

**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE –
FANESE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

JOANA DE ÂNGELIS CRUZ NUNES

**ANÁLISE DE RISCOS QUÍMICOS DE UM ESPAÇO
CONFINADO EM UMA FÁBRICA DE FERTILIZANTES**

**Aracaju - SE
2016.2**

JOANA DE ÂNGELIS CRUZ NUNES

**ANÁLISE DE RISCOS QUÍMICOS DE UM ESPAÇO
CONFINADO EM UMA FÁBRICA DE FERTILIZANTES**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da FANESE, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho.

Orientador/avaliador (a): Prof. André Felipe Barreto Lima

Coordenador do Curso: Prof.(a) Felora Daliri Sherafat

**Aracaju - SE
2016.2**

JOANA DE ÂNGELIS CRUZ NUNES

**ANÁLISE DE RISCOS QUÍMICOS DE UM ESPAÇO CONFINADO EM
UMA FÁBRICA DE FERTILIZANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Núcleo de Pós-Graduação e Extensão - NPGE, da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho

Prof. André Felipe Barreto Lima
Avaliador

Profa. Felora Daliri Sherafat
Coordenador de Curso

Joana de Ângelis Cruz Nunes

Aprovado (a) com média: 8,5.

Aracaju (SE), 23 de fevereiro de 2017.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção de amônia	11
Figura 2 – Locais de coleta de amostras.....	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limites de tolerância químicos.....	17
Quadro 2 - Instrumentos de leitura direta.....	21
Quadro 3 - Resultado das avaliações de oxigênio:.....	25
Quadro 4 - Resultado das Avaliações de Amônia:.....	25

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	9
2.1 Sobre o Reator de Amônia.....	11
2.2 Segurança nos Trabalhos em Espaços Confinados.....	12
2.2.1 Espaços confinados.....	12
2.2.2 Segurança no trabalho em espaços confinados.....	13
2.2.3 Atmosferas em espaços confinados.....	14
2.2.4 Exposição a agentes químicos.....	16
2.2.5 Proteção coletiva e individual.....	18
2.2.6 Programa de proteção respiratória.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Procedimentos Metodológicos.....	20
4. RESULTADOS & DISCUSSÃO.....	22
4.1 Riscos Ambientais no Espaço Confinado.....	22
4.2 Monitoramento da Atmosfera do Espaço Confinado.....	22
4.2.1 Agentes químicos – oxigênio e amônia.....	24
4.2.2 Controle de acesso ao espaço confinado.....	25
4.2.3 Equipamentos de proteção individual para acesso ao espaço confinado.....	26
5. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	28
ABSTRACT.....	31

RESUMO

Este artigo teve como objetivo geral identificar os agentes químicos, aplicar as medidas e ações de controle para entrada segura de um espaço confinado em uma fábrica de fertilizantes. Como objetivos específicos: identificar os riscos químicos do reator de amônia; identificar as medidas e ações utilizadas para entrada segura no reator de amônia (espaço confinado). Este artigo é um estudo de caso onde utilizou-se de fontes bibliográficas e visitas de campo para acompanhamento das atividades (qualitativa) e coleta de amostras dos agentes químicos (quantitativos). Como resultado, ficou constatada a extrapolação do limite de tolerância dos agentes químicos não sendo possível assim a realização das atividades no espaço confinado sem a adoção de medidas de controle adequadas.

Palavras-chave: Análise de Riscos. Espaços Confinados. Segurança do Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade de manutenção no interior de equipamentos de operação e processos, visando garantir o seu funcionamento adequado, empregadores e empregados devem, cada vez mais, estar preocupados com a segurança do trabalhador exposto ao risco do espaço confinado. De acordo com a NR-33 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados, o espaço confinado define-se como:

“qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.”

(BRASIL, 2012, p.1).

Pela própria definição, o espaço confinado é um ambiente que deve ter um tratamento especial dada a sua dificuldade de acesso, ventilação e fornecimento adequado de oxigênio. Conforme Kulcsar et al (2009), os espaços confinados são encontrados em diversos tipos de indústrias tais como a de papel e celulose, a alimentícia, a da borracha do couro e têxtil, a naval e a de operações marítimas e as químicas e petroquímicas. Nunes (2011) cita alguns exemplos de espaços confinados como cisternas e poços, silos, túneis, esgotos, tanques, moegas, dutos, reatores e galerias.

Os principais serviços executados no espaço confinado são inspeção, limpeza, reparos, que devem garantir o funcionamento adequado do equipamento sem oferecer uma condição de risco à segurança e à saúde do trabalhador. Segundo Kulcsar et al. (2009), os serviços de manutenção, reparos, limpeza, ou inspeção de equipamentos ou reservatórios, obras de construção civil, operações de salvamento e resgate são os tipos de trabalhos desenvolvidos em espaço confinados.

Esses trabalhos podem ser realizados na indústria em um período específica denominada Parada de Manutenção, que segundo Verri (2008, p.1):

“é um evento importante em plantas de processamento contínuo, que operem vinte e quatro horas por dia, sete dias por semana, já que após um período determinado de operação a planta será submetida à manutenção que colocará os equipamentos e sistemas aptos para trabalhar mais uma

campanha.”

(VERRI, 2008, p.1).

A escolha do estudo da análise do risco químico em um espaço confinado é de garantir a saúde e da vida dos trabalhadores envolvidos em atividades nestes locais. O espaço confinado possui características que o definem como um ambiente com deficiência ou enriquecimento de oxigênio, meios limitados de acesso e não foram projetado para a permanência humana contínua, itens que já remetem a uma atenção especial. Assim sendo, a correta aplicação metodológica e o cumprimento das legislações de Segurança e Saúde do Trabalho, identificação e da análise dos riscos do ambiente e suas medidas de controle são essenciais para o desenvolvimento da atividade com segurança em todas as empresas, sejam elas químicas, petroquímicas ou outras que possuam empregados que desenvolvam atividades no interior de equipamentos de operação e processos. Visando à segurança do trabalhador exposto ao risco químico no espaço confinado, através deste estudo pode-se acompanhar a metodologia utilizada, que poderá ser reproduzida e aplicada por engenheiros e técnicos de Segurança do Trabalho, já que as etapas para garantir o acesso seguro ao espaço confinado são esclarecedoras e cumprem as legislações relativas aos Serviços em Espaços Confinados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a Fundacentro (2007), antes da aplicação da NR-33, o meio agrícola utilizava-se de uma prática curiosa e não regulamentada para garantir a entrada segura de trabalhadores no interior dos equipamentos.

“Antes de entrar em um silo, uma moega, ou qualquer tanque de armazenamento de grãos, alguns trabalhadores brasileiros garantem a própria segurança através de uma ação preventiva inusitada: empurram uma galinha viva, amarrada em cordas, ao interior do local – e a retiram após 15 minutos aproximadamente. A sobrevivência do animal usado como cobaia significa ausência de riscos na atmosfera do ambiente. A cena descrita acima não foi pinçada da imaginação de nenhum romancista criativo. É o relato fiel de um procedimento comum em empreendimentos agrícolas no Rio Grande do Sul – com grandes possibilidades de extensão a outros Estados brasileiros. Os equipamentos

usados para estocagem agrícola são cenários de muitos acidentes ocorridos nos locais classificados como Espaços Confinados – armazenados em processo natural, os grãos liberam gás CO₂ (dióxido de carbono) ou CH₄ (Metano), substâncias letais para o ser humano se respiradas em grandes quantidades. Embora não haja estatísticas precisas no Brasil – o Ministério do Trabalho não registra uma classificação de acidentes em Espaços Confinados –, o trabalhador gaúcho tem argumentos para justificar o “homicídio” em série de galinhas. “

(FUNDACENTRO, 2007).

De acordo com a Fundacentro (2007), os especialistas em segurança do trabalho, afirmam que em número de óbitos, os acidentes em espaços confinados só são superados pelos acidentes com queda em altura na construção civil, excluindo as faltas de notificação aos órgãos, o que poderia aumentar o índice.

Ainda conforme a Fundacentro (2007) as estatísticas oficiais confirmam que 90% dos casos de acidentes registram mortes. Os acidentes ou as mortes ocorridas nos espaços confinados são registrados em outras categorias como incêndios, explosões ou produtos perigosos já que não existe uma classificação específica.

Sobre a importância da NR-33, a Fundacentro (2007) comenta:

“Com o principal objetivo de eliminar o risco de acidentes fatais, disseminar informação e exigir procedimentos de segurança, a NR-33 pretende estabelecer os requisitos mínimos para identificação de Espaços Confinados e o reconhecimento, avaliação, monitoramento e controle dos riscos existentes.”

(FUNDACENTRO, 2007).

Os principais riscos encontrados em trabalhos em espaço confinado de acordo com Kulcsar et al. (2009, p.10) são a falta ou excesso de oxigênio, incêndio ou explosão pela presença de vapores e gases inflamáveis, intoxicação por substâncias químicas, infecções por agentes biológicos, afogamentos, soterramentos, quedas, choques elétricos que podem levar o trabalhador à morte ou a doenças. De acordo com a NR-09, os riscos ambientais são os agentes químicos, físicos e biológicos, e que, em função de sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 2014).

“O trabalho em espaços confinados deve ser planejado com objetivo de realizar as atividades de forma segura, para isso cada procedimento deve ser delineado para que não ocorram falhas.”

(CAMPOS, 2007, p. 293).

Assim, segundo a Norma Regulamentadora 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados (BRASIL, 2012) -, a Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados (GSSTEC) deve incluir medidas técnicas, medidas administrativas, medidas pessoais e de capacitação para o trabalho em espaços confinados. Tendo em vista as situações apresentadas para garantia de um trabalho seguro em espaço confinado, delineamos o estudo de caso com base nos objetivos a seguir.

2.1 Sobre o Reator de Amônia

Conforme Petrobras (2012), a síntese de Amônia requer hidrogênio, nitrogênio e um reator para converter estes em Amônia, conforme Figura 1 – Produção de amônia. A fonte de nitrogênio é sempre o ar atmosférico, mas a fonte de hidrogênio utiliza Gás Natural como matéria-prima.

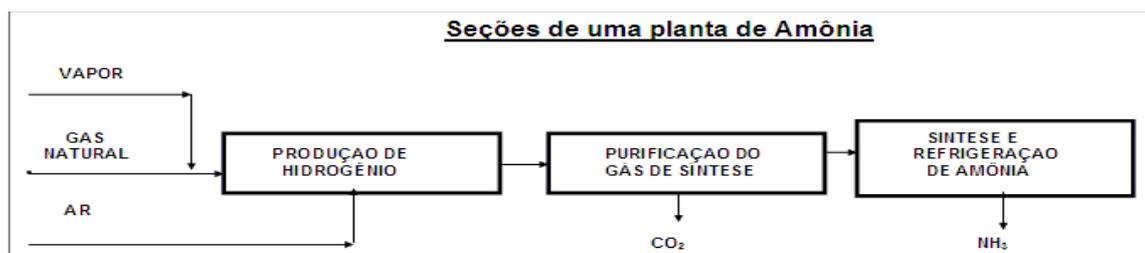


Figura 1 – Produção de amônia.

Fonte: (Petrobrás, 2012).

Segundo Esturilio (2012), a reação dentro do conversor de amônia se procede com catalisador composto por ferro enriquecido com promotores de óxidos de outros metais tais como alumínio, potássio, cálcio ou magnésio. A temperatura ótima de operação para este catalisador está na faixa dos 400° C. A altura do reator de amônia é de aproximadamente 20 metros.

2.2 Segurança nos Trabalhos em Espaços Confinados

2.2.1 Espaços confinados

Conforme NR-33, o espaço confinado caracteriza-se como:

“qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes ou onde possa existir a deficiência ou enriquecimento de oxigênio.”

(BRASIL, 2012, p.1).

Similarmente à NR-33 (BRASIL, 2012), mas prevendo a possibilidade de mudança no ambiente ao explicitar o desenvolvimento de um agente, a Associação de Normas Técnicas (ABNT), define o espaço confinado como:

"Qualquer área não projetada para ocupação contínua, a qual tem meios limitados de entrada e saída e na qual a ventilação existente é insuficiente para remover contaminantes perigosos e/ou deficiência/enriquecimento de oxigênio que possam existir ou se desenvolver.”

(ABNT, 2001, p.3).

Conforme Kulcsar et al. (2009) os espaços confinados são encontrados em diversos tipos de indústrias tais como a de papel e celulose, a alimentícia, a da borracha, a do couro e têxtil, a naval e a de operações marítimas e as químicas e petroquímicas.

São exemplos de espaços confinados presentes no ambiente industrial citados por Brevigliero et al. (2010), tais como: os reatores, tanques, vasos e outros equipamentos industriais, com acesso limitado, onde poderá haver contaminação por gases, vapores ou produtos asfixiantes, como consequência do uso ou condição do ambiente.

2.2.2 Segurança no trabalho em espaços confinados

“O trabalho em espaços confinados deve ser planejado com objetivo de

realizar as atividades de forma segura, para isso cada procedimento deve ser delineado para que não ocorram falhas.”

(CAMPOS, 2007, p. 293).

O ambiente de trabalho, conforme Barsano é:

“[...] todo espaço, físico ou abstrato, que, ao interagir com o trabalhador, influencia-o de maneira positiva ou negativamente alterando seu estado físico, psíquico e social.”

(BARSANO, 2006, p.49).

Ainda, segundo Barsano (2006), no ambiente de trabalho é necessário encontrarmos as condições de proporcionar o máximo de proteção e satisfação, resultando num aumento significativo da produtividade, na melhoria da qualidade e dos serviços, redução do índice de absenteísmo (atrasos e faltas no trabalho) e diminuição das doenças e acidentes do trabalho. Segundo Kulcsar et al. (2009), os serviços de manutenção, reparos, limpeza, inspeção de equipamentos ou reservatórios, obras de construção civil, operações de salvamento e resgate são alguns dos tipos de trabalhos desenvolvidos em espaço confinados.

Para desenvolvimento das atividades em espaço confinado, de acordo com a NR-33, o procedimento para trabalho deve contemplar, no mínimo: objetivo, campo de aplicação, base técnica, responsabilidades, competências, preparação, emissão, uso e cancelamento da Permissão de Entrada e Trabalho, capacitação para os trabalhadores, análise de risco e medidas de controle (BRASIL, 2012). Todo trabalhador designado para trabalhos em espaços confinados deve ser submetido a exames médicos específicos para a função que irá desempenhar, conforme estabelecem as NRs 07 e 31, incluindo os fatores de riscos psicossociais com a emissão do respectivo Atestado de Saúde Ocupacional - ASO. (BRASIL, 2012).

“É vedada a realização de qualquer trabalho em espaços confinados de forma individual ou isolada.”

(BRASIL, 2012, p.5).

Nenhum trabalho em espaço confinado deve ser autorizado sem a emissão de

documento formal.

“A Permissão de Entrada e Trabalho (PET) é o documento escrito contendo o conjunto de medidas de controle visando à entrada e ao desenvolvimento de trabalho seguro, além de medidas de emergência e resgate em espaços confinados. “

(BRASIL, 2012, p.9).

Ainda segundo à NR-33, cabe ao empregador, indicar formalmente um responsável técnico para o cumprimento do estabelecido na referida norma, devendo esses profissionais estar habilitados para identificar os espaços confinados existentes na empresa e elaborar as medidas técnicas de prevenção, administrativas, pessoais e de emergência e resgate (BRASIL, 2012).

2.2.3 Atmosferas dos espaços confinados

Os trabalhos em espaços confinados devem ter a sua atmosfera monitorada continuamente nas áreas onde os trabalhadores autorizados estiverem desempenhando as suas tarefas, para verificar se as condições de acesso e permanência são seguras. (BRASIL, 2012)

Deve-se proceder ao monitoramento da atmosfera, utilizando-se de instrumentos de leitura direta, intrinsecamente seguro, ou seja, apropriado para trabalhos em áreas potencialmente explosivas, ser calibrado e testado antes do uso por trabalhador autorizado e treinado (ABNT, 2001).

As avaliações atmosféricas iniciais devem ser realizadas fora do espaço confinado (BRASIL, 2012). Os principais riscos encontrados em trabalhos em espaço confinado são :

“[...] a falta ou excesso de oxigênio, incêndio ou explosão pela presença de vapores e gases inflamáveis, intoxicação por substâncias químicas, infecções por agentes biológicos, afogamentos, soterramentos, quedas, choques elétricos que podem levar o trabalhador à morte ou a doenças.”

(KULCSAR et al., 2009, p.10).

Conforme a NR-09 (BRASIL, 2014), que trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais-PPRA, os agentes químicos, são definidos como substâncias,

compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pelas vias aéreas, podendo ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão tais como: poeiras, fumos, névoas e neblinas.

Conforme a NR-15 (BRASIL, 1978), o objetivo das análises dos agentes nos postos de trabalho é a verificação do atendimento ou não dos valores dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação específica.

Considera-se uma atmosfera de risco em espaço confinado:

“É uma condição em que a atmosfera, em um espaço confinado, possa oferecer riscos ao local e expor os trabalhadores ao perigo de morte, incapacitação, restrição da habilidade para auto-resgate, lesão ou doença aguda causada por uma ou mais das seguintes causas:

- a) gás/vapor ou névoa inflamável em concentrações superiores a 10% do seu limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosive limit* - LEL);
- b) poeira combustível viável em uma concentração que se encontre ou exceda o limite inferior de explosividade (LIE) (*lower explosive limit* - LEL);
- c) concentração de oxigênio atmosférico abaixo de 19,5% ou acima de 23% em volume;
- d) concentração atmosférica de qualquer substância cujo limite de tolerância seja publicado na NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego ou em recomendação mais restritiva (ACGIH), e que possa resultar na exposição do trabalhador acima desse limite de tolerância;
- e) qualquer outra condição atmosférica imediatamente perigosa à vida ou à saúde - IPVS.

NOTA - IPVS - também é conhecido como IDLH - *Immediately dangerous to health and life.*”

(ABNT, 2001, p.2).

Sendo assim, segundo a NR-33 (BRASIL, 2012), deve-se antecipar e reconhecer os riscos nos espaços confinados além de proceder à avaliação e controle dos riscos.

2.2.4 Exposição a agentes químicos

Os agentes químicos conforme suas dimensões físico-químicas classificam-se em:

“gases, vapores e aerodispersóides (estes últimos são subdivididos ainda em poeiras, fumos, névoas, neblinas, fibras) pode-se entender os agentes

químicos como todas as substâncias puras, compostos ou produtos (misturas) que podem entrar em contato com o organismo por uma multiplicidade de vias, expondo o trabalhador. Cada caso tem sua toxicologia específica, sendo também possível agrupá-los em famílias químicas, quando de importância toxicológica (hidrocarbonetos aromáticos, por exemplo).”

(SESI, 2007, p.194).

De acordo com SESI (2007) denominam-se gases as substâncias que a 25 graus centígrados e pressão barométrica de 760 mmHg encontram-se no estado gasoso. E vapor aquelas substâncias que normalmente são líquidas ou sólidas a 25 graus centígrados e 760mmHg e passa ao estado gasoso por mudanças de temperatura ou pressão, ou ambos ao mesmo tempo. Os gases e vapores segundo sua ação no organismo humano dividem-se em três grupos: irritantes, anestésicos e asfixiantes (SESI, 2007). Quanto aos gases e vapores irritantes classificados nesse grupo, eles se diferem em suas propriedades físico-químicas, porém todos produzem inflamação nos tecidos com os quais entram em contato direto, tais como a pele, a conjuntiva ocular e as vias respiratórias (SESI, 2007).

De acordo com a NR-15 (BRASIL, 1978) - Atividades e Operações Insalubres, em seu anexo 11, define-se a insalubridade dos agentes químicos caracterizando o seu limite de tolerância e inspeção no local de trabalho, quando a exposição a esses agentes ultrapassar os limites constantes do Quadro 1, definido nesta norma (adaptado, Quadro 1 – limites de tolerância químicos, abaixo). O limite de tolerância para a finalidade que define a norma é a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

Quadro 1 - Limites de tolerância químicos.

Agentes químicos	Valor teto	Absorção pela pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado em caso de sua caracterização
			Ppm	Mg/m3	
Amônia			20	14	Médio
Etano			Asfixiante	Simples	-
Metano			Asfixiante	Simples	-

Fonte: BRASIL (1978), adaptado.

De acordo com a NR-33 (BRASIL, 2012), IPVS é uma atmosfera Imediatamente Perigosa à Vida ou à Saúde, acarreta o risco imediato à vida ou produza imediato efeito debilitante à saúde. Para que o espaço confinado seja considerado IPVS, ele deve possuir as seguintes características:

“conter uma concentração mínima de oxigênio menor que 20,9% em volume, a menos que a causa da redução seja conhecida ou controlada; menor que 12,5% ao nível do mar; ou a pressão atmosférica do local é menor que 450mmHg ou qualquer combinação de redução de porcentagem de oxigênio ou redução na pressão parcial de oxigênio menor que 95 mmHg .“

(TORLONI, 2002, p.30)

Assim, Kulcsar e Garcia, (2013) reforçam a necessidade de descontaminação do espaço confinado de forma essencial para a liberação dos trabalhos no seu interior. De acordo com Saliba (2013), a avaliação de gases e vapores pode ser realizada por diversos métodos, considerando o objetivo da avaliação, como caracterização da insalubridade, verificação de medidas de controle entre outros.

2.2.5 Proteção coletiva e individual

De acordo com Kulcsar e Garcia (2013), o objetivo da NR-33 (BRASIL, 2012) é garantir a segurança dos trabalhadores em espaços confinados através da implantação de medidas de proteção, que devem ser estabelecidas a partir da identificação e reconhecimento dos riscos existentes no espaço confinado e das atividades a serem realizadas, antes da entrada de trabalhadores no espaço confinado.

Ainda, conforme Kulcsar e Garcia (2013), os trabalhadores envolvidos com os serviços em espaço confinados devem apoiar a gestão de segurança e saúde dos espaços confinados, submetendo-se a exames médicos específicos, capacitando-se e utilizando os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) - oferecidos pelo empregador.

A NR-06 Equipamentos de Proteção individual - EPI (BRASIL, 2001) define o EPI como: “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”.

Os equipamentos de proteção utilizados ou comercializados devem ter o certificado de aprovação – CA, devendo esse ser expedido pelo órgão nacional competente do Ministério do Trabalho e Emprego. De acordo com a NR-06, a empresa é obrigada a fornecer aos empregados EPI com as seguintes condições:

[...] “gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) para atender a situações de emergência. ”

(BRASIL, 2001, p.1)

O uso da máscara facial (panorâmica) com cartucho químico contra gases ácidos, vapores orgânicos e Amônia deve ser usado na área operacional em locais elevados/trabalhos em altura e em atividades onde não ultrapasse o limite de saturação do filtro. (PETROBRAS, 2014b) . Ainda conforme Petrobrás (2014a) para proteção do corpo inteiro os trabalhadores expostos a agentes químicos, devem utilizar vestimenta para

proteção de todo o corpo contra respingos de produtos químicos.

Conforme a NR-33 (BRASIL, 2012, p.1), “é necessário identificar, sinalizar e isolar os espaços confinados para evitar a entrada de pessoas não autorizadas”. A implantação de dispositivos de proteção coletiva deve ser prevista nos espaços confinados.

“Deve ser afixada ao corpo, estrutura, laterais ou paredes externas, próximo à entrada do espaço confinado, uma placa com o número, código e/ou nomenclatura do espaço confinado para permitir a sua rápida identificação, garantindo que a entrada e o trabalho só ocorram no espaço confinado programado.”

(KULCSAR; GARCIA, 2013, p.15)

Todas as entradas do espaço confinado devem ser sinalizadas, evitando o acesso de pessoas não autorizadas.

“todas as entradas do espaço confinado devem ser sinalizadas e isoladas com fitas, cones, cavaletes ou outro tipo de barreira. Essa sinalização e o isolamento evitam quedas e a entrada no espaço confinado sem a emissão da Permissão de Entrada e Trabalho.”

(KULCSAR; GARCIA, 2013, p.15)

Em todo espaço confinado deve existir um controle de entrada e saída para que não ocorra fechamento do espaço confinado com trabalhadores em seu interior (KULCSAR e GARCIA 2013).

2.2.6 Programa de proteção respiratória

De acordo com a NR-33 (BRASIL, 2012), em decorrência do reconhecimento e identificação dos riscos existentes no espaço confinado, é obrigatório implantar um Programa de Proteção Respiratória-PPR, para o controle de doenças ocupacionais provocadas pela inalação de agentes químicos como as poeiras e fumos. Conforme Saliba (2013), sempre que os limites de tolerância dos agentes químicos forem ultrapassados devem ser utilizados respiradores de filtros químicos (gases e vapores) e mecânicos

(fumos, poeiras entre outros).

Sobre os respiradores, o fabricante 3M publicou no site <http://multimedia.3m.com/mws/media/10303560/catalogo.pdf>, a Cartilha de Proteção Respiratória, em sua página 13, o qual orienta que eles podem ser semifaciais, que cobrem a região do nariz e da boca; e a purificação do ar, feita através da colocação de filtros e/ou cartuchos para partículas, gases e/ou vapores. E os respiradores peça facial inteira, que protegem além do sistema respiratório os olhos. Os últimos podem ser utilizados com filtros que removem do ar inalado poeiras, fumos, névoas, gases e/ou vapores (3M, 2015).

Segundo Torloni (2002), o respirador que deve ser utilizado em condições IPVS é a máscara autônoma de demanda de pressão positiva, com peça facial inteira, ou um respirador de linha de ar comprimido de demanda com pressão positiva, com peça facial inteira combinada com cilindro auxiliar de escape.

De acordo com 3M (2015), o ar é fornecido ao trabalhador através de uma traqueia plástica para dentro do respirador, obtido através de compressores ou conjunto de cilindros de ar comprimido, sob alta pressão. Certos tipos de respiradores com suprimento de ar protegem contra deficiência de oxigênio, concentrações muito elevadas de poeiras, fumos, névoas, gases e vapores, onde os respiradores purificadores de ar não podem ser utilizados.

Tendo em vista a necessidade de reprodução e análise da metodologia utilizada, a próxima seção descreve a sua realização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedimentos Metodológicos

O trabalho desenvolveu-se, como unidade de pesquisa, na gerência de operações de uma unidade de negócios produtora de energia, na cidade de Laranjeiras, no Estado de Sergipe. A gerência, objeto do estudo, é responsável pela produção de amônia utilizada como matéria-prima para fertilizantes. O reator de amônia é a amostra do estudo, dada a sua importância para a unidade produtiva, por possuir, em relação aos outros equipamentos, maior tempo disponível em manutenção, garantindo, por consequência, um maior tempo para análise de dados no campo e de acesso ao espaço confinado.

As normas de segurança, saúde e higiene ocupacional, os manuais técnicos do

Ministério do Trabalho e Emprego, da ABNT e de procedimentos internos da empresa referentes aos serviços em espaço confinado foram consultados para dar respaldo técnico às análises do ambiente, garantindo uma correta coleta de dados e análise das informações. O período de execução dos trabalhos no espaço confinado e a coleta de dados no campo foi de abril a junho de 2014, durante a Parada de Manutenção dos equipamentos da empresa analisada. A partir de observação no campo, fez-se uma análise dos riscos possíveis e identificáveis no espaço confinado. Foram verificados quantitativamente os riscos químicos, assim como o seu atendimento aos limites de tolerância estabelecidos pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Em seguida, para fins de amostra, realizou-se, através da observação e do preenchimento de lista de verificação, uma análise das medidas de controle disponíveis no local tais como: os equipamentos de proteção individual e coletiva, a capacitação dos trabalhadores e a permissão de entrada e trabalho, além da atividade desenvolvida no espaço confinado.

Para efetiva determinação dos agentes químicos presentes no espaço confinado, utilizaram-se para confirmação dos agentes de risco presentes, além do histórico (inventário do reator), instrumentos de apoio para leitura direta desses agentes, com sensores específicos para leitura dos gases de amônia-NH₃ (ppm) e da concentração de Oxigênio (%). O Quadro 2 indica os instrumentos de leitura direta e relaciona os equipamentos utilizados no estudo.

Quadro 2 - Instrumentos de leitura direta.

EQUIPAMENTO	TAG	Nº DE SÉRIE	ÚLTIMA CALIBRAÇÃO	CERTIFICADO
DETECTOR DE NH ₃ MAS ALTAIR PRO	DET 06AA	01200011	11/04/2014	18860.04/14
OXIEXPLOSÍMETRO MAS ORION	EXP 02OR	A6-15141-A03	11/6/2014	19219.06/14

Fonte: (PETROBRAS, 2015).

Após esse período, realizou-se um levantamento de dados e documentos relativos aos trabalhos em espaço confinado, assim como se organizaram e registraram-se todas as informações colhidas. Para realização do estudo, o levantamento bibliográfico e de outras fontes científicas, essenciais para respaldar o estudo, serão descritos a seguir.

4 RESULTADOS & DISCUSSÃO

Nesta seção, serão descritos dados relativos à análise do reator de amônia: riscos químicos presentes no espaço confinado, medidas e ações para entrada segura no espaço confinado.

4.1 Riscos Ambientais no Espaço Confinado

Conforme a NR-09 (BRASIL, 2014), os riscos ambientais são os agentes químicos, físicos e biológicos e que, em função de sua natureza, concentração, intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. Segundo a NR-15 (BRASIL, 1978), o objetivo das análises dos agentes nos postos de trabalho é a verificação do atendimento ou não dos valores dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação específica.

4.2 Monitoramentos da Atmosfera do Espaço Confinado

Antes da abertura do equipamento e do acesso de trabalhadores ao espaço confinado, para um efetivo resfriamento do reator até o nível de temperatura desejado, deve-se manter o compressor de refrigeração operando em reciclo com presença de amônia líquida (PETROBRÁS, 2014a). Esta amônia líquida é resultante do processo normal de operação do reator. Em seguida deve-se realizar a drenagem da amônia líquida, obtendo-se assim no espaço confinado a presença de vapores de amônia. Considera-se concluída a operação do resfriamento dos leitos, após o reator ser isolado dos demais equipamentos adjacentes e realizado a injeção de Nitrogênio no Reator. O final da injeção de nitrogênio no equipamento é determinado através de análises da concentração de oxigênio no fluxo de saída do reator, ou através de medição de explosividade. O resfriamento do equipamento estará concluído quando as temperaturas internas estiverem em torno de 40° C. (PETROBRÁS, 2014a).

As amostras de concentração dos agentes (amônia e oxigênio) foram realizadas através de leitura direta, utilizando instrumento por técnico especializado em visita ao local de trabalho, analisando pelo menos 10 amostragens para cada ponto ao nível respiratório do trabalhador, conforme orienta a NR-15 (BRASIL, 1978). Realizaram-se inicialmente as

coletas de amostras fora do espaço confinado e de forma contínua no interior do equipamento por trabalhador autorizado, assim como orientado pela NR-33 (BRASIL, 2012).

Para o estudo, definiu-se a câmara do lado norte do primeiro leito do reator de amônia como o local para realização inicial das coletas de amostras dos agentes (amônia, oxigênio e calor), sendo este o único local para acesso de pessoas ao espaço confinado. O reator de amônia é um equipamento com acesso vertical, trabalho em altura, sendo que a avaliação inicial dos agentes realizou-se em sua parte superior, pois é o local de contato imediato do agente com o trabalhador. O avaliador manteve-se na parte superior do reator de amônia, no local de acesso, onde foram lançados cabos extensores para coleta de amostras dos agentes (amônia e oxigênio) no nível superior do equipamento, conforme indicado na Figura 2.

Durante o levantamento de dados no campo, observou-se a realização de coleta de amostras por profissional de segurança e higiene, antes do acesso de pessoas ao espaço confinado. O registro dos valores encontrados e as suas respectivas recomendações de segurança e higiene eram evidenciados nas Permissões de Entrada e Trabalho, estas emitidas para autorizar os inícios dos serviços de forma segura conforme orientado pela NR-33 (BRASIL, 2012). As Permissões de Entrada e Trabalho encontravam-se disponíveis no local de trabalho, tornando seu acesso mais facilitado aos trabalhadores envolvidos.

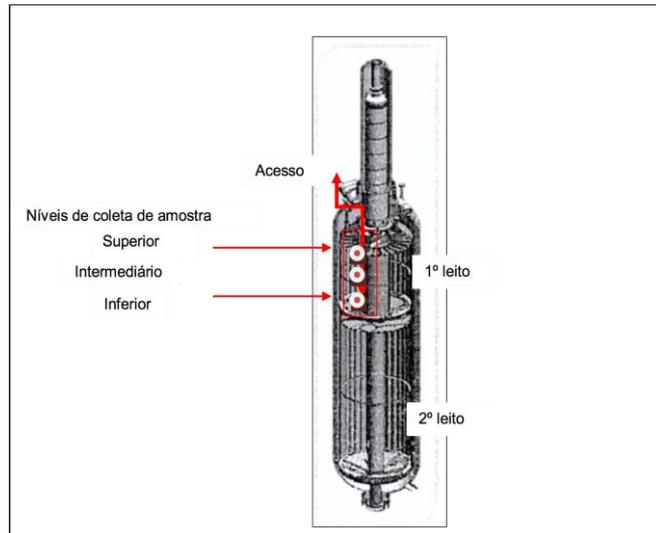


Figura 2 - Locais de coleta de amostras.
Fonte: Petrobras, (2014).

Instrumentos de leitura direta, detector de amônia, oxíexplosímetro foram utilizados para realização das coletas de amostras. Os instrumentos possuíam certificados de calibrações atualizados e eram intrinsecamente seguros, constatados através de acesso aos documentos referidos e de inspeção visual aos instrumentos. Além disso, aplicaram-se testes de funcionamento antes do seu uso por trabalhador autorizado e treinado, evidenciando o seu controle em ficha específica para esse fim, conforme determina a ABNT (2001).

4.2.1 Agentes químicos - oxigênio e amônia

De acordo com Kulcsar et al. (2009), um dos principais riscos encontrados nos espaços confinados são a falta ou excesso de oxigênio. As amostras, assim como as condições e informações gerais de análise, eram anotadas em folha de campo.

Utilizou-se o Oxiexplosímetro MSA ORION, número de série: A6-15141-A03, para detecção inicial da atmosfera. Em que a detecção de oxigênio realizou-se através de bomba de sucção incorporada ao aparelho. Ele fornece imediatamente, no local de trabalho analisado, a concentração do oxigênio. O uso do oxiexplosímetro possibilita a obtenção de resultados quantitativos. Significando dizer que é possível detectar a presença e concentração de um gás ou vapor em uma composição de gases. O equipamento faz a leitura em partes por milhão (ppm) dos compostos presentes.

Realizou-se uma análise de 10 amostras para cada ponto ao nível respiratório do trabalhador. Assim como preconiza a NR-15 (BRASIL, 1978), cada amostragem teve respeitado um intervalo mínimo de 20 minutos entre elas. As avaliações de oxigênio efetuadas determinaram valores conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Resultado das avaliações de oxigênio.

Nº Amostras	Concentração
10	0

A mesma metodologia foi aplicada para análise da concentração de amônia no espaço confinado. Utilizou-se Detector de NH₃ MSA ALTAIR PRO número de série: 01200011, sendo constatados conforme Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Resultado das Avaliações de Amônia.

Nº Amostras	Concentração
10	35 ppm

De acordo com NR-15 (BRASIL, 1978), o limite de tolerância para o agente químico amônia é de 20 ppm ou 14 mg/m³, para uma exposição de até 48 horas semanal para não causar dano à saúde do trabalhador. Ficou então constatado que o valor encontrado (35 ppm) estava bem acima do limite de tolerância, quase o dobro do que a NR-15 permite.

Após a análise das avaliações efetuadas, ficou constatado não ser possível a realização das atividades no espaço confinado, sem o uso de proteção respiratória adequada, já que a concentração de oxigênio encontrava-se acima do limite de tolerância estabelecido pela NR-15 (BRASIL, 1978). Ademais, foi constatado que a concentração mínima de oxigênio encontrada era menor que 12,5 %, o que caracteriza o espaço confinado como IPVS, conforme Torloni (2002).

Ainda, para ambientes IPVS, a proteção respiratória autônoma com peça facial inteira foi adotada de acordo com Torloni (2002). Essa orientação foi registrada na Permissão de Entrada e Trabalho. Constatou-se que o empregador forneceu como equipamento de proteção individual aos trabalhadores envolvidos, máscara autônoma de demanda de pressão positiva, com peça facial inteira que estavam acoplados a um conjunto de cilindros de ar comprimido sob alta pressão. O fornecimento de ar aos trabalhadores autorizados em atividade no espaço confinado era supervisionado por vigia designado para esse fim.

4.2.2 Controle de acesso ao espaço confinado

Para controle da exposição aos agentes de risco evitando o acesso de trabalhadores e visitantes não autorizados ao espaço confinado, o reator de amônia manteve-se sinalizado e isolado durante os intervalos e trocas de turno. As placas de sinalização e os isolamentos foram afixados (intervalos) e removidos somente pelos vigias, após a emissão da Permissão de Entrada e Trabalho. Para cada acesso designou-se um vigia para controle, retendo o crachá funcional dos trabalhadores e anotando-se o seu nome, horário de entrada e saída em ficha específica denominada Controle de Acesso.

4.2.3 Equipamentos de proteção individual para acesso ao espaço confinado

Além dos equipamentos de proteção respiratórios, já citados anteriormente para os trabalhadores que acessam o espaço confinado, outros equipamentos de proteção individual foram exigidos para os trabalhadores e envolvidos na atividade de troca do catalisador. Assim, conforme definido por Petrobrás (2014b), todos os trabalhadores envolvidos na atividade de troca do catalisador, independente do acesso ao espaço confinado, tais como vigias e supervisores de entrada utilizavam calçados de segurança, capacete, protetor auricular, camisa de manga longa, calça, óculos de segurança, além de portar a máscara panorâmica com filtro contra vapores de amônia.

Apenas os trabalhadores que acessavam o espaço confinado utilizavam inicialmente o macacão tipo PVC ou outro similar com garantida permeação química tal como o modelo *Tychem* da empresa *DuPont*. Para o acesso de trabalhadores ao espaço visando ações de salvamento e resgate, utilizou-se o cinto de segurança tipo paraquedista. Antes do acesso ao espaço confinado, o trabalhador avaliava a condição dos equipamentos

de proteção individuais, observando alterações em sua estrutura. Constatada a anomalia o trabalhador informava ao supervisor de entrada e ao responsável técnico, a necessidade de substituir imediatamente o equipamento de proteção por outro em boas condições. Além disso, o responsável técnico avaliava a validade do Certificado de Aprovação do cinto de segurança juntamente com o supervisor de entrada.

5 CONCLUSÃO

O estudo de caso se propôs a realização de uma análise do espaço confinado no interior do reator de amônia, durante a manutenção do equipamento, em uma fábrica de fertilizantes. Este equipamento foi escolhido por sua maior criticidade para a unidade produtiva, além de possuir maior tempo disponível para análise.

Realizou-se o estudo através da avaliação dos agentes de riscos atmosféricos, com uso de equipamentos de análise quantitativa, oxiexplosivos e detectores de amônia adotando-se a metodologia da NR-15. Assim, foram apresentadas as medidas de controle adotadas, para permissão de acesso seguro do trabalhador ao espaço confinado conforme legislação de segurança e saúde do trabalho.

Em conclusão, ficou constatado não ser possível a realização das atividades no espaço confinado, sem o uso de proteção respiratória através de máscara autônoma de demanda de pressão positiva, já que as concentrações de oxigênio e de amônia encontravam-se bem acima (quase o dobro) do limite permitido pela NR-15.

REFERÊNCIAS

3 M - **CARTILHA DE PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA**. Disponível em: <<http://multimedia.3m.com/mws/media/1030356O/catalogo.pdf>>. Acesso em: 20/01/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT – NBR 14787 Espaço Confinado – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção**. Rio de Janeiro. 2001.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Segurança do trabalho: guia prático e didático**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2012.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR 6 - Equipamento de Proteção Individual**. Brasília. 2010.

_____. **Norma Regulamentadora NR 9 – PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Brasília. 2014.

_____. **Norma Regulamentadora NR 15 – Atividades e Operações Insalubres**. Brasília. 1978.

_____. **Norma Regulamentadora NR 33 – Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados**. Brasília. 2012.

BREVIGLIERO, Ezio; POSSEBON, José; SPINELLI, Robson. **Higiene Ocupacional: Agentes biológicos, químicos e físicos**. 5ª Edição. Editora SENAC São Paulo. São Paulo. 2010.

CAMPOS, Armando Augusto Martins. **Espaço Confinado - Processo Seguro: A gestão de segurança e saúde deve ser planejada. Programada, implementada e avaliada**. Revista Proteção. N. 182. São Paulo. Fevereiro de 2007.

ESTURILIO, Glauco Gancine. **Modelagem e Controle Preditivo econômico de um reator de amônia**/G.G. Esturilio. –ed. rev. –São Paulo, 2012.

FANTAZZINI, Mario Luiz; OSHIRO, Maria Cleide Sanchez. **Técnicas de Avaliação de Agentes Ambientais: Manual SESI**. Serviço Social da Indústria- SESI. Departamento Nacional – DN. Brasília. 2007.

FUNDACENTRO, **A Galinha dos Ovos Seguros**. Edição 108. 2007. Disponível em http://www.editoravalete.com.br/site_alcoolbras/edicoes/ed_108/mc_1.html. Acesso em 16/2/2017.

KULCSAR NETO, F.; POSSEBON, J.; AMARAL, N. C. do. **Espaços confinados: livreto do trabalhador: NR 33 – segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.fundacentro.gov.br/dominio/CTN/anexos/Publicacao/Espa%c3%a7os%20Confinados%20.pdf>>. Acesso em: 20/01/ 2015.

KULCSAR NETO, F.; GARCIA S. A. L. **Guia Técnico da NR-33**. Brasília, 2013. Disponível em <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3D183EB0013D21E555EF23AC/Guia%20T%C3%A9cnico%20da%20NR-33.pdf>>. Acesso: 16/01/2015.

NUNES, Mônica Belo. **Segurança do Trabalho em Espaços Confinados**. Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Rio de Janeiro. 2011.

PETROBRAS, SINPEP – **PE-5AS-0063-D – Carregamento do Catalisador do 105-D**. Sergipe. 2012.

_____. **PE-3AS-00122-J – Liberação do Reator de Síntese**. Sergipe. 2014a.

_____. **PE-3AS-00026-S – Equipamento de Proteção Individual**. Sergipe. 2014b.

_____. **PG-3AS-00013-Inspeção, Testes e Manutenção em Equipamentos e Sistemas de Combate a Incêndio e Emergências Ambientais**. Sergipe 2015.

SALIBA. T. M, **Curso Básico de Segurança e Higiene Ocupacional**, LTR Editora Ltda, 2^a Edição, São Paulo, 2013.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Nacional. **Técnicas de avaliação de agentes ambientais: manual SESI**. Brasília: SESI/DN, 2007

TORLONI, Maurício et al **Programa de Proteção Respiratória, seleção e uso de respiradores**; São Paulo: FUNDACENTRO, 2002.

VERRI, Luiz Alberto. **Sucesso em Paradas de Manutenção**. Qualimark, 2^a Edição, São Paulo, 2008.

ABSTRACT

The objective of this article was to identify the chemical agents, to apply the measures and control actions for the safe entrance of a confined space in a fertilizer factory. As specific objectives: to identify the chemical risks of the ammonia reactor; Identify the measures and actions used for safe entry into the ammonia reactor (confined space). This article is a case study where bibliographical sources and field visits were used to monitor the activities (qualitative) and sample collection of chemical agents (quantitative). As a result, it was verified the extrapolation of the tolerance limit of the chemical agents, so it was not possible to carry out the activities in the confined space without adopting adequate control measures.

Keywords: Confined Spaces. Risk Analysis. Workplace safety.