-lb, and 150-lb. Chlorine Cylinders*, ed. 2; Pamphlet IB/RV; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Panfleto de Instrução: Recipiente de Recuperação do *Chlorine Institute* para Cilindros Pequenos de Cloro de 45 kg a 58 kg (100 lb a 150 lb).
- IB/B *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit B for Chlorine Ton Containers*, ed. 10; Pamphlet IB/B; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Panfleto de Instrução: *Kit B* de Emergência do *Chlorine Institute* para Cilindros Grandes de Cloro de 900 kg e 1000 kg (2000 lb e 2200 lb).
- B-DVD *How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit B for Chlorine Ton Containers*, ed. 2; B-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**.
DVD: Como Usar o *Kit B* de Emergência do *Chlorine Institute* para Cilindros Grandes de Cloro de 900 kg e 1000 kg (2000 lb e 2200 lb).
- IB/C *Instruction Booklet: Chlorine Institute Emergency Kit C for Chlorine Tank Cars and Tank Trucks*, ed. 9; Pamphlet IB/C; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
Panfleto de Instrução: *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* para Tanques de Transporte Rodoviário e Ferroviário de Cloro a Granel.
- C-DVD *How to Use the Chlorine Institute Emergency Kit C for Chlorine Tank Cars and Tank Trucks*, ed. 1; C-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2005**.
DVD: Como Usar o *Kit C* de Emergência do *Chlorine Institute* para Tanques de Transporte Rodoviário e Ferroviário de Cloro a Granel.
- H-DVD *First Response to Short-Term Chlorine Exposure*, ed. 2; H-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2006**.
DVD: Primeiro Atendimento à Exposição de Curta Duração ao Cloro.

W-DVD *Chlorine Safety for Water and Wastewater Operators*, ed. 2; W-DVD; The Chlorine Institute: Arlington, VA, **2009**.
DVD: Segurança Cloro para Responsáveis pela Operação de Plantas de Tratamento de Água e/ou de Águas Residuais.

CI Security Management Plan for the Transportation and On-Site Storage and Use of Chlorine Cylinders, Ton Containers and Cargo Tanks, August 15, 2003. Contact CI Staff.
Plano de Gerenciamento da Proteção Contra a Violação da Segurança (*Security*) no Transporte e Armazenamento na Planta de Cilindros Pequenos e Grandes, e Tanques de Carga a Granel.

NOTA DE TRADUÇÃO

A seguir estão relacionados alguns regulamentos e normas brasileiras citadas no texto. Não inclui todos os regulamentos aplicáveis. Para um propósito de regulamentação completa, outras fontes devem ser consultadas.

Decreto-Lei 96.044 (1988): Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos.

ANTT

Resolução 3665 (2011) – Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos (estabelecido anteriormente pelo Decreto-Lei 96.044 de 1988).

Resolução ANTT Nº 420 (2004) e suas revisões: Aprova Instruções complementares ao Regulamento Técnico do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos.

Regulamentos do MTE e SSMT

Portaria 3214 – Aprova as Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho

- Norma Regulamentadora – NR 1: Disposições Gerais
- Norma Regulamentadora – NR 6: Equipamento de Proteção Individual
- Norma Regulamentadora – NR 7: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- Norma Regulamentadora – NR 9: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
- Norma Regulamentadora – NR 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
- Norma Regulamentadora – NR 12: Maquinas e Equipamentos
- Norma Regulamentadora – NR 13: Caldeiras e Vasos de Pressão
- Norma Regulamentadora – NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Anexo 11 – Agentes Químicos Cujas Insalubridade é Caracterizada por Limite de Tolerância e Inspeção no Local de Trabalho.
- Norma Regulamentadora – NR 26: Sinalização de Segurança

Instrução Normativa SSST N° 1 (1994): Regulamento Técnico sobre o Uso de Equipamento para Proteção Respiratória.

Norma ABNT NBR 13295 – Cloro Líquido: Distribuição, manuseio e transporte a granel e embalado.

ABNT NBR 16173 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Carregamento, descarregamento e transbordo a granel e embalados – Capacitação de colaboradores.

13.2 **ENDEREÇOS DE ORGANIZAÇÕES**

American Conference of Governmental
Industrial Hygienists
1330 Kemper Meadow Drive
Cincinnati, OH 45240
513-742-2020
www.acgih.org

The Chlorine Institute Inc.
1300 Wilson Boulevard, Ste. 525
Arlington, VA 22209
703-894-4140
www.chlorineinstitute.org

International Code Council
500 New Jersey Avenue, NW/ 6th Floor
Washington, DC 20001
1-888-422-3233
www.iccsafe.org

Water Environmental Federation
601 Wythe Street
Alexandria, VA 22314
1-800-666-0206
www.wef.org

American Water Works Association
6666 West Quincy Avenue
Denver, CO 80235
303-794-7711
www.awwa.org

Compressed Gas Association
14501 George Carter Way - Suite 103
Chantilly, VA 20151
703-788-2700
www.cganet.com

National Fire Protection Association
1 Batterymarch Park
Quincy, MA 02169-7471
617-770-3000
www.nfpa.org

United States Environmental Protection
Agency
1200 Pennsylvania Avenue, NW
Washington, DC 20460
202-564-5700 (Office of Water)
202-564-8600 (Office of Emergency
Management)
www.epa.gov

APÊNDICE A

REQUISITOS PARA RELATO CONFORME REGULAMENTO - TÍTULO III SARA

O Planejamento de Emergência e a Lei do Direito de Saber da Comunidade (*Emergency and Community Right-to-know Act – EPCRA*), no Título 42 da *CFR* é também conhecido como Título III da Emenda de Fundo Fiduciário e Lei de Reautorização de 1986 (*Superfund Amendments and Reauthorization Act – SARA*) de 1986. Cinco Seções desta lei se aplicam a plantas de tratamento de água e águas residuais. Elas estão resumidas a seguir:

- A Seção 302 requer a qualquer planta, que contenha mais do que 45 kg (100 lb) de cloro, a comunicação deste fato à Comissão de Atendimento (Resposta) à Emergência Estadual (*State Emergency Response Commission*). É necessário realizar este relato uma única vez. Outras substâncias extremamente perigosas não comumente encontradas em estações de tratamento, também devem ser relatadas;
- A Seção 303 requer a qualquer planta que tenha que realizar a comunicação, de acordo com a seção 302, forneça ao comitê de planejamento de emergência local (*Local emergency planning committee - LEPC*) o nome do coordenador de emergência da planta que irá participar, com o *LEPC*, do processo de planejamento de emergência. A planta também deve fornecer ao *LEPC* qualquer informação requisitada para o desenvolvimento e implementação do plano;
- A Seção 304 requer a qualquer planta que libere para o meio ambiente 4,5 kg (10 lb) ou mais de cloro, a comunicação imediata da liberação ao coordenador de emergência da comunidade estadual, e ao Centro de Atendimento (Resposta) Nacional. O contato e esta comunicação inicial devem ser complementados com uma comunicação escrita para as mesmas partes citadas. O conteúdo que deve estar incluso na comunicação também é estabelecido nesta seção. A liberação rotineira e intencional de cloro para o tratamento de água ou água residual não precisa ser comunicada. A falha na comunicação ao Centro de Resposta Nacional no momento e forma prevista (isto é, a comunicação verbal imediata, e escrita no prazo de 24 h a partir do momento em que se considere que a *RQ* tenha sido constatada) pode resultar em penalidades civis e criminais;
- A Seção 311 requer para qualquer planta, que contenha mais do que 45 kg (100 lb) de cloro em qualquer momento da operação, o envio de uma Ficha de Segurança de Produto Químico (FISPQ) ou (*Material Safety Data Sheet – MSDS*) de cloro, ou uma lista de produtos perigosos, incluindo o cloro para o corpo de bombeiros local, para o comitê de planejamento de emergência local, e para a Comissão Estadual de Atendimento à Emergência. Se uma FISPQ for enviada, ela deve ser reenviada quando uma alteração for realizada; e
- A Seção 312 requer a qualquer planta que contenha mais do que 45 kg (100 lb) de cloro, em qualquer momento de sua operação, o preenchimento e envio, para a Comissão de Atendimento (Resposta) a Emergência, e ao comitê de planejamento para emergências e corpo de bombeiros, do Formulário de Registro de Emergência e Produto Químico Perigoso (*Emergency and Hazardous Chemical Inventory Form*), nos seus modos (tiers) I e II. Esta é uma exigência anual.

Para maiores informações sobre a lei *EPCRA*, o Comitê de Planejamento de Emergência Local e a Comissão de Resposta à Emergência Estadual (*State Emergency Response Commission*) podem ser consultados.

APÊNDICE B

REGULAMENTOS DA ADMINISTRAÇÃO DA SEGURANÇA NO TRABALHO E DA SAÚDE OCUPACIONAL (*OSHA*) NOS ESTADOS UNIDOS

As seções a seguir, do Título 29 do Código de Regulamentação Federal (*CFR*) são pertinentes às operações em plantas contendo cloro, como parte do processo.

Operações com Resíduos Perigosos e Atendimento à Emergência: Parte 1910.120 do Título 29 do *CFR*

Toda planta que possua uma substância extremamente perigosa, como o cloro, deve desenvolver um plano de atendimento à emergência e o treinamento do pessoal na implementação do plano.

Cada empregador deve desenvolver um plano de atendimento à emergência que contemple ao menos os seguintes elementos:

- Planejamento antes da emergência e coordenação com as partes externas. Funções individuais, linhas de autoridade, treinamento e comunicação. Reconhecimento de emergência e prevenção;
- Distâncias seguras e locais de refúgio;
- Condição e controle do local contra a violação da segurança (*security*);
- Rota de fuga e procedimentos;
- Descontaminação;
- Tratamento médico de emergência e primeiros socorros;
- Alerta de emergência e procedimentos de atendimento;
- Julgamento do atendimento e acompanhamento; e
- Equipamentos de proteção individual (EPI) e outros recursos para emergência.

Comunicações de Perigo: Parte 1910.1200 do Título 29 do *CFR*

Os empregadores devem fornecer treinamento aos trabalhadores que lidam com produtos químicos perigosos que podem ser encontrados no seu local de trabalho. O programa de treinamento deve conter os seguintes itens:

- Orientação sobre maneira de ler e entender a FISPQ;
- Informação sobre a localização do plano de atendimento à emergência da instalação, e quais são as responsabilidades dos trabalhadores durante a emergência;
- Treinamento sobre os perigos físicos e à saúde do gás cloro e qualquer outro produto perigoso que possa estar presente no ambiente de trabalho;
- Procedimentos que os trabalhadores possam tomar para se proteger contra os riscos à saúde; e

- Informações a respeito de medidas adotadas pelo empregador para fornecer a proteção, como procedimentos de emergência e equipamentos de proteção individual, e outras.

Requisitos Gerais: Parte 1175.1 do Título 29

Os gases comprimidos devem ser armazenados, manuseados e utilizados de acordo com padrões geralmente aceitos.

Os cilindros, vasos de pressão ou outros recipientes devem ser identificados com relação ao gás neles contidos.

Os cilindros contendo gás comprimido, armazenados ou em uso devem estar bem presos para prevenir escorregamentos ou quedas, e devem ser protegidos contra adulteração por pessoas não autorizadas.

Os tanques e cilindros armazenados em áreas sujeitas ao tráfego devem estar protegidos contra danos que possam ser causados pelos veículos.

Os cilindros de gás comprimido que não estiverem em uso devem estar protegidos corretamente, com o capacete colocado sobre o conjunto da válvula.

Adicionalmente a estas seções do Título 29 do *CFR*, os seguintes regulamentos da *OSHA* (Título 29 do *CFR*) que tratam de temas específicos devêm ser observados:

- Equipamento de proteção individual: Seções 1910.132 a 1910.139; e
- Planos de emergência dos empregadores e planos de prevenção a incêndios: Seção 1910.38(a).

Para maiores informações sobre os regulamentos da *OSHA* e como eles se aplicam às plantas de propriedade do governo ou operadas pelo governo, o departamento estadual do trabalho, segurança e saúde de funcionários públicos, ou organização similar do seu estado pode ser consultado.

APÊNDICE C

GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA DE PROCESSO (PSM)

As Emendas da Lei do Ar Limpo (*Clean Air Act Amendments*) de 1990, na Lei da OSHA de 1970, estabelece o padrão de segurança dos processos químicos perigosos que deve ser aplicado para prevenir liberações acidentais de produtos químicos que possam representar uma ameaça aos trabalhadores. Ele se refere a produtos químicos altamente perigosos que possuem o potencial de causar incidentes catastróficos tanto no local de trabalho como na comunidade ao redor. Como resultado, o Gerenciamento da Segurança de Processo de Substâncias Altamente Perigosas (*Process Safety Management of Highly Hazardous Substances - 29 CFR*) abrange mais de 3 milhões de trabalhadores americanos em aproximadamente 25.000 plantas. As plantas com 680 kg (1.500 libras) ou mais de cloro em um único processo devem estar em conformidade com o PSM.

O gerenciamento da segurança do processo é uma identificação, avaliação, mitigação ou prevenção proativa de liberações de produtos químicos que podem ocorrer como resultado de falhas no processo, procedimentos ou equipamentos. O objetivo maior do programa de segurança do processo é prevenir liberações indesejáveis de produtos químicos, especialmente em locais que podem expor trabalhadores e outras pessoas a sérios perigos. Um programa efetivo requer uma abordagem sistemática para avaliar o processo como um todo, incluindo projeto, tecnologia, atividades e procedimentos operacionais e de manutenção, atividades não rotineiras, e programas de treinamento. Um programa de gerenciamento de segurança do processo completo inclui os seguintes elementos:

- Introdução ao gerenciamento de segurança do processo;
- Envolvimento dos empregados;
- Informações de segurança do processo;
- Análise de risco do processo;
- Procedimentos operacionais;
- Treinamento de empregados;
- Requisitos aplicáveis aos contratados;
- Segurança na partida;
- Integridade mecânica;
- Permissões para trabalhos não rotineiros;
- Modificações no gerenciamento;
- Investigação de incidente;
- Preparação para as emergências; e
- Auditorias de conformidade.

Para controlar os perigos, os empregadores devem desenvolver o conhecimento necessário, julgamento, e iniciativa dentro de sua força de trabalho para implementar e manter adequadamente um programa de gerenciamento efetivo de segurança do processo como previsto pelos padrões *OSHA*.

As várias medidas de proteção, que são incorporadas ao projeto e operação do processo, para evitar ou mitigar a liberação de produtos químicos devêm ser avaliadas e reforçadas periodicamente para assegurar sua efetividade em cada nível.

APÊNDICE D

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCO (*RMP*)

A Regra do Programa de Gerenciamento de Risco (*Risk Management Program Rule – RMPPR*) se aplica a uma fonte estacionária que mantém mais que 1.130 kg (2.500 libras) de cloro no processo.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency – EPA*) define fonte estacionária como sendo os edifícios, estruturas, equipamentos, instalações, ou atividades estacionárias que pertençam ao mesmo grupo industrial e que emitem substâncias que pertencem a um mesmo grupo industrial, que estão instaladas em uma ou mais propriedades contíguas, sob o controle de uma mesma pessoa (ou pessoas com controle comum), e da qual uma liberação acidental pode ocorrer (Título 40 do *CFR*). O termo fonte estacionária não se aplica ao transporte, incluindo o armazenamento casual no transporte de qualquer substância regulamentada, mas inclui o transporte de recipientes (tanques, cilindros) utilizados como armazenamento não casual do transporte e a recipientes conectados a equipamentos em fontes estacionárias para carregamento e descarregamento.

Este assunto não está completamente definido, pois existem alguns conflitos entre as diversas agências do governo sobre regulamentação e aplicação da fiscalização. No entanto, é intenção da *EPA* aplicar a Regra do Programa de Gerenciamento de Risco (*RMPPR*) para o descarregamento de tanques de transporte rodoviário e ferroviário de cloro a granel, ou nos casos que estes alimentem um processo em uma planta. Adicionalmente, a quantidade de cloro em veículos de transporte é fator determinante para os cenários de piores casos e outros cenários e estão de acordo com outras partes da Regra.

A *EPA* define processo como qualquer atividade envolvendo uma substância controlada, incluindo qualquer uso, armazenamento, produção, manuseio, ou movimentação na planta, destas substâncias, ou qualquer combinação destas atividades. Qualquer grupo de vasos no local, que estão interconectados, ou vasos que estão separados, de um modo que uma substância controlada possa estar envolvido em uma liberação potencial é considerado um processo unitário. A *EPA* também afirma que o proprietário ou responsável pela operação da planta deve tomar decisões razoáveis quando dois ou mais vasos podem estar envolvidos no mesmo acidente, ou quando a liberação de um vaso pode, provavelmente, levar à liberação do outro.

Para conhecimento, nem a *OSHA* nem a *EPA* publicaram guias adicionais refinando esta definição de processo. Cada planta deve utilizar os guias que foram fornecidos para determinar os processos que se enquadram na definição. Visto que as duas agências não publicaram guias adicionais, o *Chlorine Institute* não pode então indicar um ou outro critério.

Quando a Regra do Programa de Gerenciamento de Risco (*RMPPR*) se aplica a uma planta, então ela deve desenvolver um programa formal de gerenciamento de risco, e submeter e registrar este programa no órgão de controle. O regulamento do *EPA* se aplica a 77 substâncias tóxicas (incluindo o cloro, a amônia anidra, e o dióxido de enxofre) e a 63 substâncias que são inflamáveis quando a quantidade de uma ou mais destas substâncias das listas existem, individualmente, em uma quantidade que é igual ou superior a um limite definido na lista. Muitos dos requisitos do *RMP* (da *EPA*) são similares aqueles do *PSM* (da *OSHA*) examinadas no Apêndice A, mas há requisitos importantes que são específicos do *RMP*.

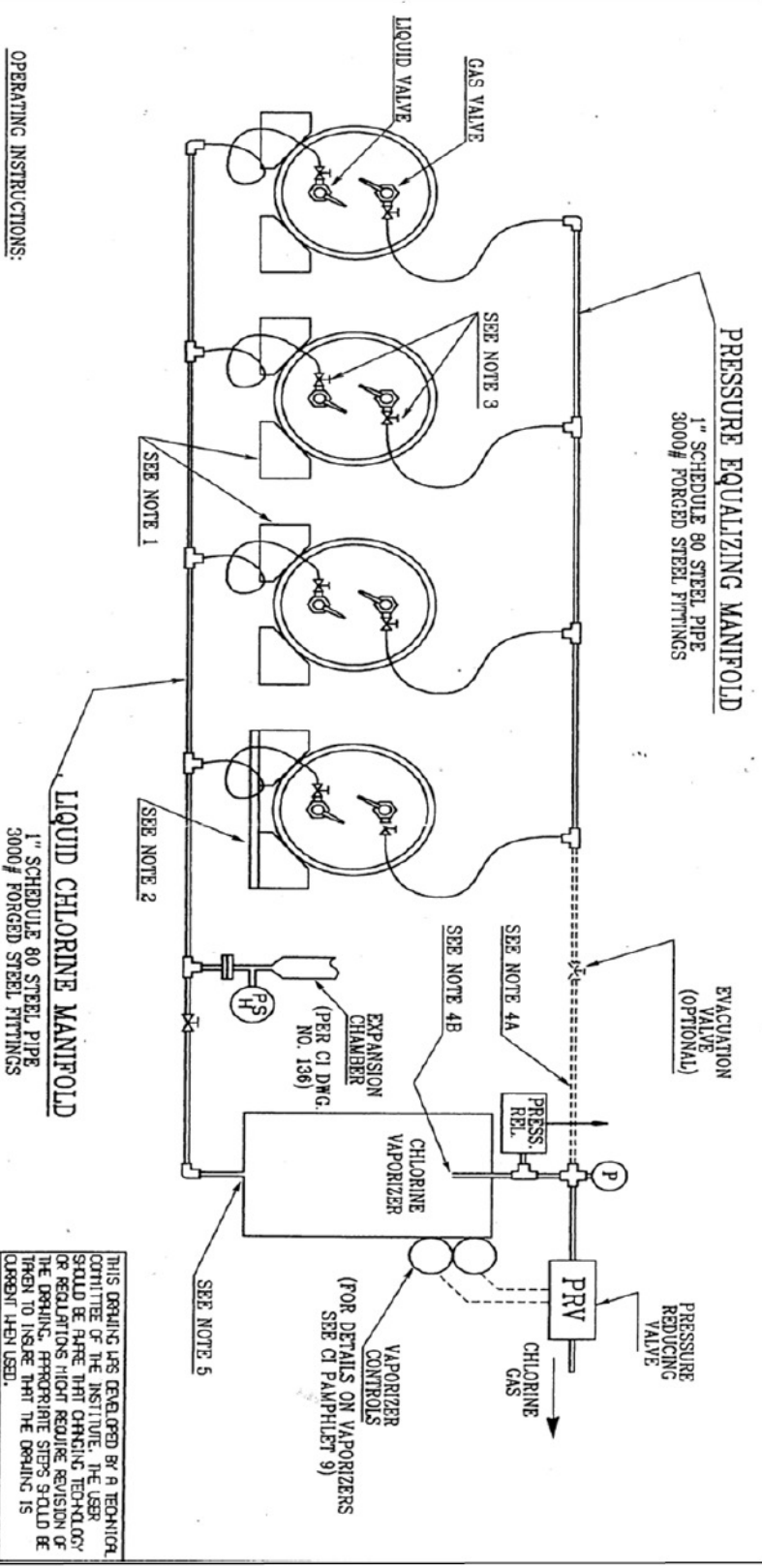
O regulamento da *EPA* vai além das normas do *PSM* (da *OSHA*) e requer que as plantas determinem os efeitos potenciais de acidentes químicos, na planta, para a comunidade no seu entorno. Além disso, o regulamento da *EPA* exige que as plantas submetam e registrem certas informações sobre o programa de gerenciamento de risco às agências governamentais e aos comitês de planejamento locais de emergência (*LEPC*), bem como, tornem disponíveis estas informações para o público em geral.

Nota: A lista de produtos abrangida pelo *PSM* é diferente da lista abrangida pelo *RMP*.

Nos Estados Unidos, a conformidade com os padrões do *PSM* (da *OSHA*) e do *RMP* (da *EPA*) é requerida pelas Emendas da Lei do Ar Limpo (*Clean Air Act Amendments*). Os responsáveis pelas operações das plantas que incorporem o que está estabelecido nos dois regulamentos poderão estar mais bem preparados para estar totalmente em conformidade e, ao mesmo tempo, para melhorar sua relação com a comunidade local.

O prazo para completar todos os elementos do Programa de Gerenciamento de Risco (*RMP*) e submetê-lo e registrá-lo nas agências é o primeiro dia em que for constatado que há uma quantidade de substância em um processo que é igual ou superior ao limite estabelecido pelo *RMP*.

Desenho 183-3
SISTEMA DE MANIFOLDS PARA A RETIRARADA CLORO LÍQUIDO DE CILINDROS GRANDES



- OPERATING INSTRUCTIONS:**
1. OPEN ALL GAS VALVES FIRST.
 2. DO NOT CLOSE ANY GAS VALVES UNTIL ALL LIQUID VALVES HAVE BEEN CLOSED.
 3. DURING NORMAL OPERATION, KEEP THE EVACUATION VALVE CLOSED.

- NOTES:**
1. ALL CONTAINERS MUST BE AT THE SAME ELEVATION.
 2. TON CONTAINER WEIGHING SCALES ARE RECOMMENDED.
 3. AUXILIARY VALVES ARE RECOMMENDED ON ALL PIGTAILS.
 4. IF AN EVACUATION VALVE IS INSTALLED:
 - A) THE PRESSURE EQUALIZING MANIFOLD MUST BE PITCHED BACK TOWARD THE TON CONTAINERS.
 - B) THE OUTLET TUBE IN THE VAPORIZER MUST BE AT A HIGHER ELEVATION THAN THE TOPS OF THE TON CONTAINERS.
 5. LIQUID DISCHARGE INTO THE VAPORIZING CHAMBER MUST BE AT OR NEAR THE LOWEST PART OF THE CHAMBER.
 6. ALL CONTAINERS MUST BE AT THE SAME TEMPERATURE PRIOR TO WITHDRAWING CHLORINE.

THIS DRAWING SHOULD NOT BE CONSIDERED AN INSTANT APPROVAL FOR MANIPULATING TON CONTAINERS TO DISCHARGE LIQUID CHLORINE. ADVISOR OF THIS TYPE IS SELECTED. THIS DRAWING CAN BE USED AS A REFERENCE. THE USER SHOULD BE AWARE THAT CHANGING TECHNOLOGY OR REGULATIONS MAY REQUIRE REVISION OF THE DRAWING AND IT IS IMPERATIVE THAT THE DRAWING IS CURRENT WHEN USED.

THIS DRAWING WAS DEVELOPED BY A TECHNICIAN COMMITTEE OF THE INSTITUTE. THE USER SHOULD BE AWARE THAT CHANGING TECHNOLOGY OR REGULATIONS MIGHT REQUIRE REVISION OF THE DRAWING. APPROPRIATE STEPS SHOULD BE TAKEN TO INSURE THAT THE DRAWING IS CURRENT WHEN USED.

3/7/94	REDRAWN	PC
2/4/84	ADDED DISCLAIMER NOTE	PC
1/2/84	INITIAL ISSUE	PC
	REVISION	FFFF

THE CHLORINE INSTITUTE, INC.
 WASHINGTON, D. C.

MANIFOLDING TON CONTAINERS FOR LIQUID CHLORINE WITHDRAWAL

DRWN	A. KASS	T-M
TRCD		SCALE - NONE
CHECD	MEL	
APPROVED		
DWG. NO.	183	ISSUE 3