

**NOTA TÉCNICA Nº 03/2004**

**REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL  
POR AMÔNIA**

**RISCOS, SEGURANÇA E  
AUDITORIA FISCAL**

Brasília  
2005

© 2005 - Ministério do Trabalho e Emprego

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Tiragem: 3.000 exemplares

Edição e Distribuição: Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT)  
Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DSST)  
Esplanada dos Ministérios – Bloco F, Sala 106,  
Anexo, Ala B, 1º Andar  
Fones: (061) 317-6672/6688/6767  
Fax: (061) 317-8266/8261  
CEP: 70059-900 – Brasília/DF

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca. Seção de Processos Técnicos – MTE**

N899 Nota técnica nº 03/2004: refrigeração industrial por amônia :  
riscos, segurança e auditoria fiscal. – Brasília : MTE, SIT,  
DSST, 2005.

31 P.

Inclui normas e referências.

1. Norma regulamentadora, Brasil. 2. Refrigeração por amônia, instalação, Brasil. 3. Refrigeração por amônia, inspeção de segurança, Brasil. I. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). II. Brasil. Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT). III. Brasil. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DSST).

CDD 341.617

## SUMÁRIO

Apresentação.....	5
Introdução.....	7
Sistemas de refrigeração por amônia .....	9
A amônia .....	11
Riscos dos sistemas de refrigeração.....	13
Gestão segura de sistemas de refrigeração.....	15
Instalações .....	15
Equipamentos e materiais .....	16
Medidas de proteção .....	17
Capacidade e treinamento de trabalhadores .....	18
Normas e referências.....	19
Aspectos da auditoria fiscal .....	21
O exemplo de Natal (RN).....	23
Descrição do estabelecimento.....	23
Descrição do acidente .....	24



## **APRESENTAÇÃO**

A Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) e o Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho (DSST), em sua missão de coordenar, orientar e supervisionar a inspeção do trabalho na área, têm mantido como prioridade o investimento na capacitação continuada dos Auditores-Fiscais do Trabalho (AFTs), buscando o aperfeiçoamento constante das estratégias de auditoria, focalização de suas ações em setores e atividades econômicas geradoras de riscos à segurança e saúde dos trabalhadores, assim como na ampliação das ferramentas para a intervenção eficaz nos locais de trabalho.

É com prazer, portanto, que apresentamos esta Nota Técnica, elaborada por Auditores-Fiscais do Trabalho do Grupo de Estudos Tripartite da Convenção nº 174 da OIT – Prevenção de Grandes Acidentes Industriais – e da Delegacia Regional do Trabalho do Rio Grande do Norte, que discorre sobre os Sistemas de Refrigeração Industrial por Amônia, especialmente sobre aspectos relacionados à segurança e à saúde no trabalho e à auditoria fiscal.

O tema selecionado reflete nossa preocupação acima exposta, ou seja, de gerar ações eficazes na prevenção de riscos graves não-controlados e geradores de acidentes do trabalho. A iniciativa desenvolveu-se após grave acidente ocorrido em Natal, no Rio Grande do Norte, quando um vazamento de amônia em empresa de beneficiamento de camarão vitimou 127 trabalhadores, levando a óbito dois deles. Tal situação chamou a atenção para a elevada probabilidade de ocorrência de outros acidentes graves semelhantes, dada a ampla distribuição dos sistemas de refrigeração por amônia, especialmente na indústria alimentícia, as precárias condições de instalação e manutenção desses sistemas em muitas empresas e o seu despreparo para lidar com esse tipo de situação.

Ao elaborar o presente documento, nosso objetivo principal é debater o tema, possibilitando aos AFTs um conhecimento básico a respeito das principais questões de segurança e saúde no trabalho relacionadas à refrigeração por amônia e trazer-lhes a oportunidade de criar intervenções mais

qualificadas, inclusive coletivas. Não temos a pretensão de abordar a questão de forma profunda ou completa. É apenas o início de um trabalho que, esperamos, possa ser ampliado e aperfeiçoado continuamente, inclusive com contribuições práticas, que venham trazer à luz aspectos ainda não abordados e novas soluções.

## INTRODUÇÃO

Em geral, define-se refrigeração como o processo de redução de temperatura de um corpo. O surgimento de novas tecnologias de refrigeração tornou-se essencial para o desenvolvimento e a manutenção de uma gama de atividades industriais, dentre elas a indústria alimentícia em geral, os frigoríficos, a indústria de pescado, as fábricas de gelo, os laticínios e a indústria de bebidas.

Os sistemas de refrigeração industrial atualmente utilizados em larga escala nesses e em outros setores econômicos fundamentam-se na capacidade de algumas substâncias, denominadas agentes refrigerantes, absorverem grande quantidade de calor quando passam do estado líquido para o gasoso.

As características desejáveis para um agente refrigerante são:

- ser volátil ou capaz de se evaporar;
- apresentar calor latente de vaporização elevado;
- requerer o mínimo de potência para sua compressão à pressão de condensação;
- apresentar temperatura crítica bem acima da temperatura de condensação;
- ter pressões de evaporação e condensação razoáveis;
- produzir o máximo possível de refrigeração para um dado volume de vapor;
- ser estável, sem tendência a se decompor nas condições de funcionamento;
- não apresentar efeito prejudicial sobre metais, lubrificantes e outros materiais utilizados nos demais componentes do sistema;

- não ser combustível ou explosivo nas condições normais de funcionamento;
- possibilitar que vazamentos sejam detectáveis por verificação simples;
- ser inofensivo às pessoas;
- ter um odor que revele a sua presença;
- ter um custo razoável;
- existir em abundância para seu emprego comercial.

A amônia atende à quase totalidade desses requisitos, com ressalvas apenas para sua alta toxicidade e por tornar-se explosiva em concentrações de 15 a 30% em volume. Ademais, apresenta vantagens adicionais, como o fato de ser o único agente refrigerante natural ecologicamente correto, por não agredir a camada de ozônio, tampouco agravar o efeito estufa.

Muito utilizada no passado, a amônia nunca esteve totalmente fora de uso no meio industrial, apesar de ter perdido espaço com a introdução dos clorofluorcarbonos (CFCs) no início dos anos 30. Atualmente, em virtude de suas propriedades termodinâmicas, assim como pelo fato de ser barata, eficiente e segura, se utilizada com as devidas precauções, tem se tornado a grande opção em termos de agente refrigerante, conquistando gradualmente novos nichos de mercado.



## SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA

Os sistemas de refrigeração por amônia consistem de uma série de vasos e tubulações interconectados, que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambientes, com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica. Sua complexidade varia tanto em função do tamanho dos ambientes, quanto em função das temperaturas a serem atingidas. Como se trata de sistemas fechados, a partir do carregamento inicial, o agente somente é adicionado ao sistema quando da ocorrência de vazamento ou drenagem.

A quantidade de amônia nos sistemas varia de menos de 2.000kg a mais de 100.000kg, sendo um desafio, porém, calcular a quantidade da substância existente em sistemas antigos, mantidos em funcionamento, às vezes, há décadas. As pressões podem atingir níveis elevados, entre 10 a 15kg/cm<sup>2</sup>.

A produção do frio em circuito fechado foi proposta por Oliver Evans em 1805, e sua aplicação à indústria começou na segunda metade do século XIX. Os processos de refrigeração variam bastante, assim como os agentes refrigerantes. Porém, os princípios básicos continuam sendo a compressão, liquefação e expansão de um gás em um sistema fechado. Ao se expandir, o gás retira o calor do ambiente e dos produtos que nele estiverem contidos.

De uma forma simplificada, podem-se perceber três componentes distintos nos sistemas de refrigeração: o compressor, o condensador e o evaporador.

O compressor é geralmente constituído por uma bomba dotada de um tubo de aspiração e compressão, possuindo um dispositivo que impede fugas de gás e entrada de ar atmosférico. Situado entre o evaporador e o condensador, aspira a amônia evaporada e a encaminha ao condensador sob a forma de um vapor quente sob pressão elevada.

O condensador é formado geralmente por uma série de tubos de diâmetro diversos, unidos em curvas, podendo ser dotados exteriormente de hélices que garantem o mais perfeito aproveitamento das superfícies de contato. É resfriado por uma corrente de água em seu exterior. Nas pequenas instalações, o resfriamento é normalmente feito pelo próprio ar atmosférico. A amônia gasosa vinda do compressor liquefaz-se ao entrar em contato com a temperatura fria do condensador, sendo em seguida encaminhada para um depósito, de onde passará ao evaporador.

O evaporador consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinhas, que se encontram no interior do ambiente a ser resfriado. A amônia sob forma líquida evapora-se nesses tubos, retirando calor do ambiente na passagem ao estado gasoso. Sob a forma gasosa, volta ao condensador pelo compressor, fechando assim o ciclo.



Figura 1. Compressor.

FONTE: DRT/RN

## A AMÔNIA

Ponto de Ebulição: 33,35°C	Peso Molecular: 17 g/mol
Ponto de Fusão: 77,7°C	Densidade 20°C: 0,682 g/cm <sup>3</sup>
Aparência e Odor: Gás comprimido liquefeito, incolor, com odor característico	
Ponto de fulgor: Gás na temperatura ambiente	Temperatura Auto-Ignicção: 651°C
LIE: 16% (Limite Inferior de Explosividade)	LSE: 25% (Limite Superior de Explosividade)
Limite de Tolerância (NR-15, Anexo 11): 20 ppm ou 14 mg/m <sup>3</sup>	IPVS: 300 ppm (Atmosfera imediatamente perigosa à vida e à saúde)
OSHA: 15min STEL: 35 ppm, 24 mg/m <sup>3</sup>	ACGIH/TWA: 25 ppm, 17 mg/m <sup>3</sup>
NIOSHI: 5 mg: 50 ppm, 35 mg/m <sup>3</sup>	
Solubilidade em água: Alta – 1 vol. de água dissolve 1.300 volumes do gás	
Absorção de calor: Alta - 1,1007 cal/g°C (H <sub>2</sub> O: 1cal/g°C )	

Fonte: OSHA/EUA; NR-15.

A amônia, com símbolo químico NH<sub>3</sub>, é constituída por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio, apresentando-se como gás à temperatura e pressão ambientes. Liquefaz-se sob pressão atmosférica a -33,35°C. É altamente higroscópica, e a reação com a água forma NH<sub>4</sub>OH, hidróxido de amônia, líquido na temperatura ambiente, que possui as mesmas propriedades químicas da soda cáustica. É estável quando armazenada e utilizada em condições normais de estocagem e manuseio. Acima de 450°C, pode decompor-se, liberando nitrogênio e hidrogênio.

É facilmente detectada a partir de pequeníssimas concentrações (5 ppm) no ar pelo seu cheiro *sui generis*.

Apresenta risco moderado de incêndio e explosão, quando exposta ao calor ou chama. A presença de óleo e outros materiais combustíveis aumenta o risco de incêndio.

Em contato com halogênios, boro, 1,2 dicloroetano, óxido de etileno, platina, triclorato de nitrogênio e fortes oxidantes, pode causar reações potencialmente violentas ou explosivas. Em contato com metais pesados e seus compostos, pode formar produtos explosivos. O contato com cloro e seus compostos, pode resultar na liberação do gás cloroamina. Produz mistura explosiva quando em contato com hidrocarbonetos, sendo também incompatível com aldeído acético, acroleína, dridrazina e ferrocianeto de potássio.

Dentre suas aplicações, destacam-se seus usos como agente refrigerante e na fabricação da uréia, um importante fertilizante. É ainda utilizada na fabricação de têxteis, na manufatura de *rayon*, na indústria da borracha, na fotografia, na indústria farmacêutica, na fabricação de cerâmicas, corantes e fitas para escrever ou imprimir, na saponificação de gorduras e óleos, como agente neutralizador na indústria de petróleo e como preservativo do látex, dentre outras.

O gás é um irritante poderoso das vias respiratórias, olhos e pele. Dependendo do tempo e do nível de exposição podem ocorrer efeitos que vão de irritações leves a severas lesões corporais.

A inalação pode causar dificuldades respiratórias, broncoespasmo, queimadura da mucosa nasal, faringe e laringe, dor no peito e edema pulmonar. A ingestão causa náusea, vômitos e inchaço nos lábios, boca e laringe. Em contato com a pele, a amônia produz dor, eritema e vesiculação. Em altas concentrações, pode haver necrose dos tecidos e queimaduras profundas. O contato com os olhos em baixas concentrações (10 ppm) resulta em irritação ocular e lacrimejamento. Em concentrações mais altas, pode causar conjuntivite, erosão na córnea e cegueira temporária ou permanente. Reações tardias podem acontecer, como catarata, atrofia da retina e fibrose pulmonar.

A exposição a concentrações acima de 2.500 ppm por aproximadamente 30 minutos pode ser fatal.

## RISCOS DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

As instalações frigoríficas, porque trabalham com refrigerantes com características físico-químicas especiais e em condições de temperatura, pressão e umidade diferenciadas do habitual, apresentam riscos específicos à segurança e à saúde, relacionados com o tipo agente refrigerante utilizado, assim como com as instalações e equipamentos.

As maiores preocupações são os vazamentos com formação de nuvem tóxica de amônia e as explosões.

Causas de acidentes são falhas no projeto do sistema e danos aos equipamentos provocados pelo calor, corrosão ou vibração, assim como por manutenção inadequada ou ausência de manutenção de seus componentes, como válvulas de alívio de pressão, compressores, condensadores, vasos de pressão, equipamentos de purga, evaporadores, tubulações, bombas e instrumentos em geral. É importante observar que mesmo os sistemas mais bem projetados podem apresentar vazamentos de amônia, se operados e/ou mantidos de forma precária.

São freqüentes os vazamentos causados por:

- abastecimento inadequado dos vasos;
- falhas nas válvulas de alívio, tanto mecânicas quanto por ajuste inadequado da pressão;
- danos provocados por impacto externo por equipamentos móveis, como empilhadeiras;
- corrosão externa, mais rápida em condições de grande calor e umidade, especialmente nas porções de baixa pressão do sistema;
- rachaduras internas de vasos que tendem a ocorrer nos/ou próximo aos pontos de solda;
- aprisionamento de líquido nas tubulações, entre válvulas de fechamento;

- excesso de líquido no compressor;
- excesso de vibração no sistema, que pode levar a sua falência prematura.

## **GESTÃO SEGURA DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO**

Uma instalação segura de refrigeração por amônia sustenta-se em três pilares:

- projeto apropriado, orientado por normas e códigos de engenharia;
- manutenção eficaz;
- operação adequada.

Elementos para a gestão da segurança e saúde em estabelecimentos que possuam esse tipo de sistemas devem incluir:

- informações de segurança do processo;
- análises dos riscos existentes;
- procedimentos operacionais e de emergência;
- capacitação de trabalhadores;
- esquemas de manutenção preventiva;
- mecanismos de gestão de mudanças e subcontratação;
- auditorias periódicas;
- investigação de incidentes.

### **INSTALAÇÕES**

Cuidados especiais devem ser tomados quanto à instalação da casa de máquinas, que deve ser localizada no térreo, no nível do solo, de preferência em edificação separada. Inexistindo essa possibilidade e havendo necessidade de se mantê-la na mesma edificação onde realizem-se outras atividades administrativas ou de produção, a casa de máquinas deverá ser instalada fora do prédio, com o máximo de paredes exteriores possível.

Uma ventilação adequada é fundamental e, nos casos de ambientes fechados, o pé-direito deve ser, no mínimo, de 4 metros, existindo pelo

menos 2 saídas de emergência. É essencial a existência de detectores de vazamento no local.

Os escapamentos dos dispositivos de alívio de pressão devem localizar-se em altura e distante de portas, janelas e entradas de ar – o ideal é mantê-los acima do telhado e pelo menos a 5 metros acima do nível do solo e a mais de 6 metros de distância de janelas, entradas de ar ou portas.

### **EQUIPAMENTOS E MATERIAIS**

Todos os equipamentos do sistema de refrigeração devem ser adequadamente dimensionados e instalados, além de testados antes de sua operação. É essencial que os componentes, inclusive tubulações, sejam devidamente sinalizados e identificados.

Condensadores, compressores, outros vasos, evaporadores e bombas devem estar equipados com válvulas de alívio de pressão. Os compressores devem ter controle de baixa pressão e dispositivo de limitação da pressão. As tubulações podem ser de ferro ou aço; zinco ou cobre são proibidos para instalações contendo amônia.

A armazenagem de amônia deve ser feita preferencialmente em área coberta, seca, ventilada, com piso impermeável e afastada de materiais incompatíveis, recomendando-se a instalação de diques de contenção.

É essencial que se definam cuidados especiais com os cilindros e tanques de amônia, inclusive no seu abastecimento.

Considerando o risco envolvido, todas as instalações onde existe amônia devem sofrer processo periódico de inspeção para verificação de suas condições. Recomenda-se uma inspeção visual em todos os pontos críticos – soldas, curvas, junções, selos mecânicos – pelo menos a cada 3 meses. Tanques e reservatórios devem passar por inspeção de segurança completa, nos prazos máximos previstos na legislação (NR-13), recomendando-se radiografia de soldas e testes de pressão.

Todas as etapas da manutenção do sistema devem ser cuidadosamente especificadas e adequadamente registradas, definindo-se procedimentos específicos para operações de risco, tais como a purga de óleo do sistema, a drenagem de amônia e a realização de reparos em tubulações.



## MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Pontos essenciais em relação à prevenção coletiva da exposição a amônia incluem:

- manutenção das concentrações ambientais a níveis os mais baixos possíveis e sempre abaixo do nível de ação (NR-9), por meio de ventilação adequada;
- implantação de mecanismos para a detecção precoce de vazamentos.

O desejável é a instalação de monitores ambientais acoplados a sistema de alarme, especialmente nos locais críticos.

O Instituto Internacional de Refrigeração por Amônia (IIAR) recomenda ainda a instalação de caixa de controle do sistema de refrigeração de emergência, que desligue todos os equipamentos elétricos e acione ventilação exaustora, sempre que necessário.

Outras medidas de proteção coletiva incluem a sinalização adequada dos equipamentos e tubulações, a existência de saídas de emergência mantidas permanentemente desobstruídas e adequadamente sinalizadas, e a instalação de chuveiros de segurança e lava-olhos.

Sistemas apropriados de prevenção e combate a incêndios devem estar presentes e em perfeito estado de funcionamento. O ideal é a instalação de *sprinkler* sobre qualquer vaso grande de amônia para mantê-lo resfriado, em caso de fogo. Instalações elétricas à prova de explosão são desejáveis.

Dentre as medidas administrativas incluem-se a permanência do menor número possível de trabalhadores na sala de máquinas e somente os que realizam manutenção e operação dos equipamentos, a manutenção dos locais de trabalho dentro dos padrões de higiene ocupacional e a realização do controle de saúde dos expostos ao produto, enfatizando avaliação oftalmológica, da pele e do trato respiratório.

As empresas devem possuir equipamentos básicos de segurança pessoal para cada trabalhador envolvido diretamente com a planta, dispostos em locais de fácil acesso e fora da sala de máquinas:

- uma máscara panorâmica com filtro de amônia;

- equipamento de respiração autônomo;
- óculos de proteção ou protetor facial;
- um par de luvas protetoras de borracha (PVC);
- um par de botas protetoras de borracha (PVC);
- uma capa impermeável de borracha e/ou calças e jaqueta de borracha.

Devem ser estabelecidos por escrito planos de emergência para ações em caso de vazamento, realizando-se treinamentos práticos. Como conteúdo mínimo, é preciso prever mecanismos de comunicação da ocorrência, evacuação das áreas, remoção de quaisquer fontes de ignição, formas de redução das concentrações de amônia e procedimentos de contenção de vazamentos.

Em caso de vazamento com grande concentração de gases, faz-se necessária a utilização de máscaras autônomas e proteção total do corpo com tecido impermeável ou, na ausência dessas, o umedecimento dos trajes. Na mesma linha de raciocínio, deve-se aspergir água para forçar a reação de hidratação e formação do hidróxido de amônia.

É crítico que se observe que, na ocorrência do vazamento, a amônia, em estado aerossolizado, comporta-se como um gás denso.

Em caso de fogo, recomenda-se o uso de água para resfriar recipientes expostos. Para fogo envolvendo amônia líquida, utiliza-se pó químico ou  $\text{CO}_2$ .

### **CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO DE TRABALHADORES**

Os sistemas de refrigeração por amônia devem ser operados por profissional qualificado, com certificado de treinamento, conforme o disposto na NR-13.

Todos os que laboram no estabelecimento, inclusive terceiros, devem ser suficientemente informados sobre os riscos existentes e as medidas de controle, e treinamento para as ações de emergência e de evacuação de área. É necessária a previsão de treinamentos especiais para os que operam, inspecionam e mantêm o sistema, assim como para os trabalhadores

que laboram próximos aos equipamentos, e os que operam equipamentos móveis, como empilhadeiras.

Os operadores devem ter conhecimentos completos sobre o sistema, incluindo compressores, válvulas de controle automático, de isolamento e de alívio de pressão, controles elétricos e mudanças de temperatura e pressão. Devem saber que partes do sistema requerem manutenção preventiva e como realizá-la de forma segura, além de como observar e avaliar o sistema para identificar sinais de problemas, como vazamentos e vibração.



Figura 2. Equipamentos individuais.

FONTE: ITAR

## **NORMAS DE REFERÊNCIA**

O Brasil carece de normas legais e técnicas específicas para sistemas de refrigeração. Destacam-se as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego, especialmente a NR-13 – Caldeiras e Vasos de Pressão e a norma da ABNT “Vasos de pressão para refrigeração”, 1996.

Referências internacionais são as normas do Instituto Nacional de Normas Técnicas dos EUA (ANSI):

- ANSI/ Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Condicionamento de Ar (ASHRAE) 15-1978.

Essa norma especifica os locais onde os distintos grupos de refrigerantes podem ser aplicados; restringe a presença de chama em salas de máquinas; ocupa-se do ambiente industrial e estabelece limites nas quantidades dos refrigerantes nas diversas áreas de trabalho; dispõe sobre reservatórios e tubulações, determinando limites de pressão de operação; descreve as aplicações dos dispositivos limitadores de pressão, além de cobrir aspectos relacionados à instalação.

A norma ANSI/ASHRAE 15-1978 relaciona-se a outras normas, incorporando-as, como a "Boiler and Pressure Vessel Code" e a ANSI/ Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (ASME) B31.5, para tubulações de refrigeração.

- ANSI/IIAR 2-1984.

Preparada especificamente para sistemas de amônia, recomenda que a amônia apresente-se com concentração de 99,95% e que as placas de identificação sejam afixadas nos principais componentes do sistema, contendo informações como: o nome do fabricante, o ano de fabricação, o número do modelo e a pressão nominal, comprovando, ainda, que o equipamento foi testado quanto a sua segurança e aplicação adequada. A norma especifica, também, dois níveis de pressão de projeto: alto e baixo. Uma abordagem alternativa para ventilação de salas de máquinas também é proposta.

Outras diretrizes internacionais são emitidas pela IIAR, como a norma "Ammonia Refrigeration Valves", publicada em 1999.

## ASPECTOS DA AUDITORIA FISCAL

A Auditoria Fiscal do Trabalho na área de Segurança e Saúde encontra-se adequadamente qualificada para uma intervenção eficaz nas empresas que utilizam sistemas de refrigeração por amônia, tendo as Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde como referência.

Estratégias precisam ser definidas para a prevenção de acidentes nessas empresas, preferencialmente as que intervenham de forma coletiva na questão, otimizando recursos humanos e materiais e assegurando um caráter amplo e igualitário para a ação.

O controle dos riscos de agravos à segurança e à saúde de trabalhadores, em virtude da utilização de sistemas de refrigeração por amônia, pode ser obtido por meio do cumprimento do já previsto na plena legislação nacional, não-específica, mas que contempla os elementos mínimos de qualquer sistema de segurança.

Entre as Normas Regulamentadoras, aplica-se o disposto na NR-13, considerando-se o limite de tolerância da amônia (20 ppm). A norma prevê aspectos de considerável importância na prevenção de acidentes, entre eles:

- a identificação e as informações completas sobre os vasos de pressão, contidas em um prontuário;
- o registro de todas as ocorrências com os vasos, em livro próprio ou em sistema informatizado;
- a disponibilização da informação aos trabalhadores e sindicatos;
- a instalação adequada dos vasos de pressão, definida em projeto;
- os procedimentos para operação segura, dispostos em um manual específico;
- a manutenção do sistema (vasos de pressão, válvulas e tubulações, entre outros equipamentos) e as inspeções de segurança

periódicas, realizadas por profissional habilitado e registradas em relatórios;

- a qualificação dos operadores.

Destaca-se como grande instrumento da Auditoria Fiscal do Trabalho a aplicação judiciosa da NR-9, focada na prevenção de riscos com amônia. A norma, se cumprida em sua íntegra, prevê a implantação obrigatória da maioria dos controles necessários para a operação segura das empresas, por meio do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, inclusive:

- a análise de projetos de instalações, métodos e processos de trabalho novos;
- o reconhecimento e a avaliação dos riscos existentes, inclusive a avaliação quantitativa;
- a adoção de medidas necessárias e suficientes para eliminação, minimização ou controle dos riscos, inclusive riscos potenciais;
- a realização de treinamento e a disponibilização aos trabalhadores de maneira apropriada e suficiente sobre os riscos ambientais e os meios de prevenção;
- a especificação técnica adequada de equipamentos de proteção individual, incluindo a proteção respiratória, com estabelecimento de normas para seu fornecimento, uso, guarda, higienização, conservação, e manutenção;
- a avaliação da eficácia das medidas de proteção;
- o monitoramento da exposição de trabalhadores por meio da avaliação sistemática e repetitiva da exposição a um dado risco;
- o registro de dados.

## O EXEMPLO DE NATAL (RN)

A ocorrência de um vazamento de amônia em uma empresa de beneficiamento de camarão, com 170 empregados, em 11 de julho de 2003, analisado pela Delegacia Regional do Trabalho no Rio Grande do Norte, desencadeou algumas ações locais e nacionais do Ministério do Trabalho e Emprego, entre as quais a elaboração desta Nota Técnica. Utilizando o conceito de “aprender lições com os acidentes”, trazemos aqui um breve relato do ocorrido.

### DESCRIÇÃO DO ESTABELECIMENTO

A empresa é constituída de três setores principais: salão de beneficiamento de camarão (Figura 3), sala de máquinas (Figura 4), situada no piso superior, acima do setor anteriormente citado, e administração, também no piso superior.

O salão de produção possui duas portas. A porta para o trânsito obrigatório de empregados é estreita e dotada de lava-pés, comunicando-se com um pátio coberto, por onde entram os caminhões. Desse pátio, há duas saídas para o exterior: o portão principal, ao lado do qual há uma porta estreita para entrada dos empregados, e a saída dos fundos, mantida trancada com cadeado. A segunda porta do salão de beneficiamento é utilizada para o carregamento de caminhões com o produto pronto e era também mantida trancada.

O sistema de refrigeração tem como equipamentos principais sete compressores, trocadores de calor, tubulações e acessórios. A quantidade de amônia no tanque de armazenamento é de 500kg.



FONTE: DRT/RN

Figura 3. Setor de produção da empresa.



FONTE: DRT/RN

Figura 4. Sala de máquinas.

### **DESCRIÇÃO DO ACIDENTE**

O sistema de refrigeração encontrava-se em funcionamento rotineiro, quando houve o rompimento brusco da tampa de um dos compressores, ocasionando liberação da amônia liquefeita, sob pressão. Após vazamento de cerca de 40 kg do refrigerante, houve intervenção do operador do sistema, com fechamento da válvula principal e a contenção do agente no interior do tanque de armazenamento principal.

A amônia foi liberada sob forma aerossolizada, comportando-se como um gás denso e descendo da casa de máquinas para o piso inferior, por meio



de uma ampla abertura existente para ventilação, formando uma nuvem que ocupou o pátio de caminhões, entre as saídas do salão de beneficiamento e o portão principal. O gás invadiu todos os espaços do estabelecimento, especialmente o salão de produção, atingindo os trabalhadores, que se encontravam em suas atividades rotineiras.

Os trabalhadores, em pânico, buscaram opções de fuga. Os primeiros passaram pela porta dotada de lava-pés, o que acrescentou ao risco já existente possíveis acidentes por queda. Ademais, ao saírem, depararam-se com a nuvem de amônia, que impedia saída pelo portão principal.

Alguns optaram por arrombar a outra porta do salão, mantida trancada a chave, encontrando, da mesma maneira, a nuvem de amônia, que inclusive impedia a visualização do desnível existente – cerca de 80cm. – no local, provocando queda em altura.

As portas abertas permitiram a entrada da amônia para dentro do salão, agravando a situação da maioria dos trabalhadores, que ainda se encontravam no local.

Diante da situação, os empregados, já em desespero, procuraram a saída dos fundos, encontrando-a igualmente fechada, desta feita a cadeado.



Figura 5. Porta com lava-pés.

Os empregados passaram, então, com as próprias mãos, a quebrar os tijolos de vidro instalados para entrada de luz, existentes no alto das paredes dos fundos da empresa, e telhas de amianto, na tentativa de sair pelo teto. A saída por essas vias anômalas causou outras lesões corporais em vários empregados, além das provocadas pela amônia. Um dos primeiros trabalhadores que escapou pelo teto, descendo por um poste de iluminação, pôde retornar à entrada principal da empresa, para auxiliar na desobstrução das demais saídas.



FONTE: DRT/RN

Figura 7. Abertura forçada de porta de aço para fuga.



FONTE: DRT/RN



Figura 8. Fuga dos trabalhadores.

FONTE: DRT/RN

Como consequência da exposição prolongada à amônia, assim como dos demais riscos, houve dois óbitos e 127 vítimas, 18 delas afastadas por mais de 15 dias, 67 com afastamento inferior ou igual a 15 dias e 42 sem afastamento do trabalho. Ficaram evidenciados, ainda, a fragilidade e o despreparo técnico dos serviços de saúde para lidar com esse tipo de acidente, apesar de haver extremo esforço dos profissionais para o atendimento às vítimas.

Figura 9. Atendimento médico.



FONTE: DRT/RN

O acidente foi provocado diretamente pelo rompimento da tampa do cabeçote do compressor, que apresentava alto grau de corrosão interna.



Figura 10

FONTE: DRT/RN

Figura 11



FONTE: DRT/RN

Figuras 10 e 11 – Tampa do compressor rompida.

No entanto, o último fato deriva da existência prévia de uma série de fatores de risco, entre os quais destacam-se:

- inexistência de um programa de manutenção preventiva dos compressores;
- ausência de ventilação diluidora e/ou exaustora no local do vazamento;
- ausência de informação aos empregados dos riscos à saúde causados pela amônia;

- não-realização de treinamento dos empregados para uma evacuação adequada dos locais de trabalho, em caso de vazamento de amônia;
- inexistência de vias de saída emergencial dos diversos locais de trabalho, incluindo portas de emergência;
- manutenção da porta do setor de produção, onde havia maior concentração de trabalhadores, fechada a chave, que encontrava-se em poder de terceiros durante o horário de trabalho;
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) que não contemplava os riscos inerentes à amônia nem alternativas para a hipótese de um vazamento da mesma.

Como conseqüência das observações da Inspeção do Trabalho, o estabelecimento foi imediatamente interditado, com prejuízos que podem ser estimados, se observa ao considerar-se que a empresa exporta 100% de sua produção. A desinterdição, ocorrida uma semana após o evento, foi condicionada à avaliação técnica do sistema de refrigeração por profissional legalmente habilitado, nos moldes da NR-13, assegurando a integridade dos compressores e a sua perfeita capacidade de operação.

Autos de Infração foram lavrados em virtude de a empresa manter porta fechada a chave durante o expediente normal, por não contemplar no PPRA os riscos inerentes à amônia e pelo fato de não haver cumprimento de horário de trabalho pelo Técnico de Segurança do Trabalho do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).

Outros itens foram objeto de notificação, como a instalação de ventilação exaustora na casa de máquinas; o treinamento dos empregados para situações de emergência; a construção, a manutenção e a sinalização de vias de evacuação de pessoal no ambiente de trabalho; a inclusão de aspectos relacionados aos riscos da exposição à amônia no Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e no PPRA; a disponibilização de máscara autônoma para uso em situações de emergência; o acondicionamento de equipamentos de proteção respiratória existentes em armários adequados e devidamente sinalizados; a implantação de programa de manutenção preventiva dos compressores, com registro das ocorrências em livro próprio; e a instalação de equipamento que permita monitorização quantitativa contínua dos ambientes do trabalho para detecção da amônia.

A intervenção da Delegacia Regional do Trabalho do estado do Rio Grande do Norte – DRT/RN foi ampliada por meio da identificação das empresas com sistema de refrigeração por amônia da região, que foram convocadas para uma reunião sobre a matéria, ao final da qual foram coletivamente notificadas em relação ao cumprimento obrigatório dos seguintes itens legais:

1. Dotar a empresa de plano de alerta e evacuação para situações de vazamento de amônia e combate ao fogo, que deverá constar do PPRA, realizando-se exercícios de simulação, pelo menos, semestralmente.
2. Prever, no PCMSO, ações de saúde relativas à prevenção e ao atendimento de vítimas de vazamento de amônia.
3. Dotar o local de trabalho de vias de fuga sinalizadas e desobstruídas para a rápida retirada do pessoal em serviço em caso de vazamentos de amônia ou incêndios.
4. Dotar a empresa de portas de emergência sinalizadas e equipadas com dispositivo interno de abertura imediata em caso de sinistro, que deverão abrir no sentido da saída, sendo proibido o fechamento a chave ou cadeado durante o horário de trabalho.
5. Dotar a empresa de sistema de alarme, audível em todo o local de trabalho, com pontos de acionamento nas áreas comuns de acesso dos pavimentos.
6. Dotar a “casa de máquinas” do sistema de refrigeração industrial com máscara autônoma para utilização em caso de emergência, a qual deverá ser acondicionada em armário próprio, que deverá ser sinalizado, e passar por inspeção mensal anotada em ficha própria, treinando-se todos os trabalhadores do setor de refrigeração para seu uso.
7. Dotar o sistema de compressores de amônia de dispositivo de parada de emergência, automático e/ou manual, que possa ser acionado em caso de emergência, desligando todo o sistema simultaneamente.
8. Realizar inspeção de segurança nos vasos de pressão contendo amônia e treinar operadores, de acordo com o que estabelece a

NR-13 e seus anexos.

9. Dotar a sala de compressores de amônia de ventilação exaustora forçada, que garanta rápida troca de ar ambiente em caso de vazamento de amônia, devendo haver mais de uma botoeira de acionamento da exaustão colocadas em lugares de acesso comum.
10. Dotar o estabelecimento de equipamento que permita monitorização quantitativa contínua das concentrações de amônia nos ambientes de trabalho.