



## Gerenciamento de segurança no armazenamento de produtos químicos sob a ótica da segurança de processos

### *Safety management in the storage of chemical products from the perspective of process safety*

EIRIZ, Débora Nascimento<sup>1</sup>; STOLZ, Carina Mariane<sup>2</sup>; HADDAD, Assed Naked<sup>3</sup>  
 deboraeiriz@poli.ufrj.br<sup>1</sup>, carinastolz@poli.ufrj.br<sup>2</sup>, assed@poli.ufrj.br<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Eng. Química, Mestranda do Programa de Engenharia Ambiental, POLI/UFRJ.

<sup>2</sup> Eng. Civil, D.Sc., Professora POLI/UFRJ.

<sup>3</sup> Eng. Civil, D.Sc., Professor POLI/UFRJ.

#### **Informações do Artigo**

Palavras-chave:

*Gerenciamento*

*Segurança*

*Armazenamento*

Key words:

*Management*

*Security*

*Storage*

#### **Resumo:**

*O gerenciamento de produtos químicos é uma fonte de preocupação constante dentro das empresas devido a sua alta variabilidade, complexidade e volumes movimentados e armazenados. Se tratando de instituições de ensino e pesquisa, a questão se torna ainda mais urgente, pois a falta de regulamentação e controle eficientes, brechas na legislação, falta de comunicação, conhecimento e cultura de segurança no armazenamento; tudo isso aliado a ferramentas de gerenciamento de risco inexistentes ou, caso existam, primitivas e desatualizadas; resultam em um ambiente propício a ocorrência de acidentes que podem causar perdas pessoais, patrimoniais ou doenças ocupacionais. Neste trabalho construiu-se um plano de gerenciamento de riscos contendo 18 requisitos fundamentais segundo princípios da segurança de processos, baseado no modelo de gerenciamento de segurança baseada em risco (RBPS) do CCPS, nos sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) da ANP, na NR-01 do Ministério do Trabalho e Previdência, no Process Safety Management (PSM) da OSHA e no Risk Management Plan (RMP) da EPA. Como resultado, apresenta-se a estrutura modelo de um plano de gerenciamento tangível de ser aplicado em unidades de armazenamento de produtos químicos em instituições de ensino e pesquisa, visando preencher uma lacuna metodológica e evitar situações de risco nestes locais.*

#### **Abstract:**

*Chemical management is a constant source of concern within companies due to its high variability, complexity, and the volumes being handled and stored. When it comes to educational and research institutions, the issue becomes even more urgent because of the lack of efficient regulation and control, loopholes in legislation, lack of communication, knowledge, and a safety culture in storage. All of this, coupled with nonexistent or, if they do exist, primitive and outdated risk management tools, results in an environment conducive to accidents that can lead to personal and property losses or occupational diseases. In this work, a risk management plan was constructed containing 18 fundamental requirements based on process safety principles. It is based on the Risk-Based Process Safety*

*(RBPS) model from CCPS, the Operational Safety Management Systems (SGSO) from ANP, NR-01 from the Ministry of Labor and Social Security, the Process Safety Management (PSM) from OSHA, and the Risk Management Plan (RMP) from EPA. As a result, a model structure for a tangible risk management plan applicable to chemical storage units in educational and research institutions is presented. This aims to fill a methodological gap and prevent risky situations in these locations.*

---

## 1. Introdução

O gerenciamento dos riscos relacionados à produtos químicos é uma parte essencial do sistema de gestão de uma organização, e visa minimizar os impactos negativos, seja para o processo, os trabalhadores e/ou para a sociedade. Ele requer monitoramento e tempo hábil de resposta com base em uma abordagem probabilística, visando: “a identificação de sinais de condições anormais, a avaliação do risco existente e adoção de medidas de controle ou eliminação por parte dos tomadores de decisão” [1].

A única forma de reduzir os riscos é pela adoção de salvaguardas ou dispositivos de segurança, ou seja, pela implementação de recursos de projeto, equipamentos ou procedimentos que visam diminuir a probabilidade ou reduzir a gravidade do cenário [2].

A análise de riscos é o emprego de estimativa qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa, utilizando-se de técnicas estruturadas, para se identificar possíveis cenários acidentais e suas frequências e severidades associadas [3]. Pode ser aplicada a um equipamento, processo, instalação ou organização, com foco em reconhecer os riscos associados de um sistema, seus modos de falha, novas possibilidades de eventos e novas formas de falha, a fim de adotar ferramentas de prevenção eficazes.

O enfoque deste estudo se volta para os almoxarifados, armazéns ou depósitos de produtos químicos em instituições de ensino e pesquisa, onde a falta de regulamentação e controle eficientes, brechas na legislação, falta de comunicação, conhecimento e cultura

de segurança no armazenamento de produtos químicos; tudo isso aliado a ferramentas de gerenciamento de risco inexistentes [4] ou, caso existam, insuficientes ou desatualizadas; criam um ambiente propício a ocorrência de acidentes que podem resultar em afastamentos, doenças ocupacionais, perdas pessoais ou patrimoniais.

Muitas vezes, espaços de depósito não têm a devida atenção das organizações quanto a segurança e o gerenciamento de riscos, quando em comparação ao processo produtivo em si, ainda assim, são fundamentais para o êxito nos negócios de qualquer empresa, visto que neles se concentram boa parte de seus ativos financeiros, materializados como matérias-primas, insumos e/ou produtos finais [5]. Desta forma, precisam ser gerenciados adequadamente, não só em relação ao seu quantitativo e controle de estoque, mas levando em conta a questão do armazenamento seguro.

## 2. Metodologia

A metodologia deste trabalho se baseou numa pesquisa documental, bibliográfica exploratória, com o intuito de facilitar o entendimento dos conceitos e apresentar de forma concisa os elementos integrantes da segurança de processo que tangenciam o tema de gerenciamento de risco no armazenamento de produtos químicos. Realizou-se uma busca de artigos nas bases eletrônicas de dados indexadas: *Web of Science*, SCOPUS, SCIELO, Periódicos Capes e Google Acadêmico. Pesquisou pelas palavras-chave: “*Risk Management*”, Risk Assessment”, “*Risk*

*Analysis*”, “*Storage*” e “*Chemical\**”, através de suas combinações e utilização de operadores booleanos. Tais operadores; como AND, OR ou NOT; informam às plataformas de busca como se deve combinar os termos a fim de restringir a busca bibliográfica. Não se limitou a pesquisa por filtros em ano de publicação ou idioma.

Na condução da revisão bibliográfica utilizou-se de documentos: artigos científicos, teses, dissertações, notas técnicas, boletins informativos, regulamentações (nacionais e internacionais), livros-texto; a fim de obter um *overview* da área de segurança de processos e trazer conceitos em comum aplicáveis a setores de armazenamento em unidades de instituições de ensino e pesquisa.

Na construção do protocolo de gerenciamento voltado às unidades de armazenamento em instituições de ensino e pesquisa utilizou-se como base de construção: o modelo de sistema de gerenciamento de segurança baseada em risco (RBPS) do CCPS [6], os regulamentos técnicos do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional da ANP n° 43/2007 e n° 05/2014 [7,8], a norma regulamentadora NR-01 do Ministério de Trabalho e Previdência do Governo Federal [9] e o programa de gerenciamento de riscos ocupacionais das agências regulatórias OSHA e EPA [10].

### **3. Revisão Bibliográfica**

#### **3.1 Armazenamento de produtos químicos e seus riscos associados**

Os principais riscos envolvidos em locais de armazenamento de produtos químicos se baseiam na liberação acidental de produtos perigosos por perda de contenção (derramamentos e vazamentos) que podem ocasionar, incêndios e explosões e liberações tóxicas. Neste contexto, solventes orgânicos são a fonte mais comum deste tipo de acidente nas indústrias químicas [11].

O incêndio consiste numa situação contendo fogo não controlado, já a explosão consiste numa liberação de energia abrupta. A

partir de um evento iniciador, uma situação de incêndio pode ocasionar uma explosão e vice-versa. A diferença básica entre incêndios e explosões se dá pela taxa de liberação de energia, que é muito superior na explosão. Incêndios envolvem propagação de radiação térmica a partir de reações de combustão enquanto explosões envolvem uma descontinuidade de pressão ou ondas de choque e pode ser de origem química ou puramente mecânica [12].

A ocorrência de incêndios ou explosões se dá pela formação de uma condição de atmosfera explosiva, que consiste em uma mistura com o ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, névoa ou poeira, na qual após ignição, a combustão se propaga através da mistura não consumida [13].

Atmosferas explosivas relacionadas a líquidos e gases inflamáveis resultam da presença e combinação de três elementos: combustível, comburente e fonte de ignição. Este conceito foi atualizado, onde acrescentou-se a fator reação em cadeia além dos três elementos iniciais (Figura 1). A reação em cadeia é o que sustenta o incêndio e o retroalimenta [14].

Tratando-se de poeiras combustíveis, dois elementos precisam estar presentes para propiciar a deflagração: dispersão das partículas (em suficiente quantidade e concentração); e confinamento [15]. As poeiras podem se acumular nas superfícies (vigas, estantes, equipamentos) e permanecer durante anos até que um evento primário se materialize. A onda de pressão originada por um evento de deflagração de pós serve como combustível para explosões secundárias [16]. Desta forma, é fundamental o controle da emissão ou liberação de poeira fugitivas, adotando-se medidas de prevenção e projetos de instalações que evitem que a poeira migre e se acumule.

Existem quatro princípios de proteção que devem ser observados em etapas, frente a um cenário de potencial formação de atmosfera explosiva, são eles: prevenir a presença de uma fonte de ignição; em caso negativo;

prevenir que a fonte de ignição se torne efetiva; em caso negativo; prevenir que a potencial atmosfera explosiva atinja a fonte de ignição, em caso negativo; prevenir a propagação das chamas garantindo seu enclausuramento [17].

### 3.2 Possíveis cenários acidentais

Um cenário é um evento ou sequência de eventos que levam a uma consequência indesejada. Ele se materializa a partir de uma causa inicial, que associado a uma condição habilitadora, leva a um desvio no modo normal de operação [18].

As principais consequências que podem se materializar a partir de um evento inicial e suas definições, de acordo com o CCPS *Process Safety Glossary* [19], são:

- *Flash fire*: consiste em um incêndio extremamente rápido em nuvem de vapor onde a massa envolvida não é suficiente para atingir estágio de explosão;
- *Jet fire*: acontece quando há um escoamento de gás inflamável sob alta velocidade e pressão que encontra uma fonte de ignição no ponto de vazamento;
- *Fireball*: acontece quando um volume de vapor inflamável comprimido escapa rapidamente da contenção. Devido a despressurização rápida, forma-se um volume esférico cuja superfície queima a partir da periferia e eleva-se pela redução de densidade causada pelo superaquecimento;
- *Incêndio em poça*: ocorre a partir de um rompimento ou furo em um tanque, esfera, tubulação, etc., onde o produto estocado é lançado sobre o solo formando uma poça e sofre ignição;
- *Dispersão atmosférica (Puff/Pluma)*: consiste no transporte e dispersão de gases para longe da fonte emissora, pela ação do vento. A pluma consiste numa liberação contínua de conteúdo com queda da concentração de material conforme se distancia da fonte, já o puff consiste numa liberação instantânea que mantém sua concentração ao longo do tempo;

- *Explosão de nuvem vapor confinado (VCE)*: acontece na combustão de uma mistura inflamável em ambiente fechado, onde maior parte da energia se desenvolve na forma de ondas de choque;

- *Explosão de nuvem vapor não confinado (UVCE)*: evento de explosão em nuvem de vapor em instalações abertas com presença de substâncias inflamáveis, onde a maior parte da energia total se desenvolve na forma de radiação térmica;

- *Boiling liquid expanding vapour explosion (BLEVE)*: trata-se de uma explosão de vapor expandido por um líquido em ebulição. Evento puramente físico em que o tanque ao ser aquecido e sob constante aumento de pressão interna, se rompe catastróficamente

- *Runaway Reaction*: reação exotérmica instável com taxa de reação descontrolada, levando a aumentos drásticos de temperatura e pressão.

### 3.3 Principais métodos de gerenciamento de riscos

- *Análise Preliminar de Riscos ou Perigos (APR/APP)*

Técnica simples e indutiva comumente empregada antes de um estudo mais completo. Pode ser empregada desde a etapa concepção, assim como ao longo de toda a vida útil do projeto, seja para fins de modificação, revisão ou como precursora de estudos adicionais [20]. A única diferenciação entre APR e APP é que nesta última, geralmente não se faz classificação de risco através da matriz de tolerabilidade de riscos, estima-se somente a severidade.

- *Estudo de perigo e operabilidade (HazOp)*

A técnica investiga causas e consequências dos desvios da intenção de projeto a partir de um estudo de nós de um processo e emprego de palavras-guia, oferecendo recomendações para que o evento não ocorra. Este estudo é mais comumente realizado no estágio de detalhamento do projeto, quando já há disponível um diagrama

completo da instalação, mas alterações ainda são praticáveis, pode também ser empregado ao longo da vida útil, revisões de segurança ou alterações na planta [20].

- **Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA)**

Técnica utilizada para listar as formas em que componentes, sistemas ou processos podem falhar em atender o intuito de seu projeto, além de identificar os efeitos dessas falhas, seja para o próprio equipamento, sistema, planta ou meio ambiente. Cada equipamento é considerado de forma singular, desta forma fornece pontos de atenção e melhoria, além de permitir uma ordenação de prioridade de acordo com a severidade designada [21].

- *What-if*

Estudo sistemático, baseado em brainstorming e questionamento voltado para uma equipe multiprofissional experiente na área. Utiliza-se um conjunto de palavras ou frases de “comando” para estimular o questionamento sobre: “o que pode dar errado?”, de modo a estimular os participantes a identificar os possíveis riscos, explorar cenários, suas causas, consequências e impactos [21].

- *Checklist*

Técnica empregada para encontrar desvios, verificando os parâmetros frente aos padrões estabelecidos em uma lista. Apresenta uma estrutura fixa, onde itens que não estão previstos não são verificados. Desta forma, deve ser constantemente revisada a fim de garantir negligência de riscos ou fatores importantes que não são usualmente conferidos [20].

- **Análise por Árvore de Falhas (AAF)**

Estudo conduzido na análise quantitativa de riscos e baseia-se na construção de um fluxograma verticalizado com um cenário acidental específico, chamado de evento principal ou evento topo. Através de combinações de eventos básicos e intermediários, portões lógicos e dados de taxa de falha de equipamentos; calcula-se a

probabilidades de ocorrência do evento topo [18].

- **Análise por Árvore de Eventos (AAE)**

Baseia-se na construção de um diagrama horizontal que se inicia com uma falha, por exemplo, de um equipamento, o que pode desencadear eventos múltiplos e o acionamento de camadas de proteção sequencias. Calcula-se as probabilidades em cada etapa até se chegar as probabilidades de diferentes consequências [18].

- *BOW-TIE*

A técnica consiste em uma ferramenta gráfica que descreve os caminhos de um evento, desde as causas até as consequências, onde seu foco está nas camadas de proteção. As barreiras preventivas são posicionadas entre as causas e o evento topo, enquanto que as barreiras mitigadoras são posicionadas entre o evento topo e as consequências [20].

#### 4. Desenvolvimento

Alguns modelos de gerenciamento de riscos sob a ótica da segurança de processos podem ser utilizados como base para a construção de um plano de gerenciamento de riscos robusto voltado para o ambiente das instituições de ensino e pesquisa. Apesar desta realidade não se tratar de plantas ou operações industriais, os princípios fundamentais podem ser adaptados e aplicados aos setores de armazenamento de produtos químicos nestas instituições.

O primeiro modelo a ser estudado é o de gerenciamento de segurança baseada em risco do CCPS (*risk-based process safety* - RBPS), contendo 20 elementos fundamentais que se subdividem em 4 pilares: comprometimento com a segurança, entendimento de perigos e riscos, gerenciamento de riscos e aprendizado com a experiência [6].

O segundo modelo é da Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), levando-se em conta que é de sua competência estabelecer e fiscalizar regras para que as empresas

reguladas garantam a utilização das melhores práticas de segurança operacional e de engenharia na proteção da saúde humana e do meio ambiente durante a condução de suas atividades. Utilizou-se como referência os Regulamentos Técnicos do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional da Agência Nacional de Petróleo [7,8], que estabelecem 17 práticas de gestão subdivididas em três grupos: práticas de Gestão relativas à: Liderança, pessoal e gestão; Instalações e tecnologia e Práticas operacionais.

O terceiro modelo é baseado na norma regulamentadora brasileira do Ministério do Trabalho e Previdência que estabeleceu na NR-01 o programa de gerenciamento de riscos ocupacionais contendo como documentos mínimos o inventário de riscos e plano de ação [9].

O quarto modelo, é pautado nos requisitos normativos em comum entre as agências regulatórias OSHA e EPA, listados no site do governo dos Estados Unidos [10] e seus respectivos planos de gerenciamento: Gerenciamento de Segurança de Processo da OSHA (*Process Safety Management - PSM*) e os elementos do Plano de Gerenciamento de Riscos da EPA (*Risk Management Plan - RMP*). Ambos os documentos foram desenvolvidos para atingir o mesmo objetivo, prevenir a liberação acidental de substâncias perigosas.

Os requisitos dos diferentes programas de gerenciamento de riscos estudados estão dispostos no Quadro 1, constante no Anexo A, mostrando como se correlacionam entre si.

Com base nos modelos de gerenciamento apresentados, construiu-se a estrutura modelo de documento para um plano de gerenciamento aplicável as instituições de ensino e pesquisa que armazenam produtos químicos, visando preencher uma lacuna metodológica e sistematizar quais as informações são necessárias e como elas devem ser dispostas. A estrutura do documento é dividida em 18 itens, exibidos no Quadro 2, os quais são apresentados a seguir, com suas respectivas instruções.

Quadro 2 – Estrutura do Plano de Gerenciamento de Riscos

Gestão de Informações e Documentação
Envolvimento do pessoal
Cultura de segurança, compromisso e responsabilidade gerencial
Qualificação, treinamento e desempenho do pessoal
Ambiente de Trabalho e Fatores Humanos
Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas
Melhoria Contínua do Desempenho
Auditorias
Monitoramento
Investigação de Incidentes
Projeto, Construção, Instalação e Desativação
Elementos Críticos de Segurança
Identificação de perigos e análise de riscos
Integridade mecânica
Planejamento e gerenciamento de grandes emergências
Procedimentos Operacionais
Gerenciamento de mudanças
Práticas de trabalho seguro e procedimentos de controle em atividades especiais

Fonte: Autoria própria

#### 4.1. Gestão de Informações e Documentação

Deve-se definir procedimentos de controle, acesso e disponibilidade das informações. Os documentos importantes para situações de emergências devem ser mantidos prontamente disponíveis no local de armazenamento, como as FISPQ's e o Plano de Resposta e Emergência (PRE);

Ao realizar o inventário de substâncias químicas, informar sobre a capacidade máxima de armazenamento, quantitativo e relação das substâncias armazenadas com informações básicas como:

- Número de identificação: CAS e n° ONU;
- Limites de exposição admissíveis (CL50 e DL50);
- Dados físicos: Pressão de vapor a 25°C, ponto de fulgor (PF), Limite inferior de inflamabilidade (LII) densidade, teor, pontos de fusão e ebulição, IDLH;

- Características de periculosidade (toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, etc.): Para esta classificação, além de se utilizar das informações de acordo com a FISPQ, pode-se realizar a classificação de periculosidade e inflamabilidade de acordo, por exemplo, com a norma CETESB, P4.261 [22], para tomada de decisão quanto à necessidade ou não de um EAR pela comparação entre as distâncias em relação a substância alvo: distância de referência (dr) e distância à população de interesse (dp). Pode-se também utilizar como referência a Resolução nº 3.965 [23], onde se calcula o índice de risco (IR) para cada substância verificando quais delas apresenta  $IR > 1$ , o que indicaria uma maior necessidade de monitoramento e gerenciamento para tal substância.

- Incompatibilidades químicas e características especiais de armazenamento;

No arranjo geral da instalação e equipamento, incluir: a identificação do empreendimento, os dados climáticos, a localização de pontos de água, a localização dos equipamentos de emergência principais equipamentos e tubulações, o diagrama de classificação elétrica, dados elétricos (diagramas unifilares), a localização do quadro geral de luz, materiais construtivos, a classificação de áreas, os sistemas de segurança e controle (P&ID), intertravamentos, detecção ou sistemas de supressão), ao códigos e normas de projeto, quando aplicáveis.

#### **4.2. Envolvimento do pessoal**

Garantir a participação da força de trabalho no desenvolvimento, implementação e revisões periódicas programadas do plano de gerenciamento de riscos, assim como promover atividades de conscientização e atualização em segurança. Permitir um ambiente em que todos os envolvidos se sintam parte integrante, tenham acesso à informação e possam trazer suas opiniões e contribuições para o fortalecimento do gerenciamento de segurança, como por exemplo, através de questionários ou reuniões de *feedback*.

#### **4.3. Cultura de segurança, compromisso e responsabilidade gerencial**

Descrever a estrutura organizacional com definição de responsabilidades e atribuições do pessoal envolvido. Algumas atitudes são importantes neste quesito, como garantir um ambiente de comunicação aberta e efetiva, manter um senso de vulnerabilidade e sensibilização em questões segurança, revisão de lições aprendidas, reforço das responsabilidades individuais e consequências originada por desvios e condutas irregulares.

#### **4.4. Qualificação, treinamento e desempenho do pessoal**

Definir os níveis de treinamento, qualificação, competência, habilidade e conhecimento específicos para realizar certas operações, inspeções, manutenções e outras atividades cabíveis aos locais de armazenamento.

Estabelecer medidas para adquirir ou manter a capacitação de pessoal, com reciclagem periódica dos requisitos de segurança e procedimentos operacionais. Garantir o reconhecimento dos riscos envolvidos, mantendo evidência documentada de que a força de trabalho tenha recebido treinamento adequado ao exercício de suas funções.

#### **4.5. Ambiente de Trabalho e Fatores Humanos**

Analisar aspectos do ambiente de trabalho passíveis a ocorrência de falha humana, por exemplo: códigos, padrões, ergonomia cognitiva e sinalizações. evitando situações e condições que possam provocar incidentes.

#### **4.6. Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas**

Garantir que os contratados e terceirizados sejam capacitados quanto às práticas de trabalho seguro, conhecimento dos riscos e perigos existentes, assim como os procedimentos em caso de emergência. Manter evidência documentada de que tenham recebido treinamento adequado.

#### **4.7. Melhoria Contínua do Desempenho**

Estabelecer indicadores de desempenho e metas que avaliem a eficácia do sistema de gerenciamento da segurança, de acordo com os objetivos fixados e um sistema de ações corretivas e preventivas quando constatado desempenho insuficiente.

Buscar a melhoria contínua através da redução dos riscos, utilizando-se de medidas como: eliminação de perigos; substituição de processos, substâncias, materiais e equipamentos por outros; controle de engenharia e reorganização do trabalho; controles administrativos e treinamento e por fim, equipamentos de proteção individual.

#### **4.8. Auditorias**

Auditorias tem como benefício identificação de janelas de oportunidade para melhorias, aumento da sensibilização para segurança e maior confiança relacionada ao atendimento da legislação. Quando necessário e aplicável, estabelecer de forma objetiva e imparcial auditorias do sistema de gerenciamento de riscos, incluindo aspectos relacionados à segurança, meio-ambiente e saúde, sejam elas auditorias internas (pessoal da própria organização) ou externas (de segunda ou terceira parte).

#### **4.9. Monitoramento**

Monitorar regularmente, as características principais de operações e atividades que possam causar incidentes com avaliação periódica do atendimento à legislação e regulamentos de segurança pertinentes ao armazenamento de produtos químicos. Documentar a implementação ou não das ações corretivas e preventivas, assim como as recomendações provenientes das auditorias, justificando a não adesão, em caso de rejeição.

#### **4.10. Investigação de Incidentes**

Guardar registro dos incidentes e acidentes ocorridos, para posterior implementação de ações que visem impedir ou minimizar a possibilidade de recorrência do mesmo. Informações relevantes: data;

metodologia de análise, descrição do tipo de incidente/acidente, instalações, processos, equipamentos e atividades envolvidas; consequências; causas identificadas; fatores contribuintes; ações preventivas e corretivas implementadas; avaliação de tendências das não-conformidades e recomendações.

#### **4.11. Projeto, Construção, Instalação e Desativação**

Em todas as etapas, considerar a conformidade com normas, padrões e boas práticas relacionadas à segurança; seja na aquisição de itens, instalação e equipamentos, disposição de materiais, intervenções humanas e alterações de layout.

#### **4.12. Elementos Críticos de Segurança**

Consistem em equipamentos, sistemas ou procedimentos essenciais para a prevenção ou mitigação, que em caso de falha podem conduzir a um acidente ou quase-acidente. Desta forma devem ser contabilizados e checados periodicamente. Nesta sessão constam os sistemas de combate a incêndio, sistemas de alarme, iluminação, detecção de fogo e gás, e outros que necessitam de prontidão em caso de emergência.

#### **4.13. Identificação de perigos e análise de riscos**

As análises de riscos fazem parte do principal elemento de gestão do Plano de Gerenciamento de Riscos, pois são elas norteiam para os perigos existentes e os riscos que serão de fato gerenciados. Os perigos podem ser decorrentes de: infraestrutura, equipamentos, materiais, substâncias, condições físicas do local, manutenção, disposição, fatores humanos, etc. Dentre os métodos cabíveis, pode-se utilizar ferramentas qualitativas como: Análise preliminar de riscos (APR), *What-if*, *Checklist* e até o auxílio da representação gráfica do *Bow-Tie*. De preferência, utilizar-se inicialmente ao menos a técnica de APR em seguida combiná-la com uma ou mais destas outras ferramentas.



O relatório de identificação e análise de riscos deve incluir: justificativa e descrição da metodologia de análise utilizada, identificação e análise dos riscos, classificação dos riscos, recomendações e conclusões. Este documento deverá estar disponível para consulta durante a realização de auditorias, inspeções ou verificações da instalação.

#### **4.14. Integridade mecânica**

Definir as inspeções, testes e manutenções necessárias dos sistemas, estruturas, equipamentos e sistemas críticos de segurança; de forma planejada e controlada, buscando a integridade mecânica e adequação ao uso pretendido. Deverão estar incluídos neste item os procedimentos de manutenção, os programas de inspeção, cronogramas de manutenções preventivas e o arquivo dos dados de equipamentos.

#### **4.15. Planejamento e gerenciamento de grandes emergências**

Após identificar, na etapa de Identificação e Análise de Riscos, as grandes emergências e descrever os cenários acidentais associados; deve-se avaliar a capacidade de resposta à cada cenário acidental e apresentar as ações efetivas de resposta a emergências.

Elaborar o Plano de Resposta e Emergência (PRE) da instalação, contendo os procedimentos de preparação e de resposta, como os recursos disponíveis, equipamentos e estrutura organização de resposta serão acionados e compartilhados, identificação do responsável legais, procedimento de comunicação do acidente, cenários acidentais, sistemas de alerta, etc.,

Normalmente, as ferramentas do PRE são: Brigada de Emergência, Sistemas de Prevenção e Combate a Incêndio e de Alarme, Equipamentos de Proteção, Veículo de Emergência, Inspeções Periódicas (checklist), Procedimentos de Emergência, Áreas de Riscos Envolvidas, Impactos Ambientais e Informações Técnicas, Estrutura (estrutura de apoio, equipe de combate, equipe socorrista), Análise e Revisões do

PRE e outros Planos (PEI, Plano de Comunicação, Plano de Apoio Hospitalar, Pré-planos, Planos Integrados).

Na descrição dos equipamentos e materiais de resposta deve-se apresentar: nome, tipo e características operacionais; quantidade disponível; localização; tempo máximo estimado de deslocamento para o local de utilização; limitações para o uso e EPIs a serem utilizados pelas equipes de resposta.

#### **4.16. Procedimentos Operacionais**

Identificar quais atividades necessitam de protocolos padronizados e seu nível de detalhamento, garantindo que todos tenham conhecimento e acesso ao conteúdo, a fim de utilizá-lo como ferramenta de aumento de performance e treinamento. Revisar os procedimentos operacionais periodicamente, de modo que estejam sempre atualizados e representem práticas operacionais claras, concisas e específicas para realização das tarefas com segurança.

#### **4.17. Gerenciamento de mudanças**

Esta etapa é fundamental para reconhecer e avaliar quais situações necessitam de modificações, e que estas não adicionem perigos ou aumentem os riscos existentes no ambiente. Para tal, deve-se efetuar uma avaliação inicial dos possíveis efeitos da implementação da modificação, identificar os perigos e riscos associados e as respectivas medidas de controle e monitoramento. A mudança, seja ela permanente, temporária ou emergencial, deve ser registrada, de ciência de todos os envolvidos, estar em conformidade com os requisitos de segurança e não impactar o desempenho ou acrescentar riscos ao ambiente.

Elas podem ser classificadas como em mudanças de: produtos, serviços, processos, padrões, procedimentos, operações, instalações, força de trabalho, tecnologia, requisitos legais, entre outros.

#### 4.18. Práticas de trabalho seguro e procedimentos de controle em atividades especiais

Atividades que necessitam da emissão de permissão de trabalho e outros mecanismos de controle, como as que envolvem trabalho em espaços confinados, à quente, em altura, em redes de alta tensão, entre outros; devem ser planejadas e realizadas em conformidade de acordo com os procedimentos de trabalho e segurança, sob supervisão e anuência expressa de profissional habilitado.

#### 5. Considerações Finais

Através deste trabalho foi possível construir um modelo geral de protocolo para gerenciamento de risco aplicável ao armazenamento de produtos químicos, levando em conta os conceitos da área de segurança de processos, com o objetivo de trazer um maior enriquecimento e rigor técnico ao se considerar os riscos existentes em tais espaços, muitas vezes negligenciados por não estarem inseridos numa ótica industrial ou sob algum tipo de fiscalização compulsória das suas condições ambientais e de saúde e segurança para os com os que com ele interagem, de forma direta ou indireta.

A pesquisa bibliográfica trouxe um *overview* de pontos importantes como as principais situações de risco envolvidas no armazenamento de produtos químicos e os possíveis cenários acidentais que podem intercorrer nesses espaços.

#### 6. Referências

- [1] REGAN, P. J.; PATÉ-CORNELL, M. E. *Normative engineering risk management systems*. Reliability Engineering and System Safety, v. 57, n. 2, p. 159–169, 1997.
- [2] CCPS. Center for Chemical Process Safety. *Indicadores de segurança de processos. Guia de seleção de indicadores proativos e reativos*. Tradução realizada pela RSE CONSULTORIA, 2019. 71p.
- [3] BAHIA. CEPRAM - Conselho estadual do meio ambiente (Estado). *Resolução nº 4.578, de 29 de setembro de 2017. Norma Técnica NT – 01/2017: Análise e gerenciamento de riscos acidentais para substâncias perigosas*. Bahia, BA. 2017.
- [4] JARDIM, W. F. *Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa*. Química Nova, v. 21, No. 15, p. 671-673, 1998.
- [5] PAOLESCHI, B. *Almoxarifado e gestão de estoques: do recebimento, guarda e expedição à distribuição do estoque*. 2ª Edição. São Paulo: Érica, 2014.
- [6] CCPS. Center for Chemical Process Safety. *Risk Based Process Safety Overview*. American Institute of Chemical Engineers. 2014. 44p.
- [7] ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Resolução nº 43, de 06/12/2007. Institui o Regime de Segurança Operacional para as Instalações de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural e aprova o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO)*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2007.
- [8] ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. *Resolução nº 5 de 29/01/2014. Aprova o Regulamento Técnico ANP nº 2/2014 - Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional para Refinarias de Petróleo*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014.
- [9] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 1 – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais*. Brasília, DF, 2020.
- [10] USDL. United States Department of Labor. *Occupational Safety and Health Administration Process Safety Management and Risk Management Plan Regulatory Requirements*. [S.I.][2018?].

- Disponível em: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.119>. Acesso em 04/11/22.
- [11] CROWL, D. A.; LOUVAR, J. F. *Chemical process safety: fundamentals with application*. 3.ed. Boston, MA: Pearson Education, Inc. 2011. 843p.
- [12] CCPS. Center for Chemical Process Safety. *Guidelines for Vapor Cloud Explosion, Pressure Vessel Burst, BLEVE and Flash Fire Hazards*, 2nd Edition. 2010. 456p.
- [13] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 60079-14:2006 – Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas*. Rio de Janeiro, 2006 xp.
- [14] FSAC. Fire Safety Advice Centre. *Information about the Fire Triangle/Tetrahedron and Combustion*. 2011. Disponível em: <https://www.csb.gov/bp-america-refinery-explosion/>. Acesso em: 31 jan. 2023.
- [15] OSHA. *Firefighting Precautions at Facilities with Combustible Dust*. 2013 Disponível em: [https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA\\_3644.pdf](https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA_3644.pdf). Acesso em: 15 nov. 2022.
- [16] CSB. *West Pharmaceutical Services Dust Explosion and Fire*. 2004. Disponível em: <https://www.csb.gov/west-pharmaceutical-services-dust-explosion-and-fire/>. Acesso em: 31 jan. 2023.
- [17] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 80079-36:2018. Atmosferas explosivas. Parte 36: Equipamentos não elétricos para atmosferas explosivas. Métodos e requisitos básicos*. Rio de Janeiro, 2018 xp.
- [18] CCPS. Center for Chemical Process Safety. *Guidelines for hazard evaluation procedures*. 2008. 549p.
- [19] CCPS. Center for Chemical Process Safety. *CCPS Process Safety Glossary*. 2023. Disponível em: <https://www.aiche.org/ccps/resources/glossary> . Acesso: 10 jan 2023.
- [20] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 31010:2012 - Gestão de Riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos*, 2012 xp.
- [21] RUPPENTHAL, J. E. *Gerenciamento de riscos*. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 120 p, 2013.
- [22] CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *P4.261 – Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência*. 2ª ed., p.140, 2011.
- [23] CEPRAM - Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 3.965, de 11 de agosto de 2009. *Norma Técnica NT – 01/2009: Gerenciamento de risco no Estado da Bahia*. Bahia, BA. 2009.

## 7. Anexos e Apêndices

### ANEXO A

Quadro 1 - Comparação entre requisitos de diferentes programas de gerenciamento de riscos

CCPS órgão não regulatório	RESOLUÇÃO ANP Nº 5 DE 29/01/2014 órgão regulatório brasileiro	NR 01 - Ministério do Trabalho e Previdência	PSM(OSHA) e RMP (EPA) órgãos regulatórios americanos
Cultura de segurança	Cultura de Segurança, Compromisso e Responsabilidade Gerencial	Respeito ao que está disposto nas demais Normas Regulamentadoras e demais exigências legais de SST	Informação de segurança de processos
Conformidade com as normas	-	-	-
Competência em segurança	Qualificação, Treinamento e Desenvolvimento do Pessoal	Capacitação e treinamento em Segurança e Saúde no Trabalho	-
Envolvimento da força de trabalho	Envolvimento do Pessoal	-	Participação da força de trabalho
Envolvimento das partes interessadas	-	-	-
Conhecimento do processo	-	-	-
Identificação de perigos e análise de riscos	Identificação e Análise de Riscos	Identificação de perigos e avaliação de riscos ocupacionais	Análise de Perigos do processo
Procedimentos operacionais	-	-	Procedimento Operacionais
Práticas de trabalho seguro	Ambiente de Trabalho e Fatores Humanos	-	Permissão de Trabalho a Quente
Integridade de ativos e confiabilidade	Integridade Mecânica	-	Integridade Mecânica
Gestão das contratações	Seleção, Controle e Gerenciamento de Empresas Contratadas	-	Contratadas
Treinamento e garantia de desempenho	-	Treinamento	Treinamento
Gestão de mudanças	-	-	Gestão de mudanças
Prontidão operacional	-	-	Revisão de segurança pré-inicialização
Conduita das operações	-	-	-
Gestão de emergências	Planejamento e Gerenciamento de Grandes Emergências	Preparação para emergências	Planejamento e Resposta a Emergências
Investigação de acidentes	Investigação de Incidentes	Análise de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho	Investigação de Incidentes
Métricas e monitoramento	-	Documentação	-
Auditorias	Auditorias	-	Auditorias de Conformidade
Revisão de segurança e melhoria contínua	Monitoramento e Melhoria Contínua do Desempenho	-	-
-	Elementos Críticos de Segurança Operacional	-	-
-	Gestão da Informação e da Documentação	Da prestação de informação digital e digitalização de documentos	Sistema de gestão de documentos
-	-	-	Análise de pior cenário de liberação
-	-	-	Análise de cenário alternativo de liberação
-	-	-	Histórico de 5 anos de acidentes

Fonte: Autoria própria