



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

Imc²

Laboratório de
Materiais de
Construção Civil



PROTOCOLO RECICLOS #10

CÂMARA DE CARBONATAÇÃO

Autores: Humberto Dias Andrade; José Maria Franco de Carvalho; Júnio
Batista

RECICLOS

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos

Março de 2017

1. INTRODUÇÃO

Este protocolo de operação, se aplica à orientação da utilização da câmara de carbonatação, e umidificação ShellLab® Modelo SCO26H, no que se refere à ensaios de carbonatação em corpos de prova de concreto e argamassas. O modelo anteriormente citado pode ser visto na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Câmara de carbonatação ShellLab®



Fonte: ShellLab.

2. OBJETIVO

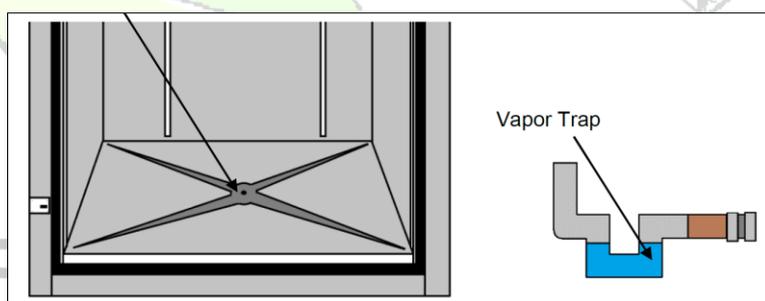
O objetivo deste protocolo é apresentar, de forma simplificada e direta, os procedimentos de configuração e operação da câmara de carbonatação ShellLab® SCO26H, afim de tornar segura e instruída, a utilização da câmara, garantindo assim, o perfeito funcionamento da câmara, a segurança do operador e dos demais membros do laboratório.

3. CONSIDERAÇÕES E VERIFICAÇÕES PRELIMINARES

Antes de iniciar os trabalhar com a câmara de carbonatação, faz-se necessário seguir alguns procedimentos de verificação do equipamento, os mesmos estão listados a seguir.

- I. Verifique se as condições ambientais estão compatíveis com as condições de operação do equipamento. A temperatura deve estar entre 15 e 30°C, e a umidade relativa não pode ser superior a 80% (a 25°C);
- II. Verifique se o equipamento está nivelado e devidamente afastado de paredes e anteparos obedecendo afastamento lateral de pelo menos 10 cm. Verifique também, se há um espaço de pelo menos 5 cm acima do topo do equipamento para circulação do ar;
- III. Certifique-se que as especificações da rede elétrica são compatíveis com as especificações do equipamento, sendo elas: 127 V; 50/60 Hz; 12 amperes;
- IV. Certifique-se de que o dreno (localizado na parte posterior do equipamento) esteja desobstruído e posicionado de modo a permitir a drenagem da água de condensação. A drenagem deve estar direcionada a uma rede de coleta ou em recipiente provisório;
- V. Verifique se o equipamento está devidamente conectado a uma fonte de água destilada e com pressão disponível de pelo menos 1,4 m.c.a.. Deve-se considerar que o equipamento consome, em média, 12 litros de água destilada por dia (24h);
- VI. O equipamento possui um sifão de vapor em sua parte inferior, conforme ilustrado na Figura 2. Certifique-se de que este esteja cheio de água para o correto funcionamento da câmara. **Em caso de longos períodos sem utilização deve-se preencher o sifão de vapor com aproximadamente 120 ml de água.**

Figura 2 – Dreno de condensação e sifão de vapor



Fonte: ShellLab.

- VII. Verifique se o equipamento está devidamente conectado a uma fonte de gás carbônico, e que o gás apresenta a especificação adequada, sendo ela, CO₂ grau médico ou grau USP. **A pressão do gás deve ser regulada para a faixa entre 15 e 20 psi (0,103 a 0,137) MPa; (1,03 a 1,37) kgf/cm². Em hipótese alguma a pressão do CO₂ pode exceder 25 psi.**

4. OPERAÇÃO

Feita as verificações preliminares, inicia-se então a preparação para o uso da câmara de carbonatação. A sequência a seguir instrui a preparação para o uso.

4.1. Preparação para o uso

- I. Plugue o cabo de alimentação na tomada da rele elétrica que atenda as especificações do equipamento.
- II. Abra a válvula de fornecimento de gás carbônico, e regule a pressão para a faixa de operação (15 a 20) psi.
- III. Coloque o botão liga/desliga na posição "ON", conforme apontado na Figura 3.

Figura 3 – Botão liga/desliga



Fonte: ShellLab.

4.2 Configuração da temperatura

- I. Gire o controle de temperatura limite de operação (OTL) no sentido horário, até o máximo, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Controle OTL



Fonte: ShellLab.

- II. Pressione e solte uma das duas setas de temperatura para ativar o modo de ajuste da configuração da temperatura. Feito isso, irão surgir as letras “SP” no visor indicando o modo de configuração do ponto de ajuste de temperatura e em seguida irá apresentar o valor da temperatura piscando, aguardando ajuste. Após 5 segundos de inatividade, o display sairá automaticamente do modo de ajuste.

Figura 5 – Botões de ajuste de temperatura



Fonte: ShelLab.

- III. Pressione “seta para cima” ou “seta para baixo” para ajustar a temperatura do ensaio.
- IV. Aguarde 5 segundos para salvar o ponto de configuração de temperatura. A câmara irá automaticamente aquecer ou resfriar passivamente até atingir o ponto configurado. O Display irá mostrar a temperatura corrente do ar na câmara.

OBS: Um sinal sonoro é ativado sempre que a temperatura corrente desvia da temperatura configurada mais que 1 °C. Para desativar o sinal sonoro, pressione e segure o botão “seta para cima” ou “seta para baixo” no painel de controle de temperatura até o LED âmbar acender, conforme indicado na Figura 6.

Figura 6 – Alarme de baixa temperatura mudo



Fonte: ShelLab.

4.3 Configuração do nível de CO₂

- I. Pressione o botão “seta para cima” ou “seta para baixo” no painel de controle do CO₂ para ativar o modo de configuração. O display irá mostrar as letras “SP” e em

seguida o valor da concentração de CO₂ irá aparecer piscando aguardando a configuração. Veja na ilustração da Figura 7.



- II. Pressione o botão “seta para cima” ou “seta para baixo” para configurar a concentração de gás carbônico desejada. O equipamento opera na faixa entre 0% e 40%.
- III. Aguarde 5 segundos para salvar o ponto de configuração de concentração de CO₂. A câmara irá automaticamente injetar CO₂ até atingir o ponto configurado. O Display irá mostrar a concentração corrente de CO₂ do ar na câmara.

OBS: Um sinal sonoro é ativado sempre que a concentração corrente de CO₂ desviar da concentração configurada mais que 1%. Para desativar o sinal sonoro, pressione e segure o botão “seta para cima” ou “seta para baixo” no painel de controle de concentração de CO₂ até o LED âmbar acender conforme mostrado anteriormente na Figura 5.

ATENÇÃO: Se o indicador de desvio de baixa concentração de CO₂ ficar ativo por mais de 20 minutos, um segundo alarme será ativado e surgirá no display as letras “ngs” (*No Gas Supply*). O alarme ficará ativo até que a concentração de CO₂ seja reestabelecida.

4.4 Configuração do nível de umidade

O equipamento pretende permitir de maneira grosseira, por meio do seletor de controle do teor de umidade, um ambiente interno com umidade relativa entre 50% e 90%. A umidade relativa exata depende das condições de temperatura do ar no interior da câmara, umidade relativa do laboratório, e do volume e condições dos corpos de prova dentro da câmara.

Não há display com valor da umidade relativa no interior da câmara de carbonatação, devendo-se então, utilizar um higrômetro posicionado no interior da câmara para acompanhar a evolução da umidade relativa.

- I. Quando realizado o procedimento de preparação da câmara, coloque o seletor de umidade em seu ponto médio, mostrado na Figura 8

Figura 8 – Seletor de nível de umidade



Fonte: ShelLab.

- II. Uma vez que a câmara foi carregada com os corpos de prova, permita que esta opere por 2 a 3 dias para então ajustar o seletor de umidade relativa.
- III. Ajuste o seletor de umidade relativa girando para a direita para aumentar ou para a esquerda para reduzir até atingir um nível aceitável.

OBS: Sempre que o volume no interior da câmara sofrer mudanças significativas, a umidade deverá ser reajustada.

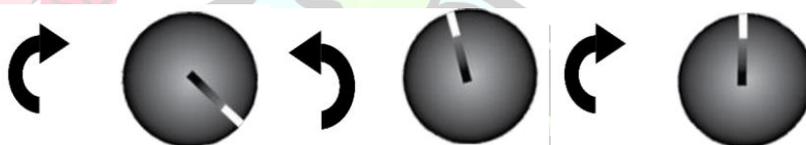
4.5 Configuração do limite de temperatura superior

ATENÇÃO: A câmara deve estar operando na temperatura de execução do experimento, e estar estável por pelo menos uma hora antes de configurar o limite superior de temperatura (OTL).

- I. Se você ainda não o fez, gire o seletor de limite superior de temperatura no sentido horário para a posição “máximo”, conforme mostrado na Figura 9.
- II. Gire o seletor de limite superior de temperatura no sentido anti-horário até que o LED vermelho de indicação de “limite superior de temperatura ativado” acenda.
- III. Gire lentamente o seletor no sentido horário até que o indicador de “limite superior de temperatura ativado” desligue, então pare de girar.

- IV. Deixe o seletor ligeiramente acima do ponto de ativação, o que implica em uma temperatura limite de aproximadamente 1°C acima da temperatura corrente do ar no interior da câmara.

Figura 9 – Ajuste do limite superior de temperatura



Fonte: ShelLab.

4.6 Carregamento da câmara

O fabricante recomenda que, o equipamento opere por pelo menos 8 horas nas condições de trabalho do experimento antes de inserir as amostras, ou seja, faça toda a configuração já descrita, ligue a câmara, e após 8 horas LIGADA E CONFIGURADA CORRETAMENTE, coloque o material a ser experimentado.

5. MANUTENÇÃO

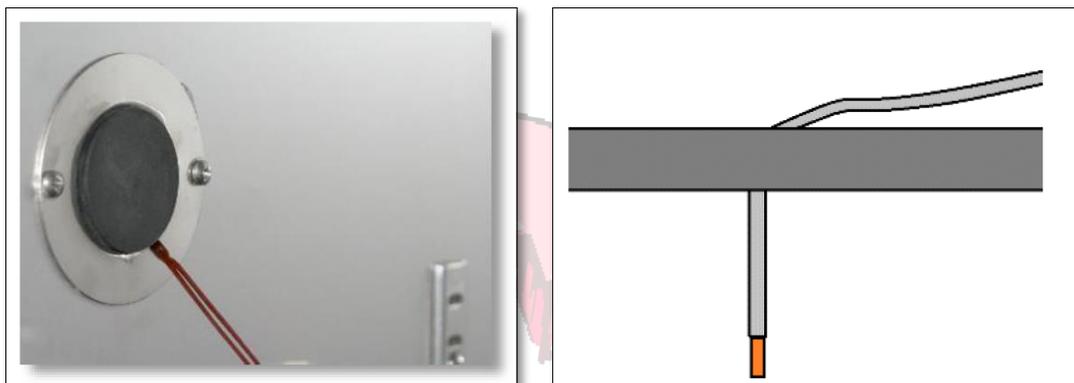
5.1 Calibração da temperatura

Caso seja descoberto um erro entre a temperatura real no interior da câmara e a temperatura indicada no display, deve-se seguir o procedimento de calibração, mostrado a seguir. Para tanto será utilizado um sensor de temperatura externo (alternativamente, um termo higrômetro confiável pode ser utilizado, colocado no interior da câmara).

Sensores de temperatura de referência podem ser introduzidos no interior da câmara através da abertura na lateral do equipamento, conforme ilustrado na Figura 10 a seguir.

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos

Figura 10 – Introdução do sensor de temperatura (termopar), e disposição deste no interior da câmara através de abertura na prateleira.



Fonte: ShellLab.

OBS: Antes da verificação, a câmara precisa operar umidificada, no ponto de operação, por pelo menos 1 hora, sem ultrapassar a variação de $\pm 0,1$ °C para ser considerada estabilizada.

- I. Compare as leituras de temperatura mostradas no visor do equipamento com a leitura do sensor de referência. Se a diferença estiver em um patamar inaceitável, proceda a calibração apresentadas nos itens 3 a 4;
- II. Pressione e mantenha pressionadas, simultaneamente, as teclas “seta para cima” e “seta para baixo” no painel de controle de temperatura, por aproximadamente 5 segundos. Após isso, o display irá indicar o modo de calibração pela exibição das letras “CO” e em seguida a temperatura corrente será exibida piscando;
- III. Ajuste o valor da temperatura corrente no interior da câmara de modo a que fique ajustado com o valor indicado no sensor de referência;
- IV. Aguarde 5 segundos para que o novo valor de temperatura no interior da câmara seja salvo.

5.2 Calibração da concentração de CO₂

Se um erro entre a concentração de CO₂ real no interior da câmara, e a concentração de CO₂ indicada no display é descoberta, deve-se seguir o procedimento de calibração descrito a seguir. Para tanto, será utilizado um dispositivo medidor de concentração de CO₂ de referência.

Um analisador digital de concentração de CO₂ deve ser conectado à porta mostrada na Figura 11 localizada do lado esquerdo da câmara, perto do topo.

Figura 11 – Porta para medição de concentração de CO₂



Fonte: ShellLab.

OBS: Antes da verificação a câmara precisa operar umidificada no ponto de operação por pelo menos 1 hora sem ultrapassar a variação de $\pm 0,1$ °C para ser considerada estabilizada.

- I. Compare as leituras de concentração de CO₂ mostradas no visor do equipamento e no sensor de referência. Se a diferença estiver em um patamar inaceitável, proceda a calibração no item 4.3.
- II. Pressione e mantenha pressionadas, simultaneamente, as teclas “seta para cima” e “seta para baixo” no painel de controle de concentração de CO₂ por aproximadamente 5 segundos. Após isso o display irá indicar o modo de calibração pela exibição das letras “CO” e em seguida a concentração de CO₂ corrente será exibida piscando.
- III. Ajuste o valor da concentração de CO₂ corrente no interior da câmara de modo que fique ajustado com o valor indicado no sensor de referência.
- IV. Aguarde 5 segundos para que o novo valor de concentração de CO₂ no interior da câmara seja salvo.

5.3 Limpeza e desinfecção

OBS: Antes de qualquer procedimento de limpeza e desinfecção, desligue e desconecte o equipamento da tomada.

- ✓ **NÃO** USE SPRAYS LIMPADORES OU DESINFETANTES;
- ✓ **NÃO** USE LIMPADORES OU DESINFETANTES A BASE DE CLORO;
- ✓ **NÃO** USE ABRASIVOS;
- ✓ **NUNCA** LIMPE A UNIDADE COM ALCOOL OU OUTROS LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS;
- ✓ **NÃO** USE ÁGUA DEIONIZADA;

- ✓ **USE SABÃO NEUTRO E SOLUÇÃO AQUOSA;**
- ✓ **USE DESINFETANTES COMERCIAIS DESDE QUE NÃO SEJAM ABRASIVOS, CORROSIVOS, OU INADEQUADOS PARA APLICAÇÃO EM AÇO INIXODÁVEL.**

5.4 Itens que devem ser substituídos corriqueiramente

O filtro de gás de HEPA deve ser substituído uma vez por ano ou quando este se apresenta notavelmente descolorido. Este filtro é direcional e deve ser instalado obedecendo a indicação "IN" mostrada na Figura 12. No entanto as linhas de gás devem ser trocadas quando apresentarem sinais de danos.

Figura 12 – Filtro de gás de HEPA



Fonte: ShellLab.

RECICLOS

Contato do fabricante

E – MAIL: tech@shellab.com

TELEFONE: 1-800-322-4897 extension 4, or (503) 640-3000

FAX: (503) 640-1366

ENDEREÇO: Sheldon Manufacturing INC. P.O. Box 627, Cornelius, OR 97113, USA.

ANEXO A: CONSIDERAÇÕES SOBRE SEGURANÇA

São apresentadas algumas considerações sobre perigos e procedimentos de segurança referentes a vazamento de CO₂. Essas considerações foram adaptadas da ficha de informações de segurança de produtos químicos da White Martins, referente ao produto Dióxido de Carbono.

A.1 Características do produto

- Aspecto: Gás incolor;
- Odor: Gás inodoro;
- Substância inerte, não há dados sobre efeitos irritantes na pele, porém a superexposição pode causar danos a retina.

A.2 Identificação de perigos

- Asfixiante a altas concentrações;
- Pode causar sufocamento rápido;
- Pode causar vertigem e sonolência;
- Pode ser necessário equipamento autônomo de respiração para a equipe de salvamento.

Efeito	Concentração
A taxa de respiração aumente levemente.	1%
Aumento da taxa de respiração em 50%. Dor de cabeça e fadiga em exposição prolongada.	2%
Respiração aumentada em 200% e se torna difícil. Efeito narcótico suave. Prejuízo a audição.	3%
Dor de cabeça. Aumento da pressão sanguínea e taxa de pulsação.	

<p>Taxa de respiração aumentada em 400%. Sintomas de intoxicação evidentes.</p> <p>Leve sufocamento.</p>	<p>4 - 5%</p>
<p>Considerável odor pungente.</p> <p>Respiração muito dificultada.</p> <p>Dor de cabeça.</p> <p>Confusão visual.</p> <p>Zumbido no ouvido.</p> <p>Pode ocorrer perda de consciência.</p>	<p>5 – 10%</p>
<p>Rápida perda de consciência.</p> <p>Morte por asfixia.</p>	<p>10 – 100%</p>

A.3 Derramamento ou vazamento

A.3.1 Pessoal que NÃO faz parte dos serviços de emergência

- Retirada imediata da área de risco;
- Acionar pessoal do serviço de emergência;
- Gás liquefeito extremamente frio.

A.3.2 Métodos e materiais para a contenção e limpeza:

- Ventile a área antes de iniciar o processo de limpeza;
- Mantenha o pessoal não autorizado distante da área de risco;
- Vagarosamente alivie o produto para atmosfera em local aberto.

A.4 Medidas de combate a incêndio

A.4.1 Meios de Extinção apropriados

O Dióxido de carbono não é inflamável. Utilize extintores de CO₂, pó químico seco ou jatos de água em forma de neblina para o controle do fogo circundante.

Evacue todo o pessoal da área de risco. Imediatamente inunde os recipientes com jatos de água em forma de neblina, guardando uma distância máxima até resfriá-los. Então remova os recipientes para longe da área de fogo, se não houver riscos.

RECYCLOS

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos

Equipamento autônomo de respiração pode ser necessário para resgate de trabalhadores no local.

A.4.2 Meio de extinção não recomendados:

Se o cilindro estiver envolvido em fogo, não tente removê-lo. Eles podem se romper devido ao calor do fogo por aumento da pressão interna. Resfrie o recipiente até que o fogo diminua ao ponto de poder extingui-lo.

A.5 Primeiros socorros

A.5.1 Inalação

Remova a vítima da área contaminada utilizando equipamento autônomo de respiração com pressão positiva e leve-a para um local ventilado. Manter a vítima aquecida e em repouso. Aplique respiração artificial se a vítima não estiver respirando. Se a respiração estiver difícil, uma pessoa qualificada deverá administrar Oxigênio. Chame um médico.

A.5.2 Contato com pele:

Pela exposição ao vapor frio ou ao Dióxido de carbono sólido (gelo seco), molhar com água corrente e aquecer as áreas congeladas com água morna (não exceder 41 °C). Em caso de grande exposição, remova as roupas enquanto banha com água morna. Chame um médico imediatamente.

A.5.3 Contato com os olhos:

Em caso de contaminação por respingo ou vapor frio, imediatamente banhe os olhos com água corrente durante 15 minutos, no mínimo. Mantenha as pálpebras abertas e longe do globo ocular para assegurar que toda a superfície seja completamente enxaguada. Procure imediatamente um médico, de preferência um oftalmologista.

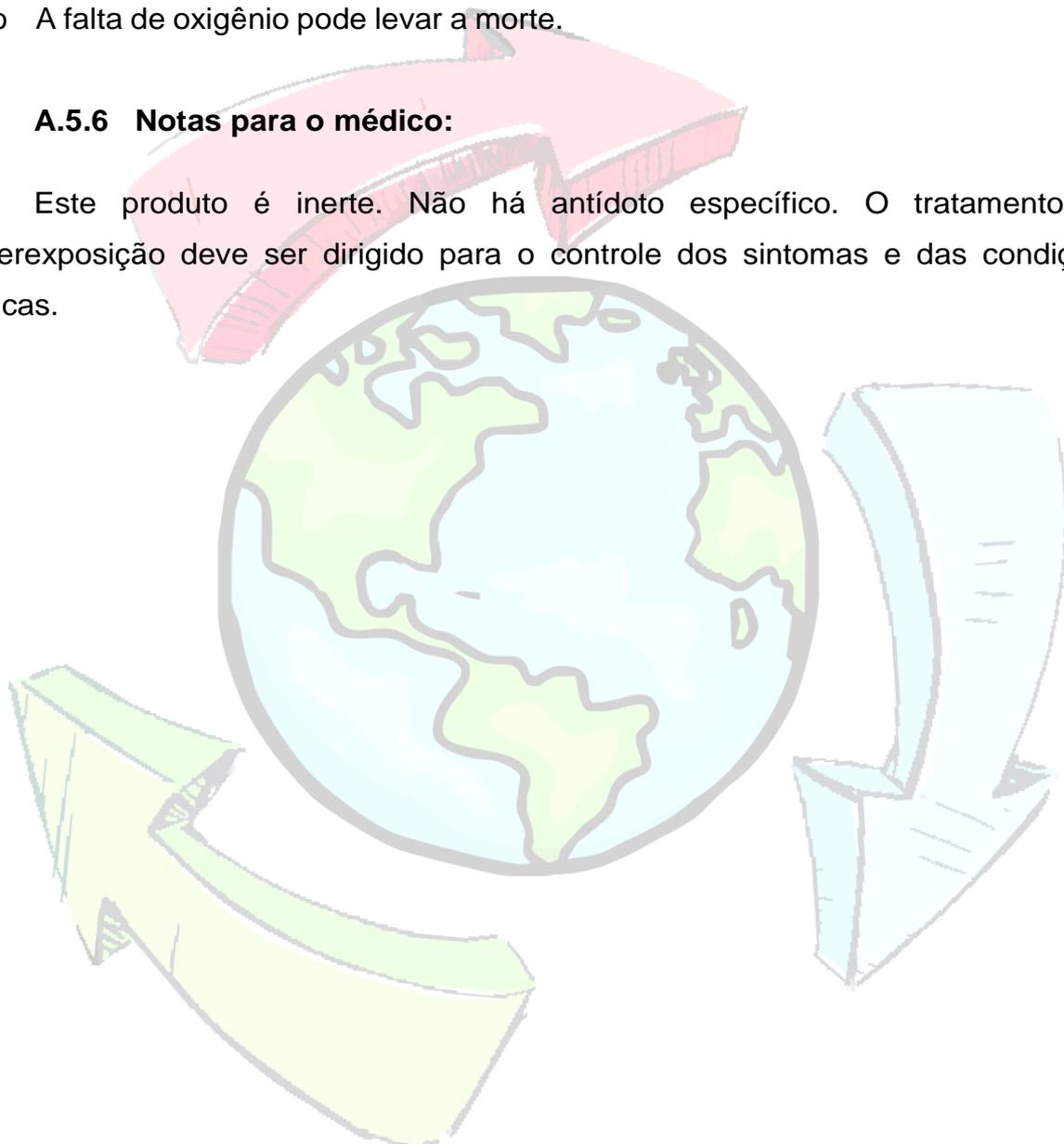
A.5.5 Sintomas e efeitos mais importantes, agudos ou tardios

- o Elevadas concentrações pode causar asfixia.
- o Os sintomas podem incluir perda de consciência e de funções motoras.

- o Pode aumentar a taxa de respiração ou acelerar os batimentos cardíacos.
- o Pode causar danos ao sistema nervoso.
- o A vítima pode não ter percepção da asfixia.
- o A falta de oxigênio pode levar a morte.

A.5.6 Notas para o médico:

Este produto é inerte. Não há antídoto específico. O tratamento da superexposição deve ser dirigido para o controle dos sintomas e das condições clínicas.



RECICLOS

Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos