



PROPOSTA PARA REALIZAÇÃO DE UMA ANÁLISE DE RISCO INDUSTRIAL EM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COM AMÔNIA

Gérson Dalcin ¹

Jairo Afonso Henkes ²

RESUMO

A análise de risco indústrias tem sido uma importante ferramenta na minimização dos riscos causados por algum tipo liberação de produto de forma acidental. Este trabalho faz uma proposta de como realizar a análise de risco em uma empresa de abate de aves no que diz respeito ao sistema de refrigeração com amônia. São apresentadas duas ferramentas para este tipo de Análise (APR e HAZOP). Neste estudo é apresentada a estrutura necessária para que se possa fazer uma análise de risco dentro dos parâmetros da empresa bem como as necessidades de pessoas e treinamentos para o mesmo. Também é apresentada a viabilidade econômica do projeto na empresa, e ao final são apresentadas as conclusões do estudo e expectativas.

Palavras-chave: Análise de Risco, amônia, sistema de refrigeração.

- ¹ Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental – Unisul Virtual. E-mail: gerson.dalcin@unisul.br
- ² Mestre em Agroecossistemas. Especialista em Administração Rural. Engenheiro Agrônomo. Professor do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental e do Programa de Pós Graduação em Gestão Ambiental da Unisul. E-mail: jairo.henkes@unisul.br

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário de competitividade nos diversos setores da indústria, as empresas estão cada vez mais aperfeiçoando seus processos para se tornar mais produtivas e se manter ativas no mercado.

Neste contexto cada vez mais, nos defrontamos com notícias e manchetes de acidentes referentes a riscos provenientes de tecnologias, na forma de produtos ou processos industriais, que podem causar danos à saúde e ao meio ambiente.

Diante disso a análise de riscos indústrias é uma ferramenta essencial para reconhecer, analisar e gerenciar estes riscos. A análise de risco quando bem estruturada e aplicada pode ser uma aliada da empresa evitando problemas com saúde dos trabalhadores e os riscos com o meio ambiente além de ajudar a manter a empresa operante sem paradas de produção e sem a produção de mídia negativa perante o mercado e os acionistas da empresa.

Embora este trabalho esteja centrado em uma análise de risco em uma unidade da empresa Agrogen Agroindustrial S/A onde seu foco é abate de aves e no seu processo usa-se refrigeração a base da substância amônia, ele poderá servir de referência ou comparação a outros sistemas implantados ou em implantação. Esta unidade fica na cidade de Itapejara do Oeste no estado do Paraná e trabalha com abate de aves para exportação.

Este trabalho em forma de estudo de caso tem inicialmente esta introdução e na sequência expõem o tema do trabalho. Num segundo momento é apresentado o objetivo geral e específico seguido dos procedimentos metodológicos. Será apresentada uma análise da realidade encontrada, acompanhada da proposta de adequação do problema.

Deve-se ressaltar que este trabalho não apresenta uma solução única e definitiva, pois se trata de uma proposta de trabalho baseada na realidade observada nesta empresa, de modo que outras técnicas podem ser apresentadas e definidas como objeto de novos estudos.

2 TEMA

O mercado de produção de alimentos tem se mostrado bastante promissor nos últimos anos devido ao crescimento populacional associado a um melhor poder aquisitivo da população em determinadas regiões do planeta.

Recentemente a população mundial atingiu a incrível marca de 7 bilhões de habitantes. A expectativa é de que até 2050 chegue a 9 bilhões de habitantes. Estimativas revelam que para os próximos 40 anos será necessário produzir a mesma quantidade de alimentos dos últimos 8.000 anos. (CASARIN, 2012)

O Brasil tem se destacado no cenário mundial como produtor de alimentos abrindo novos mercados ao redor do mundo e se consolidando em outros. Segundo a ABAPA/2013 (Associação Brasileira de Proteína) no mês de fevereiro a Rússia comprou 47% da carne suína exportada pelo Brasil. Isso comprova que o país tem consolidado os mercados em que atua.

O Brasil tem se mostrado um grande produtor de produtos agrícolas como grãos, carnes, derivados entre outros. Segundo a revista Dinheiro Rural/2010, do site Terra um levantamento do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), publicado em julho de 2010, consolidou o Brasil como líder mundial nas exportações agrícolas. No primeiro semestre de 2010, as vendas atingiram pouco mais de US\$ 15 bilhões, 15% superior ao de 2009. Dentre os vários produtos produzidos no Brasil, se destaca a produção de carne se consolidando o Brasil como líder mundial na exportação de carnes. O crescimento da população em centros urbanos, aliado ao aumento de renda dos trabalhadores, fará com que a demanda por aves, bovinos, suínos e ovinos cresça em ritmo maior do que a por produtos agrícolas, de agora até 2023, segundo relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2012).

Com grandes áreas de terras e recursos hídricos, a agropecuária brasileira tem potencial e tecnologia para fornecer boa parte da produção adicional necessária para atender a mercados que passaram a buscar uma alimentação mais nobre, após melhorarem de vida (FAO, 2012).

De olho no crescimento desses mercados cada vez maiores as empresas têm aumentado sua produção e os volumes de abate de animais para suprir a demanda que está em fase de expansão. Dentro da estratégia de aumento de volume de abate em geral as empresas têm sido adeptas à ampliação das plantas industriais já existentes por vários motivos. Pode citar o fato de já ter uma consolidação regio-

nal, mão de obra já definida, além de que as novas plantas devem passar por uma série de registros e habilitações legais que por vários motivos são de tramitação lenta junto aos órgãos fiscalizadores como o Ministério da Agricultura e outros.

Este aumento de produção e conseqüente aumentos nas estruturas físicas nem sempre passam por planejamento sendo realizada de maneiras desordenada, todavia atende as demandas propostas. O que ocorre é que nem sempre é levado em conta que uma unidade frigorífica de abates opera em combinação de vários processos e sistemas, e estes precisam de um bom planejamento, projeto e execução e quando não forem corretamente verificados, analisados e testados podem gerar alguns riscos para pessoas e para o meio ambiente.

Entre estes riscos está o vazamento de amônia (NH_3), que está presente praticamente em todos equipamentos de refrigeração da empresa. Esta substância se faz necessária nas indústrias de alimentos, especialmente na área de abates de animais e de processamento de carnes em frigoríficos principalmente para a geração de frio necessário ao processo de resfriamento e congelamento de produto, além na climatização de ambientes (geralmente a temperatura mantida na faixa de 10°C). Existem situações de extremo frio produzidos pela amônia, como o túnel de congelamento de produtos onde a temperatura pode chegar a -37°C (MANUAL SIF, 2015).

Neste setor industrial a amônia fica geralmente em uma central de operação do Sistema de Refrigeração por amônia, mais conhecida por sala de máquinas. Nesta central existem compressores e reservatórios de amônia (geralmente de grandes volumes) que são succionados e aspirados por tubulações entrelaçadas em toda fábrica, até os evaporadores que fazem a refrigeração. Neste sistema ainda existem tubulações que vão até os condensadores onde ocorre a troca térmica de gás quente, o sistema é fechado e trabalha sob pressão. Deve-se destacar que além de compressores, evaporadores, condensadores e reservatórios de amônia existem válvulas, medidores de nível, válvulas de purga e vários outros equipamentos e instrumentos de medição, que incorporam e complementam o sistema.

Sem a geração de frio as atividades frigoríficas são impraticáveis e por isso são considerados processos de extrema importância para esta atividade. O sistema de frio por amônia operante deve estar em conformidade com as temperaturas exigidas para a qualidade de produto e de processo, se não estiverem em conformidade, pode paralisar as atividades da unidade.

Dentro deste contexto este estudo de caso tem a finalidade de propor uma análise de risco para o sistema de refrigeração a base de amônia em um frigorífico abatedouro de aves na cidade de Itapejara do Oeste no estado do Paraná.

Esta unidade tem sofrido acréscimos de produção nos últimos tempos, e em consequência, muitas ampliações têm sido realizadas, inclusive nas redes de frio à base de amônia.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo de caso tem como objetivo propor a realização de uma análise de risco relacionada a possíveis acidentes ambientais em um frigorífico de aves a fim de evitar danos ambientais, que possam ocorrer pela liberação acidental de amônia do sistema de refrigeração da empresa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar a unidade conforme o índice de risco descrito no Manual de Análise de Riscos Industriais da Fepam;
- Propor o estabelecimento de uma sistemática para avaliação dos riscos que atendam a necessidades de avaliação de riscos bem como as exigências de licenciamento da unidade.
- Avaliar as técnicas de identificação e quantificação de riscos quanto da sua necessidade e aplicabilidade bem como levantar as necessidades de recursos para aplicações das mesmas na unidade.
- Apresentar os resultados esperados pelas análises de riscos bem como os ganhos com sua prevenção.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 CAMPO DE ESTUDO

O campo de estudo desta pesquisa compreende uma empresa que atua nos ramos de Multiplicação Genética e Abate de Aves cujo nome é Agrogen Agroindustrial S/A. A empresa tem sua sede localizada da RS 124, Km 02 na Cidade de Montenegro, Rio Grande do Sul que tem hoje no seu quadro aproximadamente 3.500 funcionários. A empresa tem unidades nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais. A unidade que avaliada neste estudo de caso fica na Cidade de Itapejara do Oeste, no Estado do Paraná.

4.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coletas de dados adotados neste trabalho estão descritos no quadro abaixo:

Quadro 1- Instrumento de coleta de dados

Instrumento de coleta de dados	Universo pesquisado	Finalidade do Instrumento
Entrevista	Serão realizadas entrevistas com os operadores de sala de máquinas, mecânicos de manutenção, engenheiro de projeto.	A finalidade das entrevistas será o entendimento do processo de refrigeração de amônia bem como a verificação de aplicabilidade dos métodos de análise de riscos.
Observação Direta ou do participantes	Observação direta no processo de refrigeração na sala de máquinas bem como nos componentes e tubulação do processo.	Entender o processo para identificar quais métodos são mais indicados para a avaliação de risco.
Documentos	Verificar os manuais dos equipamentos dos sistemas e fluxogramas das redes de amônia.	Quantificar a quantidades de equipamentos bem como sua complexidade.
Dados Arquivados	Verificar os históricos de acidentes com liberação de produtos tóxicos (amônia) na planta.	Mapear as incidências de acidentes com vazamento de amônia para ambiente independente da gravidade.

Fonte: Dados da pesquisa adaptado de CAVALCANTI e MOREIRA, 2008.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA REALIDADE OBSERVADA

A empresa em foco neste estudo de caso é a Agrogen S/A Agrindustrial, com sede em Montenegro RS. A empresa está no mercado há 24 anos tendo um grande destaque no agronegócio nacional recebendo em 2012 o prêmio Melhores do Agronegócio na Categoria Avicultura.

A Agrogen tem dois ramos de mercados, um deles dedica-se à multiplicação genética de avós de aves que acontece nos 24 anos de existência. O processo

deste negócio acontece quando se recebe, com um dia de vida, os pintos provenientes de galinhas avós de uma linhagem das melhores casas genéticas do mundo, a americana Cobb. Estes animais são criados e selecionados dentro de parâmetros genéticos. Através da reprodução destas aves são geradas as matrizes comercializadas aos clientes, que as reproduzem gerando os frangos de corte que após abate e industrialização, são destinadas ao atacado e varejo e de lá para vão a mesa do consumidor.

Para tanto a empresa tem três unidades na cidade de Montenegro/RS, uma unidade na Cidade de Triunfo/RS, outra unidade na Cidade de Dom Diogo/RS, duas unidades na cidade de São Francisco de Paula/RS e mais três unidades na Cidade de Guarapuava/PR (AGROGEN, 2015).

Juntas todas são capazes de produzir aproximadamente 10 milhões de matrizes para comercialização por ano (AGROGEN, 2015).

Outro ramo de negócio é o abate e comercialização de aves que ocorre há aproximadamente 5 anos, atualmente a empresa tem três unidades de abate, duas no estado do Paraná sendo uma na cidade de Itapejara do Oeste, outra em Pato Branco e a terceira unidade no estado de Minas Gerais na cidade de Sete Lagoas. Somando a produção das três unidades a empresa abate em média 400.000 aves por dia (AGROGEN, 2015).

De certo modo a empresa tem se mostrado em destaque num mercado que é muito restrito a grandes grupos empresarias e vem crescendo significativamente em volume de abate. Hoje a empresa conta com um quadro geral de aproximadamente 3.500 funcionários e vem mantendo um crescimento considerável nos últimos anos destacando-se em seu planejamento estratégico aos seus valores com os quais a empresa pretende crescer para ter um local de destaque dentro do cenário nacional.

Os valores estabelecidos pela empresa são:

- a) Ética: Conduta orientada dentro de preceitos legais no relacionamento com Pessoas, Empresas, Governo e Sociedade.
- b) Qualidade: Garantir a entrega de bens e serviços assegurando o melhor desempenho.
- c) Compromisso com o Natural: Produzir com biossegurança, zelando pela saúde, sem agredir o meio ambiente.
- d) Comprometimento: Participação proativa na busca dos objetivos da Empresa.
- e) Valorização das Pessoas: Respeito e consideração do ser humano, provendo condições adequadas de trabalho e reconhecimento pelos resultados obtidos.
- f) Credibilidade: Coerência e consistência nas ações.
- g) Sustentabilidade do Negócio: Foco nos resultados dos negócios buscando inovação e perenização da Empresa.
- h) Respeito ao Consumidor: Fornecer ao mercado produtos e serviços que

atendam às expectativas do consumidor (AGROGEN,2015).

Dentre os valores destacam-se o “Compromisso com o Natural” onde a empresa prega a sustentabilidade do negócio. Esta sustentabilidade passa por vários campos dentro das organizações e entre eles podemos destacar os controles dos riscos em relação ao meio ambiente.

Este controle dos riscos passa pelo conhecimento da empresa, e isso remete ao conhecimento e consciência de que nas suas plantas existem produtos tóxicos que podem gerar elevados riscos ao meio ambiente e às pessoas expostas, quando liberadas de forma acidental e em doses elevadas ao meio.

Este estudo irá focar uma das unidades que fica na cidade de Itapejara do Oeste, no Paraná onde são abatidas diariamente 180.000 aves destinadas à exportação (AGROGEN, 2015).

Esta informação de que o produto da unidade é todo destinado para o mercado externo é muito importante, pois o produto de exportação deve ser todo congelado e para isso é necessário um sistema de boa eficiência e que por consequência utilize maiores volumes de amônia.

A amônia em sistemas de refrigeração é muito difundida e utilizada, pois têm se apresentado mais eficiente, sendo utilizada há anos, a amônia nunca esteve totalmente fora de uso no meio industrial, apesar de ter perdido espaço com a introdução dos clorofluorcarbonos (CFCs) no início dos anos 30. Atualmente, em virtude de suas propriedades termodinâmicas, assim como pelo fato de ser barata e eficiente, é uma grande opção em termos de agente refrigerante, conquistando gradualmente novos nichos de mercado (BRASIL MTE, 2004).

Segundo a Nota Técnica 003 da Secção de Processos Técnicos do Ministério do Trabalho e Emprego, as instalações frigoríficas trabalham com este refrigerante devido às condições de temperatura, pressão e umidade. No entanto este produto refrigerante apresenta riscos específicos à segurança, a saúde e ao meio ambiente. As maiores preocupações são os vazamentos com formação de nuvem tóxica de amônia e as explosões (BRASIL MTE, 2004).

Os sistemas de refrigeração de frigoríficos são baseados basicamente nas conhecidas salas de máquinas, que são nada mais que o local onde são feitas as manobras e operações do sistema.

Esta sala de máquinas está conectada ao sistema e composto por uma série de tubulações intersectadas a evaporadores que fazem a troca de temperatura dos ambientes. Os compressores são os equipamentos responsáveis por bombear ou aspirar, o fluido no sistema. Existem também os evaporadores que são os equipamentos que recebe o gás quente sob pressão para fazer a troca térmica (BRASIL MTE, 2004).

Considerando ainda a Nota Técnica 003 os sistemas são considerados fechados, não apresentando vazamentos de gás de forma contínua pois qualquer pequeno vazamento é facilmente identificado, visto que a amônia tem um cheiro característico detectável a 5 ppm (parte por milhão) porém os grandes problemas estão nos vazamentos proveniente de problemas ou falhas de sistema. Entre os principais problemas ou falhas podemos citar:

- Abastecimento inadequado dos vasos;
- Falhas nas válvulas de alívio, tanto mecânicas quanto por ajuste inadequado da pressão;
- Danos provocados por impacto externo por equipamentos móveis, como empilhadeiras;
- Corrosão externa, mais rápida em condições de grande calor e umidade, especialmente nas porções de baixa pressão do sistema;
- Rachaduras internas de vasos que tendem a ocorrer pontos de solda ou próximos a eles;
- 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 (BRASIL MTE, 2014).

Segundo o Manual de Análise de Riscos Industriais da FEPAM (2001), estes ambientes de caracterizam por ter potencial de causar danos às pessoas e ao meio ambiente em decorrências de liberação acidental de produtos perigos.

Baseado neste potencial e na legislação deve-se realizar esta análise de risco para prever e se antecipar aos possíveis acidentes decorrentes deste sistema, que podem ter origem em falhas mecânica ou humana, bem como verificar os possíveis danos que podem ser gerados em cada situação. Um primeiro passo é classificar a instalação quanto ao potencial de risco, o que é também é objetivo deste trabalho.

Segundo o manual, o risco está diretamente ligado à intensidade de perigo e inversamente a quantidade de salvaguardas, sendo que o perigo pode ser representado pela quantidade de material perigoso que pode ser liberado acidentalmente para o meio.

As salvaguardas são combinações de fatores que tendem a minimizar os efeitos danosos de liberações acidentais. O principal fator de salvaguarda que deve-

rá ser considerado para fins de classificação são a distância entre o ponto de liberação do material perigoso e a população.

$$\text{Risco} = \text{Perigo} / \text{Salvuarda} \text{ (FEPAM, 2001)}$$

Para início deve-se calcular o fator de distância que é uma medida das salvaguardas, ou seja, dos fatores capazes de reduzir os efeitos danosos de liberações acidentais de substâncias perigosas. Tipicamente, recursos vulneráveis a serem considerados são pessoas e recursos ambientais. Assim, áreas residenciais ou públicas devem ser consideradas como pontos contendo recursos vulneráveis. Rios, tomadas d'água para consumo humano, mangues, etc. são pontos a considerar quando o foco for recursos ambientais.

$$\text{FD} = \text{Distância(m)} / 50 \text{ (FEPAM, 2001)}$$

Onde, distância(m) e a menor distância entre o ponto de liberação e o ponto de interesse onde estão localizados os recursos vulneráveis e o denominador e a distância de 50 metros.

Outro cálculo necessário para o atendimento do Fator de Perigo que dado pela seguinte fórmula.

$$\text{FP} = \text{MLA} / \text{MR} \text{ (FEPAM, 2001)}$$

O numerador da expressão usada para definir o risco será avaliado por um fator de perigo definido com base no quociente entre duas grandezas:

Massa liberada acidentalmente (MLA) e Massa da referência (MR) (FEPAM/2001).

Com estes dois índices calculados é possível agora calcular o Índice de Risco e Classificação que dado pela seguinte fórmula.

$$\text{IR} = \text{FP} / \text{FD} \text{ (FEPAM, 2001)}$$

Este índice de risco (IR) é definido como a razão entre os fatores de perigo e de distância. Este índice serve de base para a classificação das instalações/atividades em categorias de risco conforme mostrado na tabela 1 a seguir.

ÍNDICE DE RISCO	CATEGORIA DE RISCO
$\text{IR} \leq 1$	1
$1 < \text{IR} \leq 2$	2
$2 < \text{IR} \leq 3$	3
$\text{IR} \leq 4$	4

Tabela 1- Índice de Riscos

A unidade pode ser classificada em 4 categorias:

Categoria de risco 1: corresponde àquelas instalações/atividades que podem ser consideradas como de risco desprezível por terem quantidades muito pequenas (ou não terem) de substâncias perigosas em processo ou armazenagem.

Categoria de risco 2: corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias de até 100 m do local.

Categoria de risco 3: corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias entre 100 m e 500 m do local.

Categoria de risco 4: corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias superiores a 500 m do local (FEPAM, 2011).

Baseado nas definições do Manual de Riscos da Fepam, realizou-se uma análise da unidade, onde foi dimensionado como Fator de Perigo $FP = 2$, pois existem pessoas a aproximadamente 100 metros do local da sala de máquinas. Se consideramos como dano ambiental o FP é 6, pois existem lagoas de tratamento de efluentes a 300 metros do local.

Para o cálculo do Fator de Perigo será necessário os volumes de amônia existem na unidade. O volume total do sistema hoje é de aproximadamente 10.000kg de amônia, considerando todo sistema. Existe também a necessidade de se conseguir o valor da massa de referência. Este valor está presente na tabela A1.2 do Manual da Fepam e segundo a tabela o valor de referência para amônia é de 100 kg, sendo assim o Fator de Perigo é igual a 100.

Calculando-se o Índice de Risco têm-se o valor de 50 que confrontando-o com a tabela chega-se a Classificação 4, segundo determina o manual da Fepam.

Com base na classificação e no Manual será montada uma proposta de Análise de Riscos Industriais para unidade de Itapejara do Oeste.

6 PROPOSTA DE SOLUÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA

A partir da situação analisada até o momento e com a definição da classificação da empresa em Categoria de Risco 4 sugere-se que seja feita uma Análise Qualitativa de Risco (AQR) na planta frigorífica.

A AQR segundo manual da FEPAM é um estudo mais aprofundados para empresas que se enquadram em categoria 4. Para este estudo serão necessários vários elementos que serão descritos na sequencia deste trabalho (FEPAM, 2001).

O estudo do sistema completo de refrigeração de amônia deverá ser realizado na empresa por um grupo de profissionais interdisciplinares em formato de comitê afim de que se possa fazer uma boa análise de riscos identificando os possíveis riscos das atividades na linha de produção e nos processos da unidade, bem como ter uma melhor avaliação da probabilidade e frequência de ocorrer um acidente.

No entanto a empresa deverá investir na qualificação do grupo de trabalho para que possa fazer o uso correto das metodologias de análise de risco bem como tirar o máximo de informações dela.

Neste sentido ao final do trabalho pretende se propor ações baseadas na análise para minimizar a possibilidade de qualquer ocorrência.

6.1 PROPOSTA DE MELHORIA PARA A REALIDADE ESTUDADA

Baseado na situação levantada apresenta-se a seguir as ações necessárias para atender as propostas aqui formuladas, bem como um passo a passo para o atendimento ao mesmo.

a) Estruturação do Comitê de Análise de Riscos:

O primeiro passo para iniciar a análise é montar a equipe de trabalho com pessoas da empresa. Será necessário que seja um grupo multidisciplinar para que se tenham vários pontos de vista, sobre os assuntos tratados.

Este grupo será o responsável pela elaboração das análises iniciais, e deverá se encontrar frequentemente para realizar as mesmas.

A sugestão dos integrantes deste grupo são os seguintes:

- 1 Supervisor de Manutenção;
- 1 Operador do sistema;
- 1 Engenheiro de Segurança no Trabalho;
- 1 Encarregado da Manutenção do sistema;
- 1 Projetista;
- 1 Líder de Produção;

- 1 Profissional da área Ambiental;

Dentro deste grupo deverá ter um componente com conhecimento mais profundo em Metodologia de Análise de Risco para ser o coordenador dos trabalhos.

Cada integrante do grupo deverá receber um convite formal da alta direção. Será realizada uma reunião de abertura explicando os objetivos do trabalho bem como os resultados que se esperam deste trabalho.

Este grupo será denominado Comitê de Análise de Riscos.

b) Fluxograma do Sistema e descrição dos sistemas e históricos;

Ao investigar a situação da planta verificou-se que a empresa não tem um fluxograma do sistema de amônia. Este fluxograma nada é mais que um desenho demonstrando todo sistema de amônia (rede de tubulações e equipamentos) da empresa.

Será necessária a confecção deste fluxograma especificando todos componentes do sistema, como por exemplo: máquinas, compressores, válvulas, medidores entre outros.

Também será necessária a identificação de cada tubulação no que tange a sua finalidade (amônia líquida, gasosa) bem como os diâmetros das tubulações e as pressões.

Em relação ao sistema também será necessário fazer uma descrição sucinta das principais características técnicas das instalações e sistemas em estudo, definindo claramente as suas fronteiras e interfaces com outras instalações e sistemas. Deverá ser dada ênfase à descrição dos sistemas de segurança previstos para as instalações.

Será necessário um levantamento histórico do sistema como por exemplo: a manutenção, reparos, os acidentes ocorridos com vazamento de amônia para levantar todos os dados que possam ser pertinentes a análises.

c) Escolha das metodologias para Análise de Risco

Neste momento serão escolhidas as técnicas para análise de risco da situação empresa. A técnica de análise de risco deve dar uma visão ampla da situação, envolvendo todas as áreas que já estarão representadas no comitê da Análise de risco.

As técnicas de análise de risco evoluíram muito e algumas permitem uma análise com elevado nível de detalhamento, entretanto, deve-se ressaltar que a aná-

lise de risco será o reflexo da técnica escolhida e de fatores fundamentais como qualidade e profundidade de informações, nível de conhecimento sobre o assunto das pessoas integrantes do grupo.

Será dada a sugestão do uso de duas ferramentas para realização da análise de risco, a primeira será a Análise Preliminar de Riscos (APR) também conhecida como Análise Preliminar de Perigos (APP) que é uma técnica qualitativa para identificação de possíveis cenários de acidentes em uma dada instalação.

Essa metodologia procura examinar os possíveis eventos identificados, causas, métodos de detecção possíveis e efeitos sobre o ambiente (MAGNAGO, 2011).

De acordo com a metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário identificado. Também ainda de acordo com a metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de severidade, as quais fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário identificado (MAGNAGO, 2011).

As categorias de frequência e severidade podem ser combinadas para se gerar categorias de risco. Abaixo segue tabela de combinação entre frequência e severidade.

		<i>Severidade</i>			
		I	II	III	IV
Frequência	E	3	4	5	5
	D	2	3	4	5
	C	1	2	3	4
	B	1	1	2	3
	A	1	1	1	2
Critério utilizado para frequência:		Critério utilizado para severidade:		Critério utilizado Para risco:	
A = Muito Improvável		I = Desprezível		1 = Desprezível	
B = Improvável		II = Marginal		2 = Menor	
C = Ocasional		III = Crítica		3 = Moderado	
D = Provável		IV = Catastrófica		4 = Sério	
E = Frequente				5 = Crítico	

Tabela 2- Critérios de Risco

Fonte: (MAGNAGO, 2011)

A segunda técnica sugerida será o Estudo de Perigos de Operação (HAZOP) para os cenários analisados e verificados na APR e com os riscos classifica-

dos em 4 (Sério) e 5 (Crítico), e este método visa identificar os perigos e os problemas de operabilidade das instalações do processo.

A escolha deste método se deu pelo fato que na investigação das instalações percebeu-se que as operações, na sua maioria, são feitas de forma manual tendo assim muitos riscos de operação associados. Também historicamente a unidade apresentou acidentes provenientes de erros de operação. Desta forma este método visa descobrir todos os possíveis desvios das condições normais de operação.

d) Treinamento da Equipe

Deve-se treinar a equipe do Comitê de Análise de Risco nas metodologias propostas anteriormente. É importante que todos passem pelo treinamento para que se tenha um melhor aproveitamento da equipe nos levantamentos dos riscos bem como na sua classificação.

É importante que um dos componentes do grupo escolhido previamente tenha um treinamento específico mais aprofundado sobre as ferramentas afim de que se torne o líder do projeto. Aconselha-se que o treinamento seja *in company*, desta forma poderá ser focado no processo da empresa dando mais ênfase em sistemas de refrigeração de amônia. Esta etapa será fundamental para que o projeto tenha uma grande chance de sucesso no futuro.

e) Análise de risco e cálculo de frequência.

A partir das reuniões periódicas a equipe de Análise de risco deve ir desenhando os cenários e os possíveis eventos com acidentes baseados nas ferramentas que já foram indicadas neste trabalho. Este grupo fará os estudos baseados nos documentos, fluxogramas, experiências e todos os outros materiais disponibilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

Deverá ser feita uma avaliação quantitativa da frequência de ocorrência de cada evento iniciado e para isso foram utilizados dados existentes em referências bibliográficas e bancos de dados internacionais.

f) Cálculo de Vulnerabilidade:

A empresa deverá realizar uma Análise de Vulnerabilidade para o conjunto dos cenários classificados na Avaliação de Risco como pertencentes às categori-

as de severidade (consequências) crítica e catastróficas, ou seja, aqueles cenários com maior potencial de causar danos para as populações circunvizinhas, ao meio-ambiente e às instalações analisadas. Esta análise deverá levar em conta fatores meteorológicos mais prováveis para a região onde se encontram suas instalações.

Esta análise deverá apresentar um mapa da empresa o delineamento das áreas atingidas pelo vazamento de amônia. Com isto será possível utilizá-lo para cenários acidentais que extrapolem os limites do empreendimento e possam afetar pessoas onde os riscos agudos deverão ser estimados e apresentados nas formas de risco individual e risco social, conforme definição a seguir.

Risco individual - risco para uma pessoa presente na vizinhança de um perigo, considerando a natureza do dano e o período de tempo (frequência) em que ele pode ocorrer. O risco individual é mais comum e o que geralmente ocorre em postos de trabalho. Normalmente, o dano é estimado em termos de fatalidade.

Risco Social - risco para um determinado número ou grupamento de pessoas presentes na zona de influência de um ou mais cenários (acidente). O risco social é mais comum, é o que geralmente ocorre quando envolve desastres naturais. (CETESB,2003).

A apresentação do risco individual e social, segundo estabelecido pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, deverá ser feita por meio de Curvas de Iso-Risco (contornos de risco individual), uma vez que elas possibilitam visualizar a distribuição geográfica do risco em diferentes regiões. Assim, o contorno de um determinado nível de risco individual deverá representar a frequência esperada de um evento capaz de causar um dano num local específico. (CETESB, 2003).

6.2 RESULTADOS ESPERADOS

Diante das propostas deste trabalho pretende-se ter uma análise de riscos bem embasada e com possibilidade de melhora consideráveis nos controles dos riscos. Para tanto se espera atingir o resultado demonstrado a seguir.

A) Construção dos Cenários

Com este trabalho a empresa terá uma definição de cenários em relação aos riscos de acidentes com amônia em toda planta. Estes cenários estarão disponíveis

em relatórios geradas através das metodologias usadas (APR e HAZOP) juntamente com as indicações descritas nas plantas baixas.

B) Áreas Vulneráveis

Com este trabalho é possível verificar as zonas de riscos que poderão ser atingidas no momento de um possível acidente. Será possível avaliar tanto os riscos individuais como os riscos sociais, contudo os riscos individuais e sociais obtidos na avaliação quantitativa deverão ser comparados aos Critérios de Tolerabilidade de Riscos.

Pretende-se também a partir de cálculos desenvolvidos por *softwares* verificar os critérios de aceitabilidade de riscos sociais, adotados pela FEPAM, sob a forma tradicional de gráficos FxN. As curvas FxN, também chamadas de Curva de Distribuição Acumulada Complementar, representando a frequência esperada de acidentes na instalação com N ou mais vítimas. O Critério de Tolerabilidade de Riscos Individuais adotado pela FEPAM está ligado ao limite estabelecido com vistas à proteção da população e pontos sensíveis do meio ambiente externos às instalações do empreendimento. Em princípio, este limite visa a proteção dos indivíduos pertencentes às comunidades situadas nas proximidades de instalações industriais, e que levam em consideração que os funcionários de empresas vizinhas não pertencentes aos responsáveis pela atividade regulamentada, são considerados como membros da população externa.

C) Equipe Multidisciplinar Para Análise de Riscos

Este trabalho propõe que a empresa tenha uma equipe formada e capacitada para analisar riscos gerando um capital humano para empresa. A empresa terá capacidade de a cada alteração do sistema, imediatamente desenvolver análises e corrigir falhas evitando a necessidade de retrabalhos posteriores em adequações.

D) Identificação de medidas de redução dos riscos

Com a análise comparativa dos resultados obtidos dentro dos critérios de tolerabilidade, deverão ser propostas medidas de redução dos riscos da instalação. Estas medidas poderão objetivar tanto a redução da frequência de ocorrência dos cenários de acidente, assim como a mitigação de suas consequências.

E) Programa de Gerenciamento de Risco

Com este trabalho a empresa poderá criar o seu Programa de Gerenciamento de Risco atendendo as exigências da Fepam, quando a instalação foi classificada como categoria 4. A partir disso será possível elencar os seguintes elementos de gestão neste programa:

1. Alocação de Responsabilidades: Será recomendada a designação de uma pessoa do mais alto nível de gerência das instalações como responsável pela garantia de que o Programa de Gerenciamento de Riscos será devidamente implementado e que está sendo seguido continuamente em todos os locais e níveis operacionais da organização. (FEPAM, 2001).

Além da identificação do responsável será indicada uma relação de todas as pessoas responsáveis pela implementação de cada um dos demais elementos de gestão do programa nos diversos níveis operacionais pertinentes em cada caso. (FEPAM, 2001).

2. Informação sobre segurança de processo: Informações referentes aos perigos das substâncias no caso a amônia, devem ser reguladas, utilizadas ou desenvolvidas no processo, assim como as informações referentes à tecnologia e aos equipamentos de segurança e mitigação e seus procedimentos. (FEPAM, 2001).

3. Análise de riscos: As análises de riscos referidas neste trabalho formam o principal elemento de gestão do Programa de Gerenciamento de Riscos, pois são elas que indicarão os riscos a serem de fato gerenciados. (FEPAM, 2001).

4. Procedimentos operacionais: Os responsáveis pela atividade deverão desenvolver e implantar procedimentos operacionais escritos, que forneçam indicações claras para a condução segura das atividades envolvidas em cada processo. (FEPAM, 2001).

5. Treinamento: Serão criados e desenvolvidos treinamentos para todas as pessoas que fazem parte do processo, em especial as pessoas que agem diretamente na geração de frio. (FEPAM, 2001).

6. Gerenciamento de modificações: Deverá ser informada qualquer alteração do sistema cuja repercussão venha causar qualquer modificação no sistema, de forma que seja necessária a realização de nova análise de risco. (FEPAM, 2001).

7. Garantia de integridade dos equipamentos críticos e dos sistemas de proteção: Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão estabelecer e im-

plantar procedimentos escritos para manter a integridade e a confiabilidade dos sistemas, equipamentos e dispositivos de processo. A frequência de realização das inspeções e testes funcionais deverá ser compatível com as recomendações dos fabricantes e com boas práticas de engenharia. (FEPAM, 2001).

8. Planejamento de emergência: Os responsáveis deverão desenvolver e implantar um Plano de Ação de Emergência (PAE) com o objetivo de proteger os empregados, o público externo e o meio ambiente baseado nos cenários estudados e no cálculo de vulnerabilidade. (FEPAM, 2001).

Com este programa a empresa terá uma gestão em cima dos cenários levantados no trabalho bem como monitorar as atividades.

6.3 VIABILIDADE DA PROPOSTA

A empresa no decorrer do andamento do trabalho se mostrou interessada em realizar este trabalho preventivo e realizar as ações necessárias para atender este trabalho.

Para isso a empresa terá que realizar alguns investimentos para sua execução deste trabalho conforme descrito a seguir:

- a) Realização de treinamento para equipe do Comitê de Análise de Risco em APR e HAZOP num valor aproximando de R\$ 1.200,00, para realização “in company” para 8 pessoas com valor total de R\$ 9.600,00.
- b) Realização de um treinamento para um integrante do grupo em Líder em Análise de Risco para que seja o especialista do grupo na técnica e seja a pessoa que vai conduzir o trabalho. Para tanto será necessário um treinamento específico que no total das despesas de hotel refeição, deslocamento e o treinamento propriamente dito, será necessário o investimento de R\$ 4.700,00.
- c) Será necessário confeccionar o fluxograma da rede de refrigeração por amônia por um profissional desenhista, compatível com este ti-

po de projeto em software autocad ou similar. Será necessário terceirizar esta atividade. O Orçamento previsto para isso é de R\$ 8.500,00 e terá que ter o acompanhamento de um profissional da área.

- d) Contratação de um profissional especialista em Cálculo de Vulnerabilidade e frequência através metodologia de Árvore de Falhas e Árvore de Eventos, considerando todos os eventos sérios e críticos. Este valor de consultoria está estimado em R\$ 24.000,00.

Um ponto importante a ser avaliado é a disponibilidade de este grupo trabalhar durante 8 horas, distribuídas na semana num período de aproximadamente 3 meses. Fazendo a mensuração do valor/hora de cada funcionário tem-se um total de horas de trabalho do grupo, com um custo que gira em torno de R\$ 237,50 por hora. Estima-se que serão necessárias aproximadamente 120 horas de trabalho, gerando um custo total deste item de R\$ 28.500,00.

A seguir apresenta-se uma planilha com os principais investimentos necessários para a realização deste trabalho.

ITEM	VALOR
Treinamento APR e Hazop Equipe	R\$ 9.600,00
Treinamento APR e Hazop Lider	R\$ 4.700,00
Contratação Vulnerabilidade e cálculo de Frequências	R\$ 24.000,00
Projeto Fluxograma da rede de refrigeração	R\$ 8.500,00
Horas de Disponibilidade Trabalho	R\$ 28.500,00
TOTAL	R\$ 75.300,00

Tabela 3- Investimento

Fonte: Orçamentos Agrogen, 2015

Será necessário um investimento de em torno de R\$ 75.300,00 para realizar o trabalho, sendo que com isso será possível ter um nível de assertividade muito grande deste projeto.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na realização deste trabalho procurou-se apresentar uma proposta para elaboração de Análise de Risco Industrial no sistema de refrigeração com amônia através dos itens propostos.

Este trabalho objetivou demonstrar que com uma boa análise de risco é possível identificar todos os cenários e todos os possíveis eventos que podem causar algum tipo de acidente. Com base nesta proposta também será mais fácil para as empresas priorizar as atividades de prevenção, pois os pontos críticos ficaram mais evidentes.

Acredita-se que se a empresa implantar a Análise de Risco e posteriormente o Gerenciamento dos Riscos, terá grande possibilidade de minimizar ou eliminar o risco de ocorrer algum acidente com vazamento acidental de amônia. Também será possível ter um maior conhecimento do sistema, gerando maior controle nos pontos críticos, bem como estabelecer procedimentos e soluções para os processos críticos.

Todo evento que gera algum dano para as populações e ao meio ambiente gera uma mídia negativa e neste caso a empresa ficará mais protegida pois terá seus riscos gerenciados, em conformidade com o que foi apresentado neste estudo de caso.

O grande desafio deste trabalho foi planejar as ações de modo que se conseguisse realizar uma boa análise de riscos, que fosse viável a implantação, de forma a tornar viável do projeto. Um ponto positivo que deve ser destacado é que a ideia foi muito bem aceita pela empresa em questão, o que pode impulsionar o projeto.

Um dos obstáculos deste projeto será o tempo que os funcionários terão que se ausentar das atividades laborais normais, durante os treinamentos e durante a confecção das análises de risco, porém os resultados colhidos com este trabalho são muito maiores que os empecilhos que possam surgir.

PROPOSAL FOR MAKING AN ANALYSIS OF INDUSTRIAL RISK IN COOLING SYSTEM WITH AMMONIA

ABSTRACT

Risk analysis industries has been an important tool in minimizing the risks caused by some kind of product release accidentally. This work is called a pro-how to perform risk analysis in a poultry processing company with regard to the refrigeration system with ammonia. Two tools for this type of analysis (PHA and HAZOP) are presented. This study shows the necessary structure so that we can do a risk analysis within the company's parameters and the needs of people and training for the same. It is also presented the economic viability of the project in on prey. At the end we are given a conclusion of the study and expectations.

Keywords: Risk analysis, ammonia, cooling system.

REFERÊNCIAS

APBA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Site. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/> - <http://abpa-br.com.br/>- Acesso em: 10 de março de 2015.

AGROGEN. Site. Disponível em: <http://www.agrogen.com.br/pt/index.php> - Acesso em 12 de março 2015. <http://www.vibra.com.br/>

BRASIL/MTE. **Nota Técnica 003-2004, Sistemas de Refrigeração por Amônia**. Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BCB2790012BD580E60A0282/pub_cne_refrigeracao.pdf - Acesso em: 14 mar. 2015.

CASARIN, Valter. **Informativo Agropecuário. INPI**, São Paulo, nº139, n. 25, p. 24, set. 2012.

CAVALCANTI, Marcelo e MOREIRA, Enzo. **Metodologia de estudo de caso**: livro didático. 3. ed. rev. e atual. Palhoça: UnisulVirtual, 2008. 170 p.

CEPEA, TERRA. **Revista Dinheiro Rural** . Disponível em: <http://revistadinheiro rural.com.br/> - Acesso em: 10 de março de 2015.

CETESB. **Norma Técnica CETESB P4.261**. Dez de 2011. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2013/11/P4261-revisada.pdf> - Acesso em: 18 março 2015.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Alimentação**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/> - Acesso em: 4 de março de 2015.

FEPAM/RS. **Manual de Análise de Riscos Industriais**. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/central/formularios/arq/manual_risco.pdf . - Acesso em: 15 mar. 2015.

LOHN, Joel Irineu. **Metodologia para elaboração e aplicação de projetos**: livro didático. 2 ed. rev. e atual. Palhoça: UnisulVirtual, 2005. 100 p.

MAGNAGO, Rachel Faverzani .**Gestão de riscos** : livro didático / Rachel Faverzani Magnago; design instrucional Viviane Bastos ; [assistente acadêmico Jaqueline Tartari]. – 1. ed. rev. – Palhoça: UnisulVirtual, 2011. 192 p. : il. ; 28 cm.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica**. Tubarão: Unisul, 2002.