

## Gases Tóxicos em Unidades Armazenadoras<sup>1</sup>

Prof. Luís César da Silva – email: [silvalc@cca.ufes.br](mailto:silvalc@cca.ufes.br)

### Intoxicações Por Gases

Na década de setenta devido ao aumento da produção agrícola brasileira foi necessário a adoção do processamento a granel. Este fato fez requer a edificação de unidades armazenadoras dotadas de equipamentos e infra-estruturas para receber, pré-beneficiar, armazenar e expedir produtos a granel. Devido a configuração das unidades e o emprego e/ou a geração de agentes químicos tóxicos; intoxicações por gases têm ocorrido.

Estas intoxicações, geralmente, ocorrem em ambientes confinados que propiciam o acúmulo de gases tóxicos. Quando pessoas inadvertidamente entram nestes locais, tornam vítimas. Em unidades armazenadoras, ambientes confinados são espaços, tais como: túneis, poços de elevadores, interiores de silos e câmaras dos secadores.

### O Processo de Respiração

O processo de respiração tem por função fornecer oxigênio ( $O_2$ ) aos tecidos do corpo e remover o gás carbônico ( $CO_2$ ). Funcionalmente, o processo ocorre mediante a quatro eventos simultâneos: (1) a renovação constante do gás pulmonar pelo ar atmosférico, (2) a difusão do  $O_2$  e do  $CO_2$  entre o gás pulmonar e o sangue; (3) o transporte do sangue abastecido de oxigênio a partir dos pulmões até a células; e (4) o transporte do sangue abastecido de gás carbônico das células até os pulmões.

O sangue é composto de glóbulos vermelhos que possuem a proteína hemoglobina. Esta proteína tem a capacidade de ligar quimicamente a moléculas dos gases: oxigênio ( $O_2$ ) e gás carbônico ( $CO_2$ ). Assim, estes gases ligados a hemoglobinas são transportados pelo fluxo sanguíneo. Pelas artérias flui o sangue carregado de oxigênio, denominado sangue arterial; e pelas veias, o sangue carregado de gás carbônico, chamado sangue venoso.

Dos pulmões parte o fluxo sangue carregado de oxigênio que é bombeado pelo coração por meio das artérias, de tal forma a atingir a todas as células do organismo. Em cada uma das células as hemoglobinas repassam moléculas de  $O_2$  e recebem moléculas de  $CO_2$ . Assim, o fluxo sangue passa a estar constituído de hemoglobinas carregadas de  $CO_2$ . Este fluxo é succionado pelo coração por meio das veias e bombeado até os pulmões.

O fluxo de sangue venoso chega aos pulmões com alta concentração de  $CO_2$  e baixa concentração de  $O_2$ . Por sua vez, o gás pulmonar renovado pela inspiração, possui alta concentração de  $O_2$  e baixa de  $CO_2$ .

As concentrações dos gases,  $O_2$  e  $CO_2$ , no fluxo de sangue e no gás pulmonar definem valores de pressão que fazem surgir os gradientes que estabelecem os fluxos dos gases dos pontos de maior pressão para os de menores. Desta forma, o  $O_2$  presente no gás pulmonar migra para o sangue e vincula as hemoglobinas. Em lógica inversa, o  $CO_2$  desvinculam das hemoglobinas e migra para o gás pulmonar.

---

<sup>1</sup> Artigo Publicado na Revista: Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo, Ano III, nº 13, Março de 2004. p. 12-15

Assim, o gás pulmonar passa a possuir alta concentração de gás carbônico e baixa de oxigênio. Sendo então necessária renovação do gás pulmonar. Isto é processado pelos trabalhos pulmonares denominados inspiração e expiração. Na inspiração o ar é succionado do ambiente com alta concentração de O<sub>2</sub> e na expiração é expulso o gás pulmonar com alta concentração de CO<sub>2</sub>.

Todo este processo ocorre normalmente, se o ar inspirado pelos pulmões possui a composição característica, que é: 78% de nitrogênio; 20% de oxigênio; e 0,04% de gás carbônico. Porém, mediante a alteração da composição do ar devido a presença de agentes tóxicos ou baixa concentração de oxigênio, o mecanismo de troca de gases feito por meio das hemoglobinas será afetado. O que poderá causar asfixia e conseqüentemente o óbito da vítima.

### **Ações dos Gases Tóxicos Sobre o Organismo**

Os gases tóxicos em relação a seus efeitos sobre o organismo humano podem ser classificados como: asfixiantes simples, asfixiantes químicos e gases irritantes.

**Asfixiantes simples:** são gases inertes, porém em altas concentrações em ambientes confinados reduzem a disponibilidade de oxigênio. Isto afeta o processo de respiração. Enquadram nesta categoria os gases: metano, etano, butano e gás carbônico.

**Asfixiantes químicos:** são gases que agem bloqueando a fixação das moléculas de oxigênio pelas hemoglobinas, exemplo, o monóxido de carbono (CO).

**Irritantes:** são substâncias que agredem as vias aéreas (nariz, garganta, e laringe), os pulmões e os olhos. Serias lesões podem ocorrer. As lesões podem expor o organismo a ação de microrganismos patológicos. Assim, nos casos em que os pulmões são atingidos, geralmente, as vítimas são acometidas de pneumonia, bronquite ou broncopneumonia; e no caso das vias respiratórias superiores: renite, faringite ou laringite. Nesta modalidade enquadram os óxidos de nitrogênio (N<sub>y</sub>O<sub>x</sub>) e o sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S).

### **Gases Tóxicos**

São descritos a seguir os principais gases tóxicos que podem ocorrer em unidades armazenadoras de grãos.

- **Monóxido de Carbono (CO)** - Gás incolor com densidade menor que a do ar. Tem origem nos processos de combustão incompleta e da decomposição de produtos orgânicos. Quando da inspiração, o ar contaminado favorece a formação do complexo químico hemoglobina-monóxido de carbono ao invés da hemoglobina-oxigênio. A morte do indivíduo ocorre quando 67% das hemoglobinas estão vinculadas ao monóxido de carbono. Os sintomas de intoxicação iniciam com a indisposição levando a um estágio de letargia. A pressão arterial pode ser reduzida levando por vezes a um colapso brutal. A exposição ao gás pode causar lesões ao sistema nervoso, cefaléias (dores de cabeça) e a paralisação de membros.
- **Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>)** - Gás incolor e sem cheiro originado principalmente dos processos de combustão e respiração (grãos, sementes, microrganismos e insetos). Por ser um gás mais pesado que o ar, este acumula nos níveis inferiores dos

ambientes confinados. Este gás em condições normais do ar apresenta concentração de 0,04%. No entanto, quando a concentração atinge níveis superiores a 10% são observados dores de cabeça, vertigens, perturbação da visão, zumbidos no ouvido, tremores, sonolência e perda dos sentidos. Caso um indivíduo entre em locais com concentração superior a 40% ocorre morte instantânea. Nestes casos, a vítima fica com a pele cianosa, ou seja azulada. Isto é indicativo da má oxigenação do sangue arterial.

- **Dióxido de Nitrogênio (NO<sub>2</sub>):** É um gás mais denso que o ar, sendo incolor em baixas concentrações e com coloração marrom-amarelada em níveis altos. Este gás, geralmente tem origem em explosões, incêndios ou da decomposição de produtos orgânicos. O dióxido de nitrogênio, como os demais gases relacionados ao nitrogênio, quando em contato com a umidade do ar formam ácidos. Geralmente, estes são corrosivos aos tecidos humanos. Na inalação deste gás a parte mais afetada são os tecidos dos pulmões. A depender do grau de intoxicação pode ocorrer falta de coordenação da respiração (dispnéia), tosse, taquicardia, hipotensão, cianose, coma e óbito. Bronquite e pneumonia são complicações freqüentes associadas aos casos de intoxicação.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** Gás incolor que quando misturado ao oxigênio a temperatura de 67°C forma uma mistura detonante. É um gás com características semelhantes ao gás de cozinha, butano. Portanto, possui os mesmos riscos relacionados a explosões e inalação. O gás metano pode ser gerado em processos de fermentação e putrefação. Este gás possui baixa toxicidade, no entanto o aumento de sua concentração diminui a disponibilidade de oxigênio. Somente em altas concentrações é que ocorrerá a migração do gás para corrente sanguínea. Este age sobre o sistema nervoso com um narcótico, exerce ação anestésica e provoca vertigens.
- **Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S):** Gás incolor, inflamável e mais denso que o ar. Possui odor característico de ovos podres. Tem origem em processos de putrefação, sendo conhecido como gás de esgoto. Este gás inibe que as hemoglobinas façam a troca dos gases O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. O que causa asfixia. Quando o gás é inalado em alta concentração há perda subita de consciência, convulsões e cianose. Em baixas concentrações podem promover irritação e inflamações oculares, fotofobia, edema palpebral e visão de halo luminoso em torno de luzes.
- **Fosfeto de Hidrogênio ou Fosfina (PH<sub>3</sub>):** Gás tóxico de grande poder inseticida utilizado no controle de pragas dos grãos armazenados. O gás origina de pastilhas, sachets ou comprimidos de fosfeto de alumínio (AIP) ou fosfeto de magnésio (Mg<sub>3</sub>P<sub>2</sub>) que em contato com o ar atmosférico reagem e liberam o gás PH<sub>3</sub>. Este gás é extremamente irritante. Os sintomas de intoxicação por inalação são: fadiga, náuseas, dor torácica vômitos, diarreia, irritação das vias aéreas, edema pulmonar e hipotensão.

### Prevenção de Intoxicações

As possibilidades de ocorrência de gases tóxicos em unidades armazenadoras de grãos são várias. No entanto, se observado procedimentos de segurança, intoxicações e

óbitos podem ser evitados. Desta forma, são recomendados a seguir alguns cuidados ao adentrar em ambientes confinados:

1. Aerar previamente o ambiente. Para tanto, pode ser utilizado os ventiladores do sistema de exaustão instalados em túneis, ou um ventilador acoplado a um tubo flexível;
2. Verificar o nível de concentração de gases por meio de um detector com sensores para os gases oxigênio (O<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), e dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>);
3. Contar com equipamentos de segurança que permitam rápida remoção;
4. Estar supervisionado por uma segunda pessoa; e
5. Ao proceder salvamento observar as medidas de segurança de tal forma evitar ocorrência de novas vítimas.

Por parte da empresa é recomendado:

1. Promover treinamentos com os objetivos de evitar acidentes e proceder salvamentos;
2. Adquirir equipamentos para a remoção de vitimas e realização de oxigenoterapia preliminar; e
3. Tornar salubre as instalações, buscando a remoção de restos de grãos; e solucionar os problemas de infiltração de água.

### **Primeiros Socorros**

No caso da ocorrência de acidentes com intoxicação é primordial que o socorrista mantenha a calma e busque solução para remover a vítima com segurança. Isto deve ser feito para evitar que o socorrista seja a próxima vítima.

Quando da remoção o ideal é que o socorrista esteja utilizando um Equipamento de Proteção Individual – EPI tipo máscara autônoma de respiração, Figura 1, que oferece proteção respiratório. Basicamente, o equipamento conta com uma máscara e um cilindro para armazenar ar comprimido cuja autonomia varia de 30 a 60 minutos.

É também recomendado que seja certificado a possibilidade de ocorrência de explosões por meio do equipamento denominado explosímetro.

Se a empresa ou serviço de bombeiros não dispõe dos equipamentos citados, a primeira providência será a aeração do ambiente antes do socorrista entrar no ambiente.

Uma vez removida a vítima, deve-se:

1. Deitar a vítima e afrouxar as roupas, deixando livres pescoço, tórax e abdômen;
2. Remover corpos estranhos presentes na boca, nariz e garganta;
3. Reanimar a vítimas por meio de respiração artificial e/ou massagem cardíaca. Devido a possibilidade de intoxicação do socorrista não proceder a respiração boca-boca e sim utilizar mascara de oxigênio ou outro tipo de sistema de respiração; e
4. Iniciar o tratamento de oxigenoterapia. Este consiste em fornecer a vítima ar enriquecido de oxigênio, preferencialmente, por meio de uma máscara.

Após a estabilização da vítima, encaminha-la imediatamente ao serviço médico.

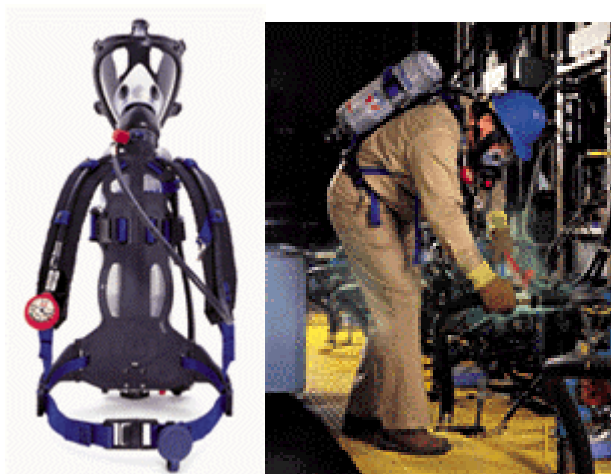


Figura 1 – Máscara autônomas de respiração - Fabricante Cougar™