



**ECO TECH SYSTEM**  
ENGENHARIA PARA A ECOLOGIA

ECO TECH SYSTEM CONTROLE AMBIENTAL LTDA.  
Rua Príncipe Humberto, 112 – Conj. 33 - Centro – São Bernardo do Campo – SP – CEP  
09725-200 - Tel.: (11) 4337-4000 / Cel.: (11) 99985 9833  
[vendas@ecotechsystem.com.br](mailto:vendas@ecotechsystem.com.br)

# **SISTEMAS PARA CONTROLE DAS EMISSÕES ACIDENTAIS DE GÁS CLORO**



**TECNOLOGIA EM DEFESA DO  
MEIO AMBIENTE**





## Efeito do Cloro Gasoso nas Pessoas:

Concentração (ppmv)	Efeito
<b>0,2 – 3,0</b>	<b>Limite de odor</b>
<b>1,0 a 3,0</b>	<b>Moderada irritação das membranas</b>
<b>4</b>	<b>Máxima exposição de 1 hora</b>
<b>5 - 15</b>	<b>Moderada irritação das vias superiores</b>
<b>30</b>	<b>Tosse intensa com espasmos</b>
<b>40 - 60</b>	<b>Concentração perigosa em 30 minutos</b>
<b>430</b>	<b>Fatal após 30 minutos</b>
<b>1000</b>	<b>Fatal após algumas inalações</b>

Fonte: Cetesb

## Consequências Acidentais: (cilindro 900 Kg)

Hipótese Acidental	Conc. Inicial (ppmv)
<b>Ruptura Catastrófica do Cilindro</b>	<b>96.000</b>
<b>Vazamento da Válvula Angular do Cilindro</b>	<b>96.000</b>
<b>Ruptura do Manifold devido a Corrosão</b>	<b>96.000</b>
<b>Ruptura Total do Flexível do Cilindro</b>	<b>96.000</b>
<b>Ruptura Catastrófica do Evaporador</b>	<b>59.000</b>
<b>Vazamento pelo Dreno da Válvula de Alívio do Clorador</b>	<b>16.400</b>

Avaliação das consequências geradas pelo vazamento de cloro foi realizada através do conjunto de cálculo do código WHAZAN – World Bank Hazard.

**Os Sistemas para Controle das Emissões Acidentais de Gás Cloro, fornecidos pela ECO TECH SYSTEM® são projetados em conformidade com os parâmetros determinados pelo "CHLORINE INSTITUTE e A.C.G.I.H".**



**O CLORO GÁS** é principalmente um irritante das vias respiratórias. Em concentrações elevadas irrita as membranas mucosas, o sistema respiratório e os olhos.

Em casos extremos, a dificuldade em respirar pode aumentar até o ponto de ocorrer morte por colapso respiratório ou falência pulmonar. O odor característico e penetrante do cloro gás é facilmente percebido pelo olfato humano, gerando um alerta de sua presença no ar.

Em altas concentrações, ele também é visível como um gás amarelo-esverdeado. O cloro líquido em contato com a pele ou olhos poderá causar queimaduras químicas e/ou ulcerações por congelamento.

O gás cloro é usualmente embalado e transportado em cilindros de 40, 50, 68 e 900 Kg, é também, transportado a granel em carretas com capacidades entre 10 a 27 toneladas.

Um Estudo de Análise de Riscos (HAZOP) realizado em um sistema de cloração numa instalação de tratamento de água determinou as hipóteses acidentais abaixo descritas:

Ruptura catastrófica do cilindro.

Vazamento da válvula angular do cilindro.

Ruptura do "manifold" devido a corrosão.

Ruptura total do flexível do cilindro.

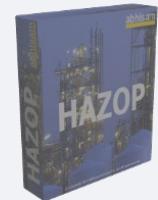
Vazamento através da válvula de segurança da carreta.

Ruptura da tubulação entre a carreta e o evaporador.

Ruptura catastrófica do evaporador.

Vazamento pelo dreno da válvula de alívio do clorador.

Ruptura catastrófica da carreta.



As instalações que manuseiam e armazenam cilindros ou carretas com gás cloro, devem ser projetadas conforme as determinações publicadas pelo "CHLORINE INSTITUTE".

O Chlorine Institute , fundado em 1924 , é uma associação formada por empresas e outras entidades que estão envolvidas ou interessadas na produção, distribuição e utilização segura dos produtos do cloro, como: soda cáustica, hipoclorito de sódio, ácido clorídrico, cloreto de hidrogênio e potassa cáustica. O Instituto tem 240 associados localizados nos Estados Unidos, Canadá, México, América do Sul e outros continentes. Os associados dos Estados Unidos representam 98% da produção de cloro no país. Em função das características do cloro e de sua larga utilização, principalmente em tratamento de água, a promoção e divulgação de boas práticas de segurança e controle ambiental têm sido os focos principais dos membros do Instituto.

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

### Características Físico-Químicas e Toxicológicas

Propriedades Físico – Químicas:

- Peso Atômico 35,45
- Peso Molecular 70,91
- Ponto de Ebólitione -34,1 °C
- Ponto de Fusão -100,7 °C
- Temperatura Crítica 144 °C
- Pressão Crítica 76,05 Atm
- Densidade (cloro líquido) 1,56
- Densidade (cloro gás a 20 °C) 2,49
- Pressão de Vapor (a -33,8 °C) 760 mmHG
- Calor Latente de Vaporização 68,7 calis/g
- Solubilidade na água (a 25 °C) 0,65 g/100 ml
- Viscosidade (para o gás) 0,022 cP
- À temperatura e pressão ambientes, o cloro é um gás amarelo esverdeado altamente tóxico. De odor sufocante;
- Mais denso que o Ar, em caso de vazamento tende a se acumular nas zonas mais baixas, próximas ao solo;
- É liquefeito por compressão e resfriamento, sendo fornecido aos consumidores sob a forma de cloro líquido;
- Não inflamável, mas alimenta a combustão de alguns materiais combustíveis;
- É pouco solúvel em água. Em contato com a água transforma-se em ácido clorídrico.



Os Sistema para Controle das Emissões Acidentais de Gás Cloro fornecidos pela **ECO TECH SYSTEM®**, são dimensionados para atender com segurança os acidentes provenientes dos eventuais vazamentos, previstos nas hipóteses acidentais, considerando os cenários dos riscos individuais e sociais.

#### CONFIGURAÇÕES DO PROJETO

Exaustão localizada.....Por meio de captadores, montados ao nível do piso dentro do edifício.

Transporte do Gases.....Dutos, curvas, conexões em geral, interligando os vários pontos do processo.

Controle / Regulagem.....O ponto de captação será dotado de seu respectivo registro, para balanceamento do sistema.

Mecanização do fluxo de gases.....Através do ventilador exaustor centrífugo.

Tratamento dos gases.... É efetuado em “Torre de Absorção com Reação Química”

Redes de Utilidades.....Por intermédio de rede hidráulica, compreendendo: Alimentação de Água, Drenagens, etc.

Sistema de Automação...Por intermédio de Instrumentação, adequadamente dimensionada para automação do sistema, compreendendo as respectivas válvulas e sensores.

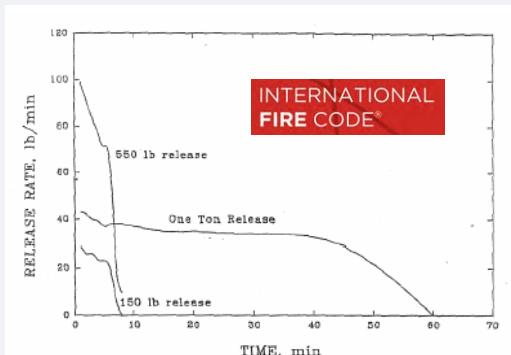
#### Parâmetros para Dimensionamento da Vazão:

Para o dimensionamento da Vazão de Exaustão necessária, é considerado o método de renovação do volume das salas, em conformidade com a norma ABNT.NBR 12.216 (*Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento*).

O Sistema é dimensionado para atender os padrões de emissão na chaminé exigidos pelo EPA (Environmental Protection Agency)

#### Dimensionamento do Sistema de Neutralização de Gás Cloro:

O Sistema é dimensionado com capacidade para neutralizar 900kg de Cl<sub>2</sub> em 01 (uma) hora, considerando o pico do vazamento conforme gráfico abaixo:



Concentração de Cl<sub>2</sub> na entrada do Lavador de Gases (ppmv)





#### PROCESSO DE TRATAMENTO DOS GASES:

O processo de tratamento consiste na absorção dos gases de forma ascendente, em contrafluxo a solução neutralizante que distribuída por intermédio de vertedores, dá origem a uma absorção física com reação química na passagem do poluente pela superfície de contato dos corpos de enchimento.

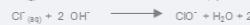
A solução neutralizante retornará então ao tanque, acoplado diretamente na parte inferior do corpo do lavador, onde será recirculada através de uma bomba, para o meio de lavagem.

Na determinação dimensional e técnica do lavador, considerando-se os padrões de eficiência exigidos, são devidamente determinados os fatores específicos, que redundam no atendimento pleno das exigências estabelecidas. Dentre tais fatores podemos citar:

- Vazão de Ar / Gases Contaminados / Concentrações / Temperaturas;
- Diâmetro e altura da Torre;
- Velocidade de passagem;
- Tempo de permanência;
- Tipo e altura de enchimento;
- Coeficiente de transferência da massa;
- Fator de enchimento;
- Solubilidade;
- Excesso de reagente necessário;
- Pressão parcial do gás;
- Tensão Superficial;
- Reações Exotérmicas;
- Estequiométria.

Calculo das Reações Químicas:

Verificação da ocorrência da reação



A reação ocorre no sentido indicado pelo  $\Delta E > 0$ .

Equação da reação



Cálculos estequiométricos

Base de cálculo: 27.000 kg de Cloro ( $\text{Cl}_2$ )

Cálculo das massas mоляres:

m cloro = 71 kg/kmol

m hidróxido de sódio = 40 kg/kmol

Cálculo da quantidade estequiométrica de NaOH

$\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NaOH}$

71kg  $\longrightarrow 2 \times 40 \text{ kg}$

$\tau = 30.422.53 \text{ kg de NaOH}$



Os Sistemas são projetados com materiais e componentes selecionados para as condições exigidas no projeto, considerando a resistência química e mecânica necessária.

Componentes como: Visores, Bocais de Inspeção facilitam as ações de manutenção do sistema.

Toda a instrumentação necessária para o monitoramento é fornecida junto com o sistema.

O **SDCD** (Sistema Digital de Controle a Distância) e **IHM** (Interface Homem/Maquina) compreende um sistema dedicado de controle, monitoração e supervisão do processo, com características de fácil operação, manutenção, alta confiabilidade e disponibilidade. O SDCD e IHM são fornecidos “hardware” e “software” padronizados e comercialmente disponíveis na linha normal de produtos do fornecedor.

São consideradas todas as implementações e suporte técnico que sejam necessários ao perfeito funcionamento integrado dos equipamentos em conjunto com o Sistema Digital de Controle a Distância (SDCD).

O CLP disponibilizará para o SDCD os principais sinais do processo.

#### INSTRUMENTAÇÃO DO SISTEMA:

- DETECTOR DE GÁS CLORO, com sensores instalado na sala de armazenagem de cilindro ou carretas;
- Analisador de Concentração da solução neutralizante, instalado no tanque do Lavador de Gases;
- Manômetro para a rede hidráulica de recirculação;
- Manômetro “Coluna d’água” analógico, localizado no Lavador de Gases;
- Chave de Fluxo na Rede Hidráulica do Lavador de Gases;
- Chave de Fluxo no Duto Aspirante;
- Chave de Fluxo, instalada na alimentação de água no tanque do Lavador de Gases;
- Válvula Solenoide na entrada de água no Tanque de recirculação;
- Indicador de Nível localizado no Tanque de Recirculação e Neutralização.



**Manutenção:** Como todo sistema de emergência, a manutenção é fator determinante para que em situações de risco o sistema seja acionado e cumpra seu objetivo, o de proteger a saúde dos funcionários, da comunidade circunvizinha e o Meio Ambiente.

**Placas de Identificação, Visores e Bocais de acesso e o estoque de Peças Sobressalentes dão condições plenas para cumprir as ações de manutenção e testes periódicos com eficiência e eficácia.**

Os Sistemas para Controle das Emissões Acidentais de Gás Cloro fornecidos pela **ECO TECH SYSTEM®**, são fornecidos com duas bombas de recirculação da solução neutralizante, sendo uma em operação e outra "Stand By".

O acionamento elétrico é previsto com um sistema de revezamento automático, num eventual defeito a bomba Stand By entra automaticamente em operação sem a necessidade de intervenção dos operadores, um alarme indicando o defeito será acionado no Painel de Controle.

*Os sistemas instalados em regiões sujeitas as temperaturas muito frias, aquecedores montados no tanque de armazenagem, são fornecidos para evitar a cristalização da solução de Soda Cáustica.*

Os sistemas também podem ser fornecidos com Ventiladores/Exaustores "Stand By" acionados com o mesmo conceito utilizado na Bombas de Recirculação.

Válvulas de Retenção, especificamente projetadas para esta aplicação, permitem que num eventual defeito, que o Ventilador / Exaustor "Stand By" seja acionado sem a necessidade de interferência dos operadores e um alarme indicando o defeito será acionado no Painel de Controle.

## **COMISSIONAMENTO E START UP**

Ao final dos serviços de montagem uma equipe de técnicos especializados, dotados de instrumentação específica executam a regulagem do sistema e sua colocação em marcha normal de operação, promovendo sua entrega oficial.

Elaborando os documentos finais da obra, compostos pelos relatórios e certificados das aferições efetuadas quando do START-UP.

Depois de efetuados todos os ajustes terá início o treinamento necessário voltado à Operação e Manutenção do sistema.

Aos participantes do Curso de Treinamento serão emitidos os respectivos "Certificados de Participação".

## TESTES PERIÓDICOS DE FUNCIONAMENTO

**TESTES PERIODICOS DE FUNCIONAMENTO**

Testes efetuados periodicamente devem assegurar que todo o sistema esteja pronto a atender situações de emergência, quando verificada a presença de gás cloro acima do limite estabelecido para os Detectores. As condições da solução neutralizante preparada no tanque de recirculação, é constantemente monitorada pelo “Analizador de Concentração” ou Manualmente pelo processo de titulação.

Periodicamente devem ser efetuados testes de funcionamento do sistema, simulando o sinal para os detectores de cloro e verificando o funcionamento de todos os componentes, eventuais desvios serão detectados pelo C.L.P. com a identificação dos defeitos, monitorados pela instrumentação do sistema.





### TESTE DE EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE EXAUSTÃO

Os testes são realizados com fumaça.

O uso do Teste de Fumaça (*Smoke Visualization*) é uma etapa fundamental no diagnóstico da eficiência da exaustão do sistema.

Muitas falhas dos sistemas de exaustão podem ser facilmente detectadas por meio dos Testes de Fumaça.

Os Testes de Fumaça são de simples realização e, por serem qualitativos, os registros podem ser obtidos por meio de pequenas filmagens.

Nos Testes de Fumaça são verificados:

- Fluxo de Ar desde a face do captador até a fonte geradora de gases;
- A presença de turbilhonamento e fluxos reversos de ar;
- Correntes transversais de ar, que no sistema de captação de gases altera significativamente a eficiência.

Nota: Os Testes de Fumaça são efetuados com base na Norma ASHRAE 110 – *Method of Testing Performance of Laboratory Fume Hoods*



Os Sistemas para Controle das Emissões Acidentais de Gás Cloro fornecidos pela **ECO TECH SYSTEM®** são acompanhados de:

**Manual com Instruções para Operação e Manutenção** contendo as orientações necessárias para o perfeito funcionamento.

**Instruções de Trabalho** fixadas nos locais estratégicos contém informações importantes para os operadores e para a equipe de manutenção.

O “Mapa de Supressão de Defeitos” anexo ao manual, contém as orientações necessárias para a identificação das eventuais falhas e as ações corretivas.

### ABASTECIMENTO DE SODA CÁUSTICA (NaOH)

A concentração de Soda Cáustica no tanque de recirculação do Lavador de Gases deve ser mantida entre 20 a 25%, considerando um excesso de 25%, conforme as recomendações do Chlorine Institute.

A falha no controle da concentração, compromete drasticamente a eficiência do Lavador de Gases.

A concentração de NaOH sofre redução devido ao processo de Carbonatação, e a pequenos vazamentos de Cl<sub>2</sub> que é acentuada nas fases dos testes de Funcionamento.

Portanto, é INDISPENSÁVEL a disponibilidade de Soda Cáustica no monitoramento da concentração no tanque de recirculação do Lavador de Gases, seja por meio do Analisador de Concentração ou Manualmente pelo processo de titulação.

Os Sistemas para Controle das Emissões Acidentais de Gás Cloro fornecidos pela **ECO TECH SYSTEM®** possuem um Tanque reserva de NaOH@50% com capacidade dimensionada para neutralização da quantidade de Cl<sub>2</sub> especificada no projeto mais a quantidade necessária para correção periódica da concentração.

Desta forma o sistema oferece segurança mesmo que haja 2 (dois) vazamentos acidentais seguidos, considerando a hipótese do vazamento total de um cilindro de Cl<sub>2</sub>.

