

1. INTRODUÇÃO

De um modo geral, pode-se definir a refrigeração como um processo de remoção de calor de um espaço ou corpo, a fim de reduzir sua temperatura, com a transferência deste calor para outro espaço ou 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 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 enquadra-se na grande maioria dos requisitos acima, com ressalvas apenas para sua alta toxicidade e por tornar-se explosiva em concentrações de 15 a 28% em volume. Além disso, 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 1 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

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.

2. OBJETIVO

A presente Norma Institucional tem como objetivo estabelecer critérios para a avaliação dos riscos inerentes das atividades de refrigeração, buscando a identificação dos possíveis cenários de acidentes envolvendo a liberação de amônia para a atmosfera, com a aplicação de uma metodologia padronizada de forma a prevenir danos à população, ao meio ambiente e à propriedade.

3. APLICAÇÃO

Esta Norma Institucional se aplica as atividades que utilizam amônia anidra como gás refrigerante em seu processo produtivo e são classificadas como de mínimo a médio porte e de insignificante a médio impacto e passa a vigorar a partir da data de sua publicação.

Sua aplicação permitirá conhecer, avaliar e controlar tecnicamente os riscos da liberação de vapores de amônia, intrínsecos de sistemas que operam e/ou armazenam o produto.

4. DEFINIÇÕES

Para efeito desta Norma serão adotadas as seguintes definições:

TERMO / SIGLA	DEFINIÇÃO
Análise de Risco	Avaliação de Risco conduzida mediante o emprego de um ou mais métodos padronizados de análise qualitativa, complementados, quando requerido, pelo emprego de métodos padronizados de quantificação das consequências e do risco de origem tecnológica.
Análise Preliminar de Perigos (APP)	Técnica desenvolvida para o levantamento qualitativo de situações ou cenários perigosos.
Avaliação de Risco	Apuração da possibilidade de ocorrência de acidentes originados por uma determinada atividade e das possíveis consequências sobre a saúde e segurança da população.
Cenário Acidental	Contexto que compreende um perigo específico, o evento acidental iniciador, as causas e as consequências correspondentes.
IDLH	Sigla de <i>Immediately Dangerous to Life or Health</i> (concentração imediatamente perigosa para a vida ou saúde) conforme o <i>Pocket Guide to Chemical Hazards</i> , publicado pelo NIOSH (<i>National Institute of Occupational Safety and Health</i>) dos EUA.
Massa Mínima de Referência (MMR)	Massa da substância perigosa acima da qual a atividade que a produz, armazena, opera, consome ou gera é considerada como de risco maior.
Ocupação Sensível	Utilização de um imóvel como residência, creche, escola, asilo, igreja, cadeia, presídio, ambulatório, casa de saúde, hospital, e ou afins.

Perigo	Propriedade ou condição (potencial ou possibilidade) inerente de uma substância ou atividade capaz de causar danos a pessoas, a bens materiais (propriedades) ou ao meio ambiente.
Relatório de Segurança	Estudo simplificado onde são identificados os riscos inerentes da atividade avaliada, observando os sistemas de controle e segurança e o cumprimento dos dispositivos legais existentes.
Risco	Potencial de ocorrência de consequências indesejadas (danos) a pessoas, ao meio ambiente ou a bens materiais, decorrentes da realização de determinada atividade.
Substância Tóxica	Substância líquida volátil ou gasosa para a qual estudos toxicológicos determinaram uma concentração imediatamente perigosa para a vida ou saúde humana (IDLH) igual ou inferior a 2.000 ppm.

5. REFERÊNCIAS

5.1 Legislação federal e estadual

5.1.1 Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (COSCIP) do Estado do Rio de Janeiro.

5.1.2 Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego:

- NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão;
- NR 16 – Atividades e Operações Perigosas;
- NR 26 – Sinalização de Segurança.

5.1.3 Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- NBR 5363 – Equipamentos Elétricos para Atmosfera Explosiva;
- NBR 5418 – Instalações Elétricas em Atmosferas Explosivas;
- NBR 16069 – Segurança em Sistemas Frigoríficos.

5.2 Referências internacionais

5.2.1 ANSI/IIAR 2-2008 – Equipment, Design & Installation of Ammonia Mechanical Refrigerating Systems – International Institute of Ammonia Refrigeration;

5.2.2 ANSI/ASHRAE Standard 15-2007 – Safety Code for Mechanical Refrigeration – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers;

5.2.3 ANSI/ASME B31.5 – 2006 – Refrigeration Piping and Heat Transfer Components – American Society of Mechanical Engineers.

5.2.4 ANSI/IIAR Standard 3-2005: Ammonia Refrigeration Valves.

6. CARACTERÍSTICAS DA AMÔNIA

A amônia 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 3 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

altamente higroscópica, e a reação com a água forma hidróxido de amônio (NH₄OH), 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.

A tabela a seguir contempla os valores de massa específica para a amônia gasosa e a amônia liquefeita, além do valor de IDLH e da MMR determinada para estas por recipiente e por grupo de recipientes.

SUBSTÂNCIA	Massa específica a 20°C (kg/L)	Pvap a 20°C (mmHg)	IDLH (ppm)	Ponto de fulgor (°C)	MMR	
					Por recipient e (kg)	Por grupo de recipientes (kg)
amônia anidra	0,0007	G	300	G	100	500
amônia anidra	0,61	GL	300	GL	500	2.500

Nomenclatura: amônia anidra, amônia gás, amônia liquefeita.

Fórmula química: NH₃

Número do CAS: 7664.41.7

Número da ONU: 1005

6.1 Propriedades físico-químicas:

- Massa molecular = 17.03 Kg/Kmol;
- Estado físico = gás liquefeito comprimido;
- Aparência = incolor, mais leve que o ar;
- Odor = sufocante e pungente;
- Ponto de fusão = - 77,7 °C;
- Ponto de ebulição = -33,35 °C a 1 bar;
- Pressão de vapor = 8,5 atm;
- Densidade relativa ao ar = 0,5970;
- Densidade relativa à água = 681,5 kg/m³ a -33,2 °C;
- Solubilidade em água = moderada = 517 g/l;
- Solubilidade em outros solventes = etanol, metanol, clorofórmio e éter.

6.2 Reatividade:

Amônia é uma base muito forte e reage com ácidos e gases ácidos para formar sais amoniacaais. O calor resultante dessa neutralização é considerável, e as reações podem se tornar violentas, requerendo meios imediatos de resfriamento.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 4 de 19
------------------------	--------------------------------	---	---	---------------	--------------------

A amônia, em presença de água, dissolve muitos óxidos e hidróxidos metálicos, bem como muitos sais que são insolúveis em água. Reage prontamente com muitas substâncias orgânicas e inorgânicas e sua reatividade é considerada um fator principal quando se trata de estocagem e transporte.

O cobre e todas as suas ligas, o zinco e o cádmio são prontamente atacadas pela amônia. Da reação com halogênios, hipocloritos, mercúrio, ácido nítrico, óxidos de nitrogênio e alguns compostos orgânicos podem se formar compostos instáveis e explosivos. Certos óxidos metálicos, notadamente a prata, o mercúrio, o chumbo e o cádmio podem formar nitretos ou azetos, que podem explodir após secar.

6.3 Riscos de incêndio ou explosão:

- Ponto de auto-ignição = 651,1 °C
- Limite superior de inflamabilidade = 28%
- Limite inferior de inflamabilidade = 15%

Não é considerado um produto inflamável, mas os vapores são combustíveis no ar nas concentrações entre 16% e 27% em volume. Aumentos na pressão e temperatura aumentam esta faixa de queima, enquanto que aumentos na concentração de vapor d'água a diminuem. A presença de óleos e outros materiais combustíveis aumentam o perigo de fogo.

Na faixa de concentração entre 16 e 27 % podem ocorrer explosões em espaços fechados, apresentando propagação horizontal; contudo, uma vez que a energia e a temperatura de ignição são relativamente altas, estas explosões são normalmente causadas por operações de corte ou solda em vasos não totalmente purgados, ou por centelhas elétricas de alta energia em locais mal ventilados. A temperatura de auto-ignição para a mistura amônia-ar é 651,1°C e a energia mínima de ignição é 66,0 mJ.

Uma vez que a possibilidade de explosão existe, a classificação para as instalações elétricas locais deve ser considerada em função do pior vazamento acreditável e da condição de dispersão ou ventilação.

6.4 Riscos toxicológicos e efeitos tóxicos:

Tanto a amônia gasosa como a líquida são produtos extremamente irritantes. É uma base com grande afinidade por água, o que constitui a base para os efeitos irritantes nos olhos, pele, trato respiratório e membranas mucosas das fossas nasais, vias aéreas e pulmões.

Falhas de equipamentos ou erros de operação podem causar exposição acidental à amônia líquida ou gasosa. Os danos químicos são os mesmos, entretanto a exposição à amônia líquida envolve complicações como congelamento dos tecidos e injeção de um fluxo líquido sob alta pressão.

Normalmente seu odor característico e desagradável propicia amplo aviso antes de qualquer condição perigosa exista. Pode ser detectada pelo olfato humano já a partir de 10 ppm, mas os operadores de plantas acabam se acostumando com concentrações de até 100 ppm sem efeitos desagradáveis.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 5 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

Entre 150 e 400 ppm causa irritação e desconforto nas membranas mucosas das fossas nasais e vias aéreas, mas sem consequências duradouras. Exposição a concentrações acima de 1500 ppm, mesmo por curtos períodos, podem danificar ou destruir tecidos das regiões descritas.

7. PROCESSO DE REFRIGERAÇÃO

7.1 Principais termos técnicos relacionados à refrigeração:

Acumulador – Depósito situado em uma linha de sucção para separar o líquido que entrou no gás de sucção.

Armazenamento em câmara frigorífica – Comércio ou preservação de alimentos ou outros perecíveis por refrigeração.

Capacidade de refrigeração – A habilidade de um sistema refrigerante ou parte dele em remover calor, usualmente medida em Btu/h, ou toneladas/24 horas.

Ciclo de refrigeração – Curso completo de operação de um refrigerante de volta ao ponto inicial, medido em termos termodinâmicos.

Compressor – Equipamento que recebe o refrigerante em forma de vapor a baixa pressão e o comprime em um volume menor à alta pressão.

Condensador – Dispositivo de transferência de calor que recebe vapor à alta pressão, a temperaturas acima da dos meios refrigerantes, como ar ou água, ao qual o condensador transmite calor latente do refrigerante, provocando a liquefação do vapor refrigerante.

Controle de baixa pressão – Disjuntor elétrico, reagente à pressão, ligado na parte de baixa pressão de um sistema de refrigeração. Geralmente fecha à alta pressão e abre à baixa.

Evaporador – Dispositivo no qual o refrigerante se evapora enquanto absorve calor.

Linha de sucção – Tubulação ou encanamento que transporta o vapor refrigerante do evaporador para a admissão do compressor.

Linha de líquido – Tubulação ou encanamento que leva o refrigerante na forma líquida de um condensador ou receptor de um sistema de refrigeração para um dispositivo de pressão reduzida.

Válvula de alívio – Válvula projetada para abrir a pressões excessivamente elevadas, para permitir o escapamento do refrigerante.

Válvula de retenção de fluxo – Válvula projetada de forma a permitir o escoamento do fluido em determinada direção, porém com fechamento automático no caso de fluxo reverso devido a diferencial de pressão.

Válvula solenoide – Válvula aberta pelo efeito magnético de uma corrente elétrica através de uma bobina solenoide.

7.2 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 6 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

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 refrigerante somente é adicionado ao sistema (recarga) quando da ocorrência de vazamento ou drenagem.

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.

7.2.1 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.



Figura 1. Compressor

7.2.2 O condensador é formado geralmente por uma série de tubos de diâmetros 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.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 7 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------



Figura 2. Condensador

7.2.3 O evaporador consiste geralmente de uma série de tubos, as serpentinas, 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 3. Evaporador



Figura 4. Evaporadores em câmaras frigoríficas

Nota: No anexo 1 é apresentado Checklist com os dados da composição do sistema de refrigeração por amônia bem como respectivos parâmetros a serem observados pelo empreendedor durante as etapas de manutenção.

8. RISCOS DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO / MODOS DE FALHAS

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

Especificamente para o emprego de amônia como agente refrigerante, as maiores preocupações são os vazamentos com formação de nuvem tóxica 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 8 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

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 frequentes os vazamentos causados por:

- Abastecimento inadequado dos vasos;
- Falhas nas válvulas de alívio, tanto mecânicas quanto por ajuste inadequado da pressão;
- Danos a equipamentos ou acessórios dos mesmos, 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 nos vasos, que tendem a ocorrer nos pontos de solda ou nas proximidades destes;
- 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.

9. GESTÃO SEGURA DE SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

Uma instalação segura de refrigeração por amônia sustenta-se em três pilares: o projeto apropriado, orientado por normas e códigos de engenharia, manutenção eficaz e operação adequada.

Dessa forma, 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.

9.1 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 9 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	---------------------------

possibilidade e havendo necessidade de se mantê-la na mesma edificação onde se realizem outras atividades administrativas ou de produção, a casa de máquinas deverá ser instalada fora do prédio, com o máximo de paredes exteriores possíveis.

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

9.2 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; sendo zinco ou cobre 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 três 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.

10. ORIENTAÇÕES TÉCNICAS PERTINENTES

As observações elencadas a seguir visam basicamente à orientação quanto as melhores técnicas possíveis de serem adotadas, tanto na prevenção quanto na mitigação de possíveis incidentes/acidentes, não tendo nenhuma intensão em intervir nos procedimentos adotados pela área técnica competente.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 10 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	----------------------------

10.1 Medidas Preventivas:

São aquelas que têm como objetivo atuar diretamente na redução da frequência da ocorrência de eventos indesejáveis, conforme relacionadas a seguir:

- Os vasos ou cilindros de amônia deverão ficar em área externa aos prédios, constituindo uma unidade (vaso) ou baterias (cilindros) alimentando uma linha principal com ou sem derivações.
- Cada vaso ou bateria de cilindros deverá contar com uma válvula de bloqueio na linha principal, próxima à bateria, de modo a possibilitar o bloqueio de todos os cilindros ao mesmo tempo.
- Cada vaso ou bateria de cilindros deverá ficar abrigado da incidência da luz solar direta e de qualquer fonte de calor intenso, bem como protegido de impactos, e o mais ventilado que for possível.
- A linha principal de amônia poderá sofrer ramificações para atender a conjuntos de equipamentos, mas neste caso, cada ramificação deverá contar com uma válvula de bloqueio no interior do prédio onde se encontram os compressores.
- Todas as válvulas de bloqueio de linhas de amônia deverão ser sinalizadas através de cartazes e ficar a uma altura acessível por qualquer pessoa sem o auxílio de escadas, caixotes, ou quaisquer outros recursos móveis ou provisórios.
- Apresentação, no máximo a cada 4 anos, de certificado emitido por engenheiro mecânico atestando a adequação da instalação quanto aos materiais empregado e à calibração das válvulas de segurança e o respectivo bom estado para o uso nos 4 anos subsequentes.
- Apresentação de certificado emitido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado ou por qualquer entidade ou profissional legalmente autorizado a transmitir conhecimentos relativos a Segurança Industrial, relativamente ao treinamento de pelo menos duas pessoas no uso das máscaras e no uso da água em forma de neblina sobre os pontos de possível vazamento.

10.2 Medidas Mitigadoras

São aquelas que têm como objetivo atuar na redução das consequências em decorrência de eventos indesejáveis, conforme relacionadas a seguir:

- Instalação de monitores ambientais acoplados a sistema de alarme, especialmente nos locais críticos;
- Instalação de controle automático de emergência, para desligamento de todos os equipamentos elétricos da casa de máquinas, com acionamento de ventilação exaustora direcionada a sistema de abatimento de amônia;
- Sinalização adequada dos equipamentos e tubulações;
- Saídas de emergência mantidas permanentemente desobstruídas e adequadamente sinalizadas;
- 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

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 11 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	----------------------------

grande de amônia para mantê-lo resfriado, em caso de fogo. Instalações elétricas à prova de explosão;

- 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:
 - ✓ Máscara panorâmica com filtro de amônia;
 - ✓ Equipamento de respiração autônomo;
 - ✓ Óculos de proteção ou protetor facial;
 - ✓ Luvas protetoras de borracha (PVC);
 - ✓ Botas protetoras de borracha (PVC);
 - ✓ Capa impermeável de borracha e/ou calças e jaqueta de borracha;
- Planos de emergência para ações em caso de vazamento devem ser estabelecidos por escrito, realizando-se treinamentos práticos especiais para os que operam, inspecionam e mantêm o sistema, assim como para os trabalhadores em geral. 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;
- 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.

11. CONDIÇÕES DE LOCALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

Deverão ser observadas as condições do empreendimento, atividade e/ou equipamentos que operem com produtos perigosos, observando dentre outros aspectos, o posicionamento das respectivas fontes em relação aos limites de propriedade da empresa bem como sua distância para com quaisquer ocupações sensíveis circunvizinhas.

12. RESTRIÇÕES ESPECÍFICAS GENÉRICAS PARA O LICENCIAMENTO

12.1 Para fase de instalação

- Atender à NBR-16069:2010 – Segurança em Sistemas Frigoríficos;
- Atender as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão, NR 16 – Atividades e Operações Perigosas e NR 26 – Sinalização de Segurança);
- Atender o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (COSICIP), do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, regulamentado através do Decreto nº 897 de 21.09.76;

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 12 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	----------------------------

- Dotar o sistema com recursos que permitam realizar inspeções periódicas e manutenção preventiva e corretiva do sistema de refrigeração de amônia (vasos, compressores, condensadores, tubulações, válvulas, etc.) e dos seus respectivos dispositivos de segurança;
- Instalar Sistema Analisador / Detector de Amônia em pontos estratégicos no interior da casa de máquinas e em demais pontos do sistema de refrigeração, tais como linhas externas, condensadores etc.;
- Comunicar imediatamente ao Serviço de Operações em Emergências Ambientais do INEA, plantão 24 horas, pelos telefones (21) 2334-7910 / (21) 2334-7911 / (21) 98596-8770, qualquer anormalidade que possa ser classificada como acidente.

12.2 Para fase de operação

- Observar à NBR-16069:2010 – Segurança em Sistemas Frigoríficos;
- Observar o cumprimento das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão, NR 16 – Atividades e Operações Perigosas e NR 26 – Sinalização de Segurança), mantendo os registros à disposição da fiscalização;
- Observar o cumprimento ao Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (COSICIP), do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, regulamentado através do Decreto nº 897 de 21.09.76;
- Manter Sistema Analisador / Detector de Amônia em bom estado de manutenção e operação, de forma a garantir pronto acionamento dos sistemas de emergência;
- Realizar inspeções periódicas e manutenção preventiva e corretiva do sistema de refrigeração de amônia (vasos, compressores, condensadores, tubulações, válvulas, etc.) e dos seus respectivos dispositivos de segurança, mantendo os registros dessas operações à disposição da fiscalização;
- Treinar periodicamente o pessoal incumbido da operação normal e o de ação em emergência, mantendo o registro dos treinamentos (pessoal treinado, instrutor e conteúdo programático) à disposição da fiscalização;
- Supervisionar e controlar permanentemente as condições operacionais, mantendo o registro das anormalidades ocorridas e dos procedimentos adotados para a correção das anormalidades, à disposição da fiscalização;
- Manter disponíveis na qualidade e quantidade apropriadas, e prontos para o uso, os equipamentos de proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletiva (EPC) e materiais de atendimento a emergências;
- Comunicar imediatamente ao Serviço de Operações em Emergências Ambientais do INEA, plantão 24 horas, pelos telefones (21) 2334-7910 / (21) 2334-7911 / (21) 98596-8770, qualquer anormalidade que possa ser classificada como acidente.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 13 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	----------------------------

13. ANEXOS

Anexo 1 – *Checklist* para os Componentes do Sistema de Refrigeração por Amônia;

Anexo 2 – Fluxograma Simplificado do Sistema de Refrigeração por Amônia;

Anexo 3 – Fluxograma Simplificado de Fabricação de Gelo.

Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.14	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015– BS nº 22	Revisão: 0	Página: 14 de 19
-------------------------------	---------------------------------------	--	--	----------------------	----------------------------

ANEXO 1 – CHECKLIST PARA OS COMPONENTES DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA

1. Compressores

Características Técnicas Unitárias:	
Marca/Modelo	
Rotação (rpm)	
Capacidade no regime (kcal/h)	
Potência absorvida (BRW)	
Marca do motor elétrico	
Potência do motor e rotação (CV e rpm)	
Número de polos	
Tensão (volts)	

Acessórios dos compressores:			
Filtro de sucção		Termômetro de sucção	
Manômetro de sucção		Termômetro de óleo	
Manômetro de descarga		Válvula de retenção de sucção	
Manômetro de óleo		Válvula de retenção de descarga	
Pressostato diferencial de óleo		Válvula de segurança para amônia	
Termostato para óleo		Válvula para controle de capacidade	

2. Condensadores Evaporativos

Características Técnicas Unitárias:	
Marca	
Modelo	
Capacidade nominal (kcal/h)	
Capacidade corrigida (kcal/h)	
Potência de ventilação (CV)	
Potência de bombeamento (CV)	
Vazão de ar (m ³ /h)	
Vazão de água (m ³ /h)	
Dimensões básicas (mm)	
Peso em operação (kg)	

3. Reservatório (vaso) de amônia

Características Técnicas:	
Marca/Modelo	
Diâmetro (mm)	
Altura (mm)	
Pressão de projeto (kgf/cm ²)	
Pressão de teste (kgf/cm ²)	
Capacidade nominal (m ³ ou kg)	
Volume no regime (leitura de nível) (mm)	
Posição (altura ao nível do solo) (m)	

Acessórios / Sistemas de Segurança do Vaso de amônia:			
Conexão e Manômetro de pressão		Válvula de segurança dupla (Ø pol)	
Dreno de fundo (Ø pol)		Válvula para manômetro (Ø pol)	
Visor de nível (Ø pol)		Válvula de entrada de fluido (Ø pol)	
Válvula de passagem tipo reta (Ø pol)		Válvula de saída de fluido (Ø pol)	
Válvula de segurança simples (Ø pol)			

4. Evaporadores Resfriadores de Placas

Características Técnicas:	
Marca	
Temperatura de entrada (°C)	
Temperatura de saída (°C)	
Capacidade (kcal/h)	

Acessórios / Sistemas de Segurança dos Evaporadores:	
Detector de fuga de amônia	

5. Condensador Evaporativo (Torre de Resfriamento)

Características Técnicas:	
Marca/Modelo	
Temperatura de entrada (°C)	
Temperatura de saída (°C)	
Capacidade (kcal/h)	

Acessórios / Sistemas de Segurança do Condensador:

Serpentinas em bloco	
Válvula de entrada de gás (Ø pol)	
Válvula de saída de líquido (Ø pol)	

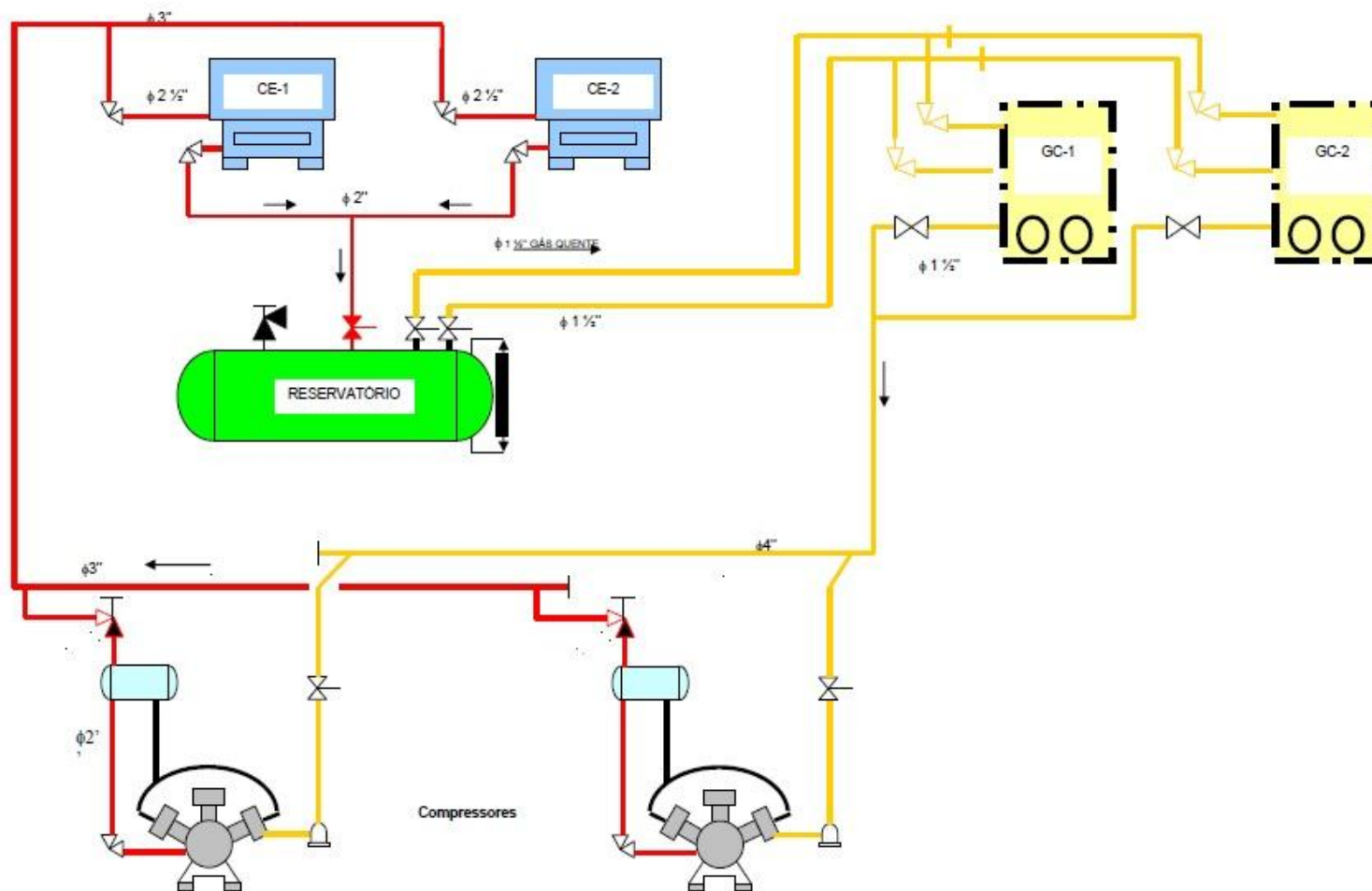
6. Linhas

Direção do fluido	Estado Físico/ T em °C	(Ø em pol)
Do reservatório aos resfriadores – fria	Líquido /	
Dos resfriadores ao condensador – baixa pressão	Gás /	
Dos condensadores ao Vaso de amônia – quente	Líquido /	
De alta pressão	Gás /	

7. Válvulas de Controle adicionais

Tipo	(Ø em pol)	Localização
Válvula de segurança		
Válvula de retenção (excesso de fluxo)		
Válvula reguladora de fluxo constante		
Válvula reguladora de pressão		

ANEXO 2 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR AMÔNIA



Código: NOI-INEA-09	Data de Aprovação: 26.01.15	Nº do ato de aprovação: Deliberação INEA nº 30	Data de Publicação: 06.02.2015 – BS nº 22	Revisão: 0	Página: 18 de 19
------------------------	--------------------------------	---	--	---------------	---------------------

ANEXO 3 – FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DE FABRICAÇÃO DE GELO

