

A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE CENÁRIO E ANÁLISE DE RISCO PARA O DIMENSIONAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE VENTILAÇÃO PARA PROTEÇÃO QUÍMICA EM AMBIENTES COM AMÔNIA.¹

PAPER 41

RESUMO

O estudo buscou realizar um levantamento das referências técnicas nacionais e internacionais de aplicação, operação e segurança em ambientes com amônia, ao qual, devido aos frequentes vazamentos, bem como seus impactos na população industrial, comunidade e meio ambiente, trazem grandes prejuízos para as indústrias que utilizam este fluido refrigerante, que é economicamente o mais viável, o mais eficiente, quando se quer atingir ou controlar temperaturas baixas de ambientes fabris. Apresentou-se formas seguras para minimizar os impactos dos vazamentos de amônia, utilizando tecnologias, ferramentas e estudos de impactos caso ocorra vazamentos, implantando sistemas de ventilação industriais corretos, seguros e eficientes, economicamente viável, trazendo para todas as empresas e trabalhadores que utilizam amônia, mais segurança, e no caso de vazamentos de grandes proporções a aplicação de uma tecnologia que neutraliza a amônia, salvando vidas e preservando o meio ambiente.

Palavras-chave: Amônia. Ventilação. Análise de Risco. Gerenciamento dos Riscos.

ABSTRACT

The study sought to carry out a survey of national and international technical references for application, operation and safety in environments with ammonia, which, due to frequent spills, as well as their impacts on the industrial population, community and environment, bring great losses to the industries that use this refrigerant fluid, which is the most economically viable, the most efficient, when it is desired to reach or control low temperatures in factory environments. Safe ways were presented to minimize the impacts of ammonia leaks, using technologies, tools and impact studies in case of leaks, implementing correct, safe and efficient industrial ventilation systems, economically viable, bringing to all companies and workers that use ammonia, more safety, and in the case of large leaks the application of a technology that neutralizes ammonia, saving lives and preserving the environment.

Keywords: Ammonia. Ventilation. Risk analysis. Risk Management.

¹ PAPER 41. **A importância do estudo de cenário e análise de risco para o dimensionamento e implantação de sistemas de ventilação para proteção química em ambientes com amônia.** 2020. 69 p. Monografia (Especialista em Higiene Ocupacional) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A refrigeração com amônia tem sido a espinha dorsal das indústrias de armazenamento refrigerado e processamento de alimentos desde o início do século XX, sendo mais econômico custando 10-20% menos e termodinamicamente é de 3-10% mais eficiente para processar e armazenar alimentos congelados e não congelados, primordial para o resfriamento pós-colheita de frutas e vegetais, resfriamento de carnes, aves, peixes, utilizado nas indústrias de bebidas, laticínios e químicas (IIAR, 2020).

A amônia tem vantagens distintas sobre outros fluídos refrigerantes industriais utilizados, é compatível com o meio ambiente, não esgota a camada de ozônio, não contribui para o aquecimento global, usa menos eletricidade, resultando em custos operacionais mais baixos impactando no valor dos produtos, entretanto, devido aos frequentes vazamentos a sua segurança é questionada, causando prejuízos para as empresas que utilizam a amônia (IIAR, 2020).

Atualmente em todas as regiões do país, ainda são frequentes as notícias de inúmeros vazamentos de amônia, de médio e grande porte, oriundos de qualquer de suas partes, seja ligado a rotina dos operadores do sistema de refrigeração ou falhas em algum equipamento do sistema, com frequente incidência de pequenos acidentes, e até mesmo de vazamentos maiores envolvendo os demais trabalhadores das empresas e a comunidade em geral (DUTRA,2017).

Cabe as empresas que possuem sistemas de refrigeração por amônia a responsabilidade de adotarem medidas para evitar todos os riscos à exposição deste produto químico que é prejudicial à vida humana, o gerenciamento das concentrações ambientais aos níveis mais baixos possíveis deixando abaixo dos níveis de ação, por meio de ventilação adequada evitando ao máximo os impactos na população industrial e na comunidade local (DUTRA,2017).

Atualmente existem diversos modelos eficazes de programas para o gerenciamento de segurança ligado a todos os riscos envolvendo a amônia, e as possíveis condições de vazamentos, requer apenas uma abordagem sistemática para avaliar todo o processo envolvendo os riscos no local de trabalho e possíveis impactos na comunidade (OSHA, 2020).

Os vazamentos de amônia resultam em ferimentos e mortes para os funcionários dessas instalações e comunidades, sendo causado pelo contato com as formas líquida e gasosa, ao qual atualmente existe tecnologia que combate as duas formas capaz de neutralizar a amônia, transformando-a em vapor de água com um composto atóxico e biodegradável (SAFE, 2019).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análise e gerenciamento de riscos

O processo de avaliação de riscos é um processo global de identificação, análise de riscos e avaliação de riscos. Posto que o processo de avaliação de riscos seja conduzido de forma sistemática, hipervigilante e colaborativa, com base no conhecimento e nos pontos de vista das partes interessadas, convém que use a melhor informação disponível complementada por investigação adicional, como necessário personalizar para alcançar os objetivos e adequar ao contexto da organização, não deixando de lado o comportamento humano e a cultura organizacional da empresa (ABNT, 2018).

Conforme a Norma Regulamentadora - N°36 - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carne e Derivados, estes riscos devem ser todos considerados, adotando medidas protetivas estabelecidas nesta, bem como outras normas citadas e se enquadre os riscos da exposição ao agente químico amônia (BRASIL, 2018).

O empregador deve colocar em prática uma abordagem planejada, estruturada e global da prevenção, por meio do gerenciamento dos fatores de riscos em Segurança e Saúde no Trabalho - SST, utilizando-se de todos os meios técnicos, organizacionais e administrativos para assegurar o bem-estar dos trabalhadores e garantir que os ambientes e condições de trabalho sejam seguros e saudáveis (BRASIL, 2018).

2.2 Propriedades da amônia

Segundo Ordonez (2013), a amônia é um composto químico relativamente abundante tanto no meio ambiente terrestre quanto em objetos no meio interestelar; esse fato por si só justifica a relevância de seu estudo. Em condições ambientais, a amônia é encontrada em estado gasoso e apresenta um odor penetrante característico. Embora este composto contribua significativamente na produção de alimentos na forma de fertilizantes (adubos), em geral, o gás propriamente dito é cáustico e pode causar danos sérios à saúde. Para humanos, em particular, a exposição a concentrações muito altas de amônia gasosa pode causar danos sérios nos pulmões ou ser letal (ORDONEZ, 2013).

A amônia existe como um gás incolor, líquido incolor ou sólido branco, dependendo de sua pressão e temperatura. Em quase todas as situações comumente encontradas, ela existe como um líquido ou um gás. O gás é menos denso que o ar, e o líquido menos denso que a água em condições padrão. O gás de amônia (vapor) se difunde prontamente no ar e o líquido é altamente solúvel em água com uma liberação de calor que o acompanha. (FELIX, 2004)

O Quadro 1 a seguir fornece algumas das propriedades físicas importantes da amônia (ORDONEZ, 2013).

Quadro 1 - Propriedades físicas da Amônia

Propriedades gerais	Formula molecular	NH ₃
	Massa molecular	17,0306 g/mol
	Aparência	Gás incolor com forte odor
	Densidade e fase	0,6942 g/l, como gás.
	Solubilidade em água	89,9 g/100 ml at 0 °C.
	Ponto de fusão	-77,73 °C (195,42 K)
	Ponto de ebulição	-33,34 °C (239,81 K)
	Acidez (pKa)	9,25
	Basicidade (pKb)	4,75
Estrutura	Grupo pontual	C _{3v}
	Momento dipolo	1,42 D
	Ângulo de ligação	107,8°

Fonte: ORDONEZ, 2013

2.3 Reações Perigosas

A amônia é considerada um composto relativamente estável, mas isso não significa que a amônia não participe de nenhuma reação perigosa ou potencialmente perigosa com outros materiais. A National Fire Protection Association (NFPA) publicou o Guia de Proteção contra Materiais Perigosos (2001), que relaciona várias reações que podem ser perigosas (IIAR, 2020), conforme Quadro 2:

Quadro 2 - Substâncias que podem reagir perigosamente com a Amônia

Acetaldehyde	Magnesium Perchlorate
Acrolein	Mercury
Boron	Nitric Acid
Boron Trioxide	Nitrogen Tetroxide
Bromine	Nitrogen Trifluoride
Caloric Acid	Nitryl Chloride
Chlorine	Oxygen Difluoride
Chlorine Monoxide	Phosphorous Pentoxide
Chlorine Trifluoride	Phosphorous Trioxide
Chlorites	Picric Acid
Chlorosilane	Potassium
Chromic Anhydride	Potassium Chlorate
Chromyl Chloride	Potassium Ferricyanide
Ethylene Dichloride	Potassium Mercuricyanide
Ethylene Oxide	Potassium Tricyanomercurate
Fluorine	Silver
Gold	Silver Chloride
Hexachloromelamine	Sodium
Hydrazide	Stilbene
Hydrogen Bromide	Sulfur
Hypochlorous Acid	Tellurium
Iodine	Trichloromelamine

Fonte: IIAR, (2020)

2.4 Inflamabilidade

Embora a amônia seja designada como um gás não inflamável para fins de transporte pelas Nações Unidas e pelo Departamento de Transporte dos Estados Unidos, ela é inflamável no ar em determinadas faixas de concentrações. Como essas concentrações são bastante altas, seria extremamente difícil alcançar essas condições em uma situação de transporte ao ar livre. O fato de que o gás amônia é mais leve que o ar e se difunde rapidamente no ar, torna difícil criar uma situação inflamável em ambientes externos (IIAR, 2020).

Em espaços confinados, recipientes ou em condições de processos controlados, é possível inflamar a amônia na forma gasosa. Fontes diferentes listam limites de inflamabilidade diferentes para amônia. A explicação provável para a discrepância entre esses limites publicados de inflamabilidade é que os procedimentos de testes mudaram e/ou se tornaram mais avançados tecnologicamente (IIAR, 2020).

2.5 Evaporação da amônia líquida no ar

Derramamentos inadvertidos de amônia líquida podem resultar na exposição à atmosfera de poças de amônia líquida pura ou amônia aquosa. A taxa de evaporação de amônia para o ar pode ser de interesse para o planejamento de respostas a emergências e/ou modelagem necessária para atividades de gerenciamento de riscos (BRASIL, 2005).

Quando uma quantidade de amônia líquida é liberada em um recipiente aberto ou em uma piscina no solo, seu comportamento será uma função de sua temperatura antes da liberação, a rapidez com que o líquido pode absorver calor de seu entorno, a quantidade de superfície livre para evaporação, extensão do movimento do ar sobre a superfície, etc. (MTE, 2004)

Quanto mais quente o líquido antes de ser liberado, maior será a quantidade que se transformará em vapor imediatamente após a liberação. Se não houvesse ar, o líquido esfriaria muito rapidamente para se aproximar de -33°C , que é a temperatura de saturação à pressão atmosférica. No entanto, como o ar está presente, a pressão parcial da amônia é significativamente menor do que a pressão atmosférica. Com o resultado, o líquido resfriará a uma temperatura bem abaixo de -33°C . A temperatura final será uma função da transferência de calor das paredes do recipiente ou do solo, do efeito de aquecimento sensível do ar mais quente e do efeito de resfriamento resultante da evaporação da amônia na interface com o ar (IIAR, 2020).

2.6 Classificações de segurança com amônia

A EPA classificou a amônia anidra como uma substância extremamente perigosa. A justificativa para essa classificação não era porque a amônia tinha altos níveis de toxicidade. A razão para a classificação de extremamente perigosa foi porque a amônia é amplamente utilizada e, com isso muitas lesões resultantes da superexposição à amônia. A amônia tem classificação

de toxicidade bem abaixo do limite usado para classificar outros produtos químicos. Em resumo, a amônia foi tratada como um caso especial e colocada na lista de substâncias extremamente perigosas principalmente por causa do grande número de pessoas expostas a ela (IIAR, 2020).

2.7 Normas brasileiras

No Brasil os noticiários informam com frequência os casos de vazamentos de amônia, mas nunca é noticiado o acompanhamento clínico sobre os efeitos causados às pessoas que foram expostas nestes vazamentos, sendo importante um acompanhamento do MPT - Ministério Público do Trabalho para divulgação dos dados à população em geral.

As empresas devem adotar medidas de prevenção coletivas e individuais quando da utilização de produtos químicos, onde estas medidas de prevenções coletivas a serem adotadas quando da utilização de amônia, é exigido no mínimo a manutenção das concentrações ambientais aos níveis mais baixos possíveis, mas sempre abaixo do nível de ação, por meio de ventilação adequada, com a insuflação de ar para o arrefecimento de equipamentos, manutenção da temperatura conforme exigido nos parâmetros de operação normal, diluição dos bolsões evitando a formação de nuvens de amônia, e exaustão com a descarga segura na vertical o mais alto evitando o retorno do ar nas operações de emergência (BRASIL,2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para fundamentação da pesquisa foi feita a pesquisa bibliográfica de acordo com o levantamento de referencial teórico publicados em periódicos, revistas e demais trabalhos científicos nos últimos anos. A revisão de literatura considerou como base bibliográfica as leituras realizadas e interpretadas de artigos e livros objetivando gerar e revisar o conhecimento relativo à amônia.

Os dados coletados para este estudo foram realizados em 7 empresas que utilizam amônia, e nos setores de sala de máquinas, ambientes refrigerados e pisos técnicos, conforme perfil apresentado neste trabalho:

- Empresa 1: Multinacional Brasileira, localizada as margens de uma rodovia com alto fluxo de veículos, na zona urbana de uma cidade no interior do estado de São Paulo com população de 70.280 habitantes, 2.300 funcionários e 30.000Kg de Amônia armazenado.
- Empresa 2: Multinacional Brasileira, localizada as margens de uma rodovia com alto fluxo de veículos, na zona industrial de uma cidade no interior do estado do Mato Grosso com população de 67.620 habitantes, 4.500 funcionários e 48.000Kg de Amônia armazenado.
- Empresa 3: Multinacional Brasileira, localizada as margens de uma rodovia com alto fluxo de veículos, na zona rural de uma cidade no interior do estado do Paraná com população de 47.909 habitantes, 1.200 funcionários e 30.000Kg de Amônia armazenado.

- Empresa 4: Multinacional Brasileira, localizada no centro de uma cidade no interior do estado de Santa Catarina com população de 166.040 habitantes, 2.800 funcionários e 32.000Kg de Amônia armazenado.
- Empresa 5: Multinacional Brasileira, localizada na zona rural e turística de uma cidade no interior do estado de Goiás com população de 20.460 habitantes, 800 funcionários e 25.000Kg de Amônia armazenado.
- Empresa 6: Brasileira, localizada, na zona rural de uma cidade no interior do estado do Paraná com população de 31.366 habitantes, 5.200 funcionários e 70.000Kg de Amônia armazenado.
- Empresa 7: Brasileira, localizada, na zona industrial de uma cidade no interior do estado do MS com população de 22.621 habitantes, 1.200 funcionários e 10.000Kg de Amônia armazenado.

Com objetivo de obter um resultado mais próximo dentro dos mais variados cenários existentes dos ambientes beneficiados com este estudo, foi utilizado o software ALOHA CAMEO que é um programa de modelagem de risco amplamente utilizado para planejar e responder às emergências químicas, permitindo que você insira detalhes sobre uma liberação química real ou potencial e, gerar estimativas das zonas de ameaça para vários tipos de perigos. O ALOHA pode modelar nuvens de gases tóxicos e inflamáveis, BLEVES (Explosões de vapor em expansão de líquido fervente), incêndios em jato, piscinas e explosões de nuvem de vapor, onde as estimativas das zonas de ameaça são mostradas em grades, a vermelha representa o pior nível de perigo, e as zonas de ameaça laranja e amarela representam áreas de perigo decrescente.

Para simular os diferentes cenários e as variações climáticas no software ALOHA CAMEO, foi utilizado o site Windfinder de previsão e monitoramento em tempo real do clima, para obtenção dos dados de temperatura, velocidade e direção dos ventos, o site Weather Spark que fornece o histórico e comparativo meteorológico de diversas regiões do mundo, e o Google Earth para as referências geográficas.

Durante as visitas nas salas de máquinas e nas áreas refrigerados, foi feito o reconhecimento visual destes locais e das áreas próximas, das condições do maquinário, do layout, a utilização de detectores de amônia, instrumentos para identificar as condições climáticas dentro de cada local identificando a velocidade do ar, Bulbo Seco e Úmido, Umidade Relativa, Ponto de Orvalho, a captação de imagens externas com Drone para análise dos cenários, e o levantamento termografico, o que possibilitou localizar pequenos vazamentos nos sistemas de refrigeração que não foram registrados pelos detectores de amônia fixo e portátil podendo ocasionar vazamentos de grande proporções.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os levantamentos técnicos foi comum identificar ambientes que estão com vazamentos de amônia em partes do sistema de refrigeração, sem ventilação e com temperaturas elevadas, aumentando potencialmente os riscos de vazamentos de grandes proporções, deixando em perigo os operadores, funcionários da empresa, a comunidade local, pessoas que passam nas rodovias próximas, o meio ambiente próximo, sendo de importância fazer uma análise dos riscos envolvidos diretamente com a captação do ar, e com a descarga da exaustão, evitando aumentar os impactos destes vazamentos.

As plantas industriais que utilizam amônia atualmente estão em todas as localidades, dentro de cidades pequenas, as margens de rodovias com alto fluxo de veículos, próximo a rios, áreas de proteção ambiental, comunidades isoladas, grandes cidades etc. Sendo fundamental para a proteção de todas estas exposições, analisar em particular cada cenário, cada setor, cada aplicação, pois não é apenas colocar equipamentos de ventilação acreditando que estão sendo executadas medidas protetivas, é necessário fazer um levantamento individual minucioso com um profissional que possua conhecimento para o fazer, evitando prejuízos para as empresas e aos impactados das proximidades.

Com a aplicação modelo para este estudo utilizando as ferramentas e programas citados, temos uma dimensão maior de como os vazamentos são influenciados diretamente pela direção e velocidade dos ventos, e de como que apenas colocar ventiladores na parede sem estudo prévio dos riscos, podem potencializar os impactos.

Quando ocorrem vazamentos de amônia nas empresas, dependendo das proporções, são adotadas medidas de segurança, onde uma delas é a evacuação para os pontos de encontro, ação baseada na direção dos ventos, utilizando como referência o equipamento Biruta de Ventos que instalado em locais para que as equipes de brigada possam referenciar para onde podem conduzir o grupo buscando um ponto seguro durante a evacuação. Em alguns casos, dependendo da propagação do composto químico, o atendimento por intoxicação desse agente nocivo à saúde humana é realizado fora da empresa longe da zona de perigo.

Segundo o anexo 11 da NR-15 de atividades e operações insalubres, o limite de tolerância de exposição à amônia é de 20 ppm ou 14 mg/m³, para uma jornada de até 48h/semanais. Já para a American Conference of Governmental Industrial Hygienists Average (ACGIH) o limite de tolerância é de 25 ppm ou 17mg/m³.

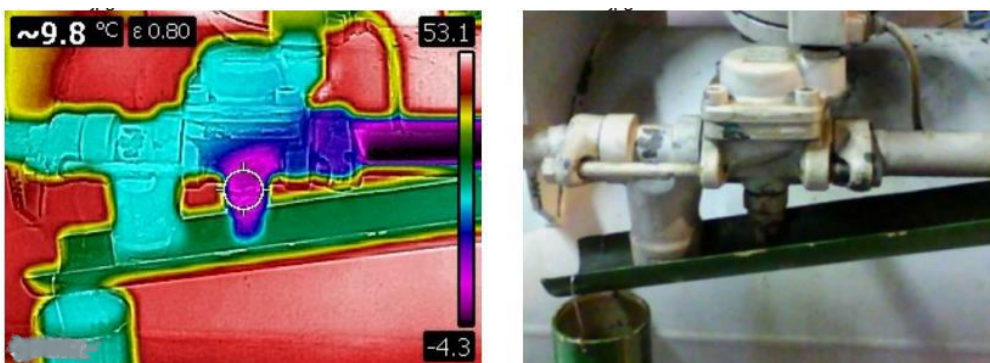
Levantamentos realizados durante o trabalho de campo no final de 2019 mostram que é comum salas de máquinas estarem com temperaturas elevadas e com vazamentos de amônia acima dos limites permitidos, como apresentado nas figuras abaixo através de medições realizadas com detectores de amônia, câmara termográfica e psicrometro termo-higrometro:

Figura 1 - Levantamento em Salas de Máquinas com Detectores de Amônia



Fonte: Arquivo Pessoal, 2019

Figura 2 - Levantamento Termográfico com a identificação de vazamento



Fonte: Arquivo Pessoal, 2020

Figura 3 - Levantamento em Salas de máquinas com Psicrômetro Termo-Higrometro

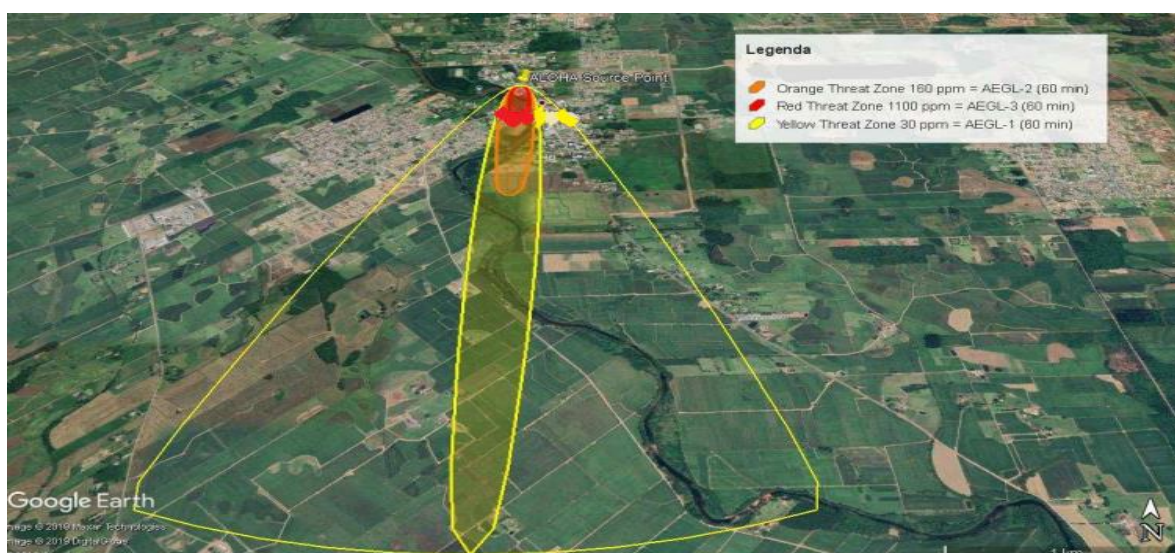


Fonte: Arquivo Pessoal, 2019

Os dados coletados durante a pesquisa são de extrema importância para serem também utilizados no software ALOHA CAMEO, para simular os possíveis cenários e impactos com os possíveis tipos e proporções dos vazamentos de

amônia, ao qual, apresentamos de forma aleatória apenas para exemplificar um destes cenários de uma determinada região do país. No software ALOHA CAMEO é possível simular todas as localidades e tipos de vazamentos, inserindo a direção dos ventos, sendo esta ferramenta oferecida de forma gratuita através do site EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.

Figura 4 - Modelo de Cenário com software ALOHA CAMEO



Fonte: Simulação ALOHA CAMEO, 2020

Quando é analisado todo o cenário, é possível minimizar os impactos com os vazamentos de amônia na população industrial, comunidade e meio ambiente, evitando problemas graves que tiram a vida e intoxicam muitas pessoas. Os riscos potencializam em regiões onde as comunidades cresceram em volta das empresas, e que em muitos casos a distância dos reservatórios de amônia, tubulações e outras partes que podem vaziar, estão apenas a poucos metros das casas habitadas.

5. CONCLUSÕES

Conforme explicito nas normas citadas, os sistemas de ventilação têm um papel fundamental para minimizar os impactos dos vazamentos de amônia de todos os ambientes que podem ocorrer vazamentos, desde que seja seguido para a implantação uma análise como a sugerida neste estudo, sendo elaborado uma AR - Análise de Riscos sobre os impactos da descarga da exaustão, e que seja registrado no PRE - Plano de Respostas à Emergências estes impactos, pois os sistemas de ventilação irão apenas atender as exigências das normas para a exaustão da amônia de dentro dos ambientes na forma gasosa, exaurindo para as áreas externas na atmosfera.

Como as normas vigentes exigem a instalação de detectores de amônia em todos os setores, é fundamental a automação gerencial, interligando os sistemas de ventilação, com os sistemas de alarmes visuais, sonoros, contemplando uma programação conforme a necessidade da operação,

seja ela normal ou emergencial, considerando a proporção do vazamento, e é fundamental utilizar a tecnologia existente para a neutralização da amônia, eliminando todos os impactos com qualquer vazamento.

Após a aplicação dos métodos apresentados neste trabalho, foi atingido o objetivo do estudo, ficando evidente que é possível com um profissional preparado planejar, executar e readequar de forma econômica, as demandas relacionadas a segurança em sistema de ventilação para ambientes com amônia, contribuindo para a redução dos impactos aumentando a segurança para a população industrial, comunidade, e meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos diversos parceiros profissionais, amigos e clientes que me receberam em suas plantas industriais, dispostos sempre a colaborar com as suas experiências vividas dentro de plantas frigoríficas nas diversas regiões do país, proporcionando-me acesso as informações e aos problemas reais vividos por todos eles no dia a dia.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS. **ALOHA Software**. In: AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS (org.). Aloha Software. 5.4.7. Estados Unidos, 2016. Disponível em: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>. Acesso em: 12 out. 2020.

Ammonia Data Book: The Profile of a Sustainable Refrigerant. 2. ed. rev. : International Institute Of Ammonia Refrigeration, 2020. E-book.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 31000: Gestão de riscos – Diretrizes**. Rio de Janeiro, p. 17. 2018.

_____. **NBR 16069: Segurança em sistemas frigoríficos**. Rio de Janeiro, p. 17. 2018.

British Columbia, **Bureau of Mines: Annual Reports of Minister of Mines**. Victoria, B.C.. Buffalo Society of Natural Science: Bulletin, vol. 15, nos. 1, 2.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2018.

Disponível em:

https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_normas_regulamentadoras/NR-36.pdf. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 09 - PROGRAMA DE REVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019. Disponível em: < https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09-atualizada-2019.pdf. Acesso em: 17 out. 2020.

DUTRA LEÃO, Rosemary et al. **Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Norma Regulamentadora nº 36: Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de**

Abate e Processamento de Carnes e Derivados. Brasília: Ministério do Trabalho, 2017. 254 p. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/manuais/manualNR36.pdf>. Acesso em: 26 out. 2020.

FELIX, Erika Pereira; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Amônia (NH₃) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise.** Quím. Nova, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 123-130, Feb. 2004. AVAILABLE FROM <[HTTP://WWW.SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0100-40422004000100022&LNG=EN&NRM=ISO](http://WWW.SCIELO.BR/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0100-40422004000100022&LNG=EN&NRM=ISO)>. ACCESS ON 22 NOV. 2020. [HTTPS://DOI.ORG/10.1590/S0100-40422004000100022](https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000100022)

KHAN, S., J.L. SPUDICH, J.A. MCCRAY, D.R. Trentham 1995. **Integração de sinal quimotático em bactérias.** Proc.Natl.Acad.Sci.USA 92:9757-9761

LIMA, L.S. de F. **Amônia.** PUC-Rio, 2004. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strsecao=resultado&nrseq=5127@1>. Acesso em: 20 nov 2020.

Nota Técnica nº 03/DSST/SIT. Refrigeração industrial por amônia: riscos, segurança e auditoria fiscal. Brasília, 18 de março de 2004. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/quimico/Refrigeracao%20Industria%20por%20Amonia.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2020.

ORDONEZ, N.B. **Tratamento de efluentes contendo amônia.** PUC Rio, 2013.

PROKOP'EVA AS, YUSHKOV GG, UBASHEEV IO. 1973. **[Materials for a toxicological characteristic of the one-time effect of ammonia on the organisms of animals after brief exposures.]** Gig Tr Prof Zabol6:56- 57. (Russian)

SOBONYA R. 1977. **Fatal anhydrous ammonia inhalation.** Hum Pathol8:293-299.

SLOT GMJ. 1938. **Electrocardiograms in 80 cases of angina of effort.** Lancet 2:1356-1357.

SAFE Gás Solution. Disponível em: <https://www.controldeamoniam.com.br/>. Acesso em: 31 out 2020