

FERNANDO LUIZ TORSANI

Análise de Risco em Processo de Síntese em uma Indústria Química

São Paulo

2017

FERNANDO LUIZ TORSANI

Análise de Risco em Processo de Síntese em uma Indústria Química

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo
2017

Dedico este trabalho à Cris, ao Caio e à Bia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Cristiane, minha esposa, ao Caio e à Beatriz, meus filhos, pelo tempo em que não ficamos juntos, pelas brincadeiras que não brincamos e pelos passeios que não fizemos, pela sua compreensão e paciência.

Aos meus pais, Natalina e Antonio (*in memoriam*) que me deram as bases sobre as quais pude construir este meu caminho.

Aos professores e instrutores do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo empenho em nos guiar e auxiliar, mesmo à distância, nesta caminhada.

Aos funcionários da PECE-USP pela acolhida nos encontros presenciais.

Aos colegas de curso pela parceria.

“Não é justo nem humano exigir do homem tanto trabalho a ponto de fazer pelo excesso da fadiga embrutecer o espírito e enfraquecer o corpo”

Carta Encíclica “Rerum Novarum”.

Papa Leão XIII

RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvida a análise de risco em uma empresa química de médio porte, utilizando duas ferramentas: a Análise Preliminar de Risco (APR) e o Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP), tendo como objetivos identificar e avaliar os riscos gerais da área e de um processo de síntese em particular, além do exercício do uso e da comparação dessas ferramentas. É feita uma revisão dos conceitos básicos de gerenciamento de risco e das particularidades de cada ferramenta utilizada, bem como dos procedimentos para o seu desenvolvimento. Para o desenvolvimento das análises foram seguidos os procedimentos apresentados com a formação de uma equipe de estudo, visitas em campo e análise da documentação de projeto e processo disponíveis. São descritas a área de síntese da empresa, a unidade de processo e o processo de fabricação objeto da análise. Todo o estudo seguiu é apresentado cronologicamente, sendo seus resultados compilados nos formulários específicos de cada ferramenta anexos. Os objetivos propostos foram atendidos já que os riscos foram identificados através da aplicação das ferramentas escolhidas.

Palavras-chave: gerenciamento de risco. análise preliminar de risco. Hazop. processo. Indústria química.

ABSTRACT

In this work, the risk analysis was developed in a medium-sized chemical company using two tools: Preliminary Risk Analysis (APR) and Hazard and Operability Study (HAZOP), with the objective of identifying and evaluating the general risks of the area and of a particular synthesis process, besides the exercise of the use and the comparison of these tools. Basic concepts of risk management and the particularities of each tool used was reviewed, as well as the procedures for its development. For the development of the analyzes were followed the procedures presented with the formation of a study team, field visits and analysis of the available project and process documentation. The area of synthesis of the company, the process unit and the manufacturing process object of the analysis are described. All the study followed is presented chronologically, being its results compiled in the specific forms of each tool attached. The proposed objectives were met since the risks were identified through the application of the chosen tools.

Keywords: risk management. preliminar risk analyse. Hazop. process. Chemical industries.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo de sistema de gestão da SST para a OHSAS 18001 (2007)	17
Figura 2 - Procedimento para avaliação de risco	22
Figura 3 - Exemplo de planilha de análise preliminar de riscos (APR).....	23
Figura 4 - Hierarquia de controles	28
Figura 5 - Procedimento de um estudo HAZOP	31
Figura 6 - Análise considerando "Elemento primeiro"	37
Figura 7 - Análise considerando "Palavra-guia primeiro"	38
Figura 8 - Planta geral da empresa.....	43
Figura 9 - Área de Ceras e Síntese – Layout do mezanino.....	44
Figura 10 - Reator operando com boca de visita aberta.	46
Figura 11 - Tanque de transferência usado para carregamento de Naftaleno.	46
Figura 12 - Indícios de vazamento em juntas da tubulação de ácido sulfúrico.....	47
Figura 13 - Visão geral da área do mezanino.....	48
Figura 14 - Reator novo, com vão à direita sem proteção.....	48
Figura 15 - Área abaixo dos reatores, com obstáculos à circulação.	49
Figura 16 - Parte superior de reator, coluna e tubulações sem isolamento.	50
Figura 17 - Tubulações e distribuidor de vapor sem isolamento e acessíveis.....	50
Figura 18 - Descarga de vapor de flash no ambiente.....	51
Figura 19 - Acionamento de sistema de agitação por correia e desprotegido.....	51
Figura 20 - Carregamento de Naftaleno no reator.....	55
Figura 21 - Fluxograma de processo.....	56
Quadro 1 - Ferramentas de Análise de Risco	19
Quadro 2 - Classificação da frequência de ocorrência dos cenários.....	25
Quadro 3 - Classificação de severidade dos perigos identificados.	25
Quadro 4 - Matriz de classificação de risco – frequência x severidade.....	26
Quadro 5 - Nível de ação requerido	26
Quadro 6 - Avaliação da efetividade de controle.....	27
Quadro 7 - Exemplos de desvios associados a palavras-guia	35
Quadro 8 - Análise Preliminar de Risco (APR).....	63
Quadro 9 - HAZOP, Tanque de transferência de naftaleno	65
Quadro 10 - HAZOP, Reator vitrificado de síntese.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NR: Norma Regulamentadora

MTE: Ministério do Trabalho e Emprego

HAZOP: *Hazard and Operational Analysis*

APP: Análise Preliminar de Perigo

APR: Análise Preliminar de Risco

LCQ: Laboratório de Controle de Qualidade

SST: Segurança e Saúde do Trabalho

OHSAS: *Occupational Health and Safety Assessment Services*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 RISCO E PERIGO.....	15
2.2 O GERENCIAMENTO E A ANÁLISE DE RISCOS	16
2.3 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)	20
2.3.1 Passo 1 - Identificação dos perigos.....	22
2.3.2 Passo 2 - Avaliação dos riscos	23
2.3.3 Passo 3 - Controle dos riscos	27
2.3.4 Passo 4. Revisão das medidas de controle.....	28
2.4 HAZOP	29
2.4.1 Escopo e objetivos	32
2.4.2 Funções e responsabilidades.....	32
2.4.3 Preparação	33
2.4.4 Análise.....	35
2.4.5 Documentação	39
2.5 O PROCESSO DE SULFONAÇÃO DO NAFTALENO.....	40
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 A EMPRESA	42
3.2 A ÁREA ANALISADA.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)	45
4.2 O PROCESSO	52

4.3 HAZOP	56
4.3.1 Escopo e Objetivos	57
4.3.2 Preparação	57
4.3.3 Análise.....	58
4.3.4 Documentação e acompanhamento	58
4.3.5 Considerações Finais.....	59
5 CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE A – PLANILHA DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)	63
APÊNDICE B – PLANILHAS DE HAZOP	65
ANEXO – FICHAS DE INFORMAÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO	72

1 INTRODUÇÃO

Desde o momento de sua concepção até a sua morte o ser humano está sujeito a riscos. Alguns inerentes à própria vida, inevitáveis, como o seu próprio nascimento, comer, beber ou se apaixonar. Outros deliberadamente assumidos, muitas vezes por pura diversão e tantas outras pela necessidade de sobrevivência. Finalmente o ser humano está sujeito a inúmeros riscos sem mesmo ter o conhecimento ou a consciência de estar. São riscos que lhe são impostos pelo ambiente, pela vida em sociedade e também pelo seu trabalho.

Especificamente na indústria, ainda hoje, com todo o conhecimento e tecnologia disponíveis, pode-se observar trabalhadores expostos a riscos desnecessários, algumas vezes sem mesmo se dar conta de que estão expostos, e outras tantas se expondo, conscientemente, em nome da eficácia, de uma promoção ou simplesmente pelo medo de perder o emprego. Por outro lado, empregadores displicentemente deixam que suas empresas ofereçam riscos aos trabalhadores, negligenciando procedimentos e medidas simples de segurança, muitas obrigatórias.

A cultura geral que se observa é a preocupação com a fiscalização e com as sanções que podem ser aplicadas à empresa caso irregularidades sejam encontradas. Fora isso, não há uma preocupação com segurança. Uma antecipação, avaliando os riscos e tomando medidas, independente da Lei, para mitigá-los. Os gastos em segurança do trabalho são vistos como custo e não como investimento, independente do porte e exposição da empresa.

Neste trabalho é feito um estudo de caso ilustrativo dessa condição geral, em uma empresa química de médio porte, em que condições de segurança básicas vinham sendo negligenciadas pela direção e onde os trabalhadores ficam expostos a diversos riscos, quase condicionados a não notar que estão.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar os riscos em uma indústria química de médio porte, utilizando as ferramentas de Análise Preliminar de Risco (APR) e de Estudo de

Perigos e Operabilidade (HAZOP), estudadas no curso de Engenharia de Segurança do Trabalho.

Como um segundo objetivo, não menos importante, a aplicação dessas duas ferramentas visa o seu melhor entendimento, para posterior aplicação pelo autor em suas atividades como Engenheiro de Segurança do Trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

No desenvolvimento do Programa de Prevenção de Risco Ambientais (PPRA), estabelecido pela Norma Regulamentadora nº 9, NR-09, do Ministério do Trabalho, a primeira etapa consiste, segundo item 9.3.1, na antecipação e reconhecimento dos riscos, seguido do estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle (dos riscos) e avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores.

A partir desse reconhecimento e avaliação dos riscos devem ser tomadas as medidas de controle e monitoramento, afinal não se pode controlar o que não se conhece.

Apesar disso e da obrigatoriedade da elaboração e revisão anual do PPRA, obrigatoriedade essa que vem sendo cada vez mais cobrada e fiscalizada, tem sido observado pelo autor que essas etapas são, em geral, executadas de forma displicente, quando não apenas no papel.

Por sua atuação na consultoria em processos industriais e projeto de plantas e equipamentos de processo, o autor tem tido contato com empresas dos mais diversos segmentos e tamanhos, bem como com profissionais da área de segurança do trabalho dessas empresas e independentes. Enquanto os profissionais de empresas de grande porte solicitam o PPRA e PCMSO aplicáveis a cada caso de forma protocolar, muitas vezes sem sequer fazer uma análise superficial da adequação desses documentos às exigências de segurança do trabalhador, profissionais de empresas menores, em alguns casos, sequer exigem essa documentação.

Complementando o cenário, profissionais independentes de segurança do trabalho geram PPRAs sem nem mesmo conhecer o ambiente onde será executado o serviço ou as peculiaridades desse serviço.

Além disso, a análise de riscos, em especial de processo, como ferramenta de melhoria da segurança e eficiência das empresas ainda é muito pouco aplicada no Brasil, representando um nicho bastante interessante a ser explorado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RISCO E PERIGO

Risco, segundo a norma ABNT NBR ISO 31000 (2009), é genericamente “o efeito da incerteza nos objetivos”, sendo um desvio em relação ao esperado tanto positivo quanto negativo. Ainda segundo a mesma norma, o risco é muitas vezes expresso em termos de uma combinação de consequências de um evento (incluindo mudanças nas circunstâncias) e a probabilidade de ocorrência associada. Assim, apesar de se associar a palavra risco imediatamente à perigo ou a consequências negativas, não há que se definir dessa forma. Para que se defina o risco associado à segurança, e mais especificamente à saúde e segurança do trabalho, é preciso utilizar outros conceitos complementares ao risco. Desta forma a norma OHSAS 18001 (2007), que trata especificamente do sistema de gestão para segurança e saúde ocupacional, define o risco como a “combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposição(ões) e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde, que pode ser causada pelo acontecimento ou pela(s) exposição(ões).”

Para aplicar o conceito geral de risco à saúde e segurança do trabalho, a norma OHSAS 18001 (2007) usa o conceito de perigo, definindo-o como a “fonte, situação ou ato com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes.”

De forma equivocada risco e perigo tem sido tratados como sinônimos, quando se tratam de conceitos distintos, porém interligados e essenciais para a gestão de saúde e segurança do trabalho (SST).

Observando apenas o ambiente de trabalho, a NR-09 considera riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes no ambiente que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

Ainda segundo a NR-09, “consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações,

pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.

Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidas pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.”

Destaca-se que, ao usar expressões como “tais como” e “entre outros”, a NR-09 não restringe os agentes físicos, químicos e biológicos aos citados, devendo o profissional responsável pela análise de riscos identificar quaisquer riscos, independente da lista apresentada pela Norma Regulamentadora.

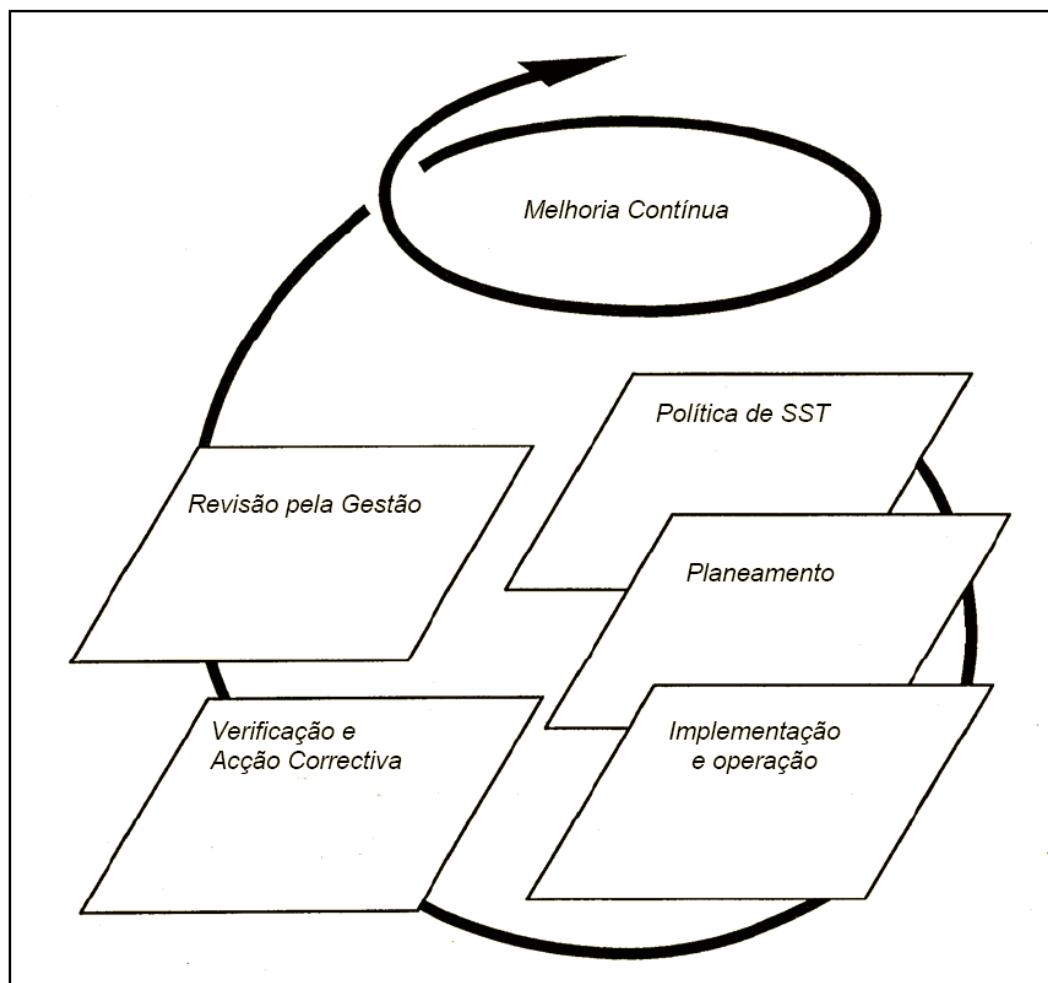
2.2 O GERENCIAMENTO E A ANÁLISE DE RISCOS

O sistema de gestão da saúde e segurança do trabalho é, segundo a OHSAS 18001 (2007), a “parte do sistema de gestão de uma organização utilizada para desenvolver e implementar a política de SST e gerir os seus riscos para a SST”, visando a gestão dos riscos para a SST manter os riscos aceitáveis, ou seja, reduzi-los a um nível que possa ser tolerado pela organização, tomando em atenção as suas obrigações legais e a sua própria política de SST (OHSAS 18001 (2007)).

O modelo de gestão da SST, conforme prescrito na norma OHSAS 18001 (2007), é baseado na metodologia conhecida como PDCA: Planejar, Executar, Verificar, Atuar (Figura 1), que pode ser resumida como:

- Planejar: estabelecer os objetivos e os processos necessários para atingir resultados, de acordo com a política de SST da organização;
- Executar: implementar os processos;
- Verificar: monitorar e medir os processos face à política de SST, objetivos, requisitos legais e outros requisitos, e relatar os resultados;
- Atuar: empreender ações para melhorar continuamente o desempenho da SST.

Figura 1- Modelo de sistema de gestão da SST para a OHSAS 18001 (2007).



Fonte: OHSAS 18001 (2007)

Um dos conceitos mais importantes da metodologia PDCA é a melhoria contínua do sistema. Não há um ponto de chegada, um fim, mas um processo contínuo, sistemático e cíclico, que evolui a cada ciclo PDCA.

Fica clara a concordância entre o modelo proposto pela OHSAS 18001 (2007) e o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais estipulado pela NR-09, cuja estrutura mínima é apresentada no parágrafo 9.2.1 contendo:

- Planejamento anual com estabelecimento de metas, prioridades e cronogramas;
- Estratégia e metodologia de ação;
- Forma de registro, manutenção e divulgação dos dados;
- Periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do PPRA.

Além disso, no parágrafo 9.2.1.1, a NR-09 determina que “deverá ser efetuada, sempre que necessário e pelo menos uma vez ao ano, uma análise global do PPRA para avaliação do seu desenvolvimento e realização dos ajustes necessários e estabelecimento de novas metas e prioridades”, ou seja, o PPRA é um programa também contínuo, sistemático e cíclico, que evoluí a cada ciclo procurando uma melhoria contínua.

Na prática observa-se que esse conceito não foi ainda entendido pelas empresas e pelos profissionais que tem elaborado o PPRA, resultando, via de regra, em um documento estanque, que é elaborado sem a participação da empresa, não é efetivamente implementado e avaliado e não tem continuidade.

As etapas iniciais do desenvolvimento do PPRA, conforme parágrafo 9.3.1 da NR-09 são:

- Antecipação e reconhecimento dos riscos;
- Estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;
- Avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores.

Nestas fases fica evidente a necessidade da identificação dos perigos e avaliação de riscos, tanto para o estabelecimento de prioridades e metas quanto para embasar as etapas seguintes de implementação e monitoramento. Da mesma forma estas atividades são imprescindíveis na etapa de planejamento da norma OHSAS 18001 (2007).

Existem diversas ferramentas de análise de riscos disponíveis, cada qual com suas vantagens, desvantagens e indicações. O Quadro 1, baseado nas informações de USP (2016b), apresenta as principais ferramentas disponíveis, suas características relevantes e uma palavra-chave útil para a seleção das ferramentas mais adequadas a cada caso.

Quadro 1 - Ferramentas de Análise de Risco

Ferramenta de Análise de Risco	Características	Palavra-chave
WRAC (Workplace Risk Assessment and Control) APR (Análise Preliminar de Riscos)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise Preliminar • Hierarquização dos riscos; • Método de valoração semiquantitativo. 	TAREFAS (rotineiras e não-rotineiras)
FMECA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> • Avalia a confiabilidade de um sistema; • Análise da probabilidade de falha de cada componente e seu efeito no sistema; • Avaliação da criticidade (grau de risco) de cada falha; • Método de valoração semiquantitativo. 	CONFIABILIDADE
HAZOP (Hazard and Operability Studies)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de processos e operações; • Utiliza combinação de palavras-guia com as variáveis de processo para analisar possíveis desvios do processo; • Método de valoração qualitativo. 	VARIÁVEIS DE PROCESSO
FTA (Fault Tree Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise dos eventos que contribuem para a ocorrência de um efeito topo; • Bastante útil na investigação de acidentes, bem como na avaliação dos controles para evitar sua ocorrência; • Método de valoração qualitativo ou quantitativo. 	CONTRIBUIDORES
ETA (Event Tree Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das consequências de um evento iniciador; • Procura modelar diferentes cenários de acidentes a partir de um evento iniciador; • Útil na avaliação dos controles existentes e a serem implementados para mitigação das consequências; • Método de valoração qualitativo ou quantitativo. 	CONSEQUÊNCIAS

(continua)

(continuação)

Ferramenta de Análise de Risco	Características	Palavra-chave
BTA (Bow Tie Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> Apresenta as ameaças e as consequências de um determinado cenário em um único diagrama, na forma de gravata borboleta; Combina a FTA à esquerda do evento topo com a ETA à direita do evento; Método de valoração qualitativo. 	CONTROLES
SLAM (Stop, Look, Assess and Manage)	<ul style="list-style-type: none"> Ferramenta de análise individual; Usada antes do início de uma tarefa na avaliação do seu entendimento da tarefa e os riscos envolvidos em sua execução; Não está atrelado a nenhum método específico de valoração de risco, sendo baseado apenas na experiência do executante da tarefa. 	AUTO REFLEXÃO

Fonte: arquivo pessoal (2017)

Neste trabalho, considerando as peculiaridades da empresa analisada, optou-se pela adoção da Análise Preliminar de Risco (APR) para uma análise geral da área e do *Hazard and Operability Studies* (HAZOP) para uma análise específica de um dos processos desenvolvidos nessa área.

A seguir essas duas ferramentas são apresentadas com maiores detalhes.

2.3 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

A Análise Preliminar de Risco (APR) é uma das ferramentas mais utilizadas na avaliação tanto dos riscos ambientais, para a elaboração de um PPRA, por exemplo, quanto dos riscos da tarefa, para tarefas específicas.

De acordo com USP (2016b) foi desenvolvida na década de 1990 no meio militar norte americano com a denominação de *Workplace Risk Assessment and Control* (WRAC), traduzido como “avaliação e controle dos riscos no local de trabalho”.

Trata-se de um método estruturado para identificação preliminar de potenciais perigos decorrentes da implantação de novos projetos, plantas ou sistemas, da operação de plantas e sistemas existentes ou ainda da execução de tarefas específicas, englobando as falhas intrínsecas de componentes ou sistemas além das falhas humanas em todas as suas intervenções no sistema ou processo.

Segundo *Western Sydney University* (2015), uma Análise Preliminar de Risco pode ser usada em diversas ocasiões, incluindo:

- Se nenhuma outra análise tenha sido feita antes;
- Quando um perigo é identificado;
- Quando uma mudança no ambiente de trabalho tem potencial de introduzir um perigo. Como quando ocorrem mudanças nos equipamentos, práticas, procedimentos ou ambiente de trabalho;
- Como parte de uma resposta a um incidente de trabalho, sem que tenha havido lesões;
- Onde novas informações sobre um risco tornaram-se disponíveis ou há questionamento dos trabalhadores com relação a um risco;
- Em intervalos de tempo regulares apropriados para cada local de trabalho, como é o caso das revisões do PPRA previstas na NR-09.

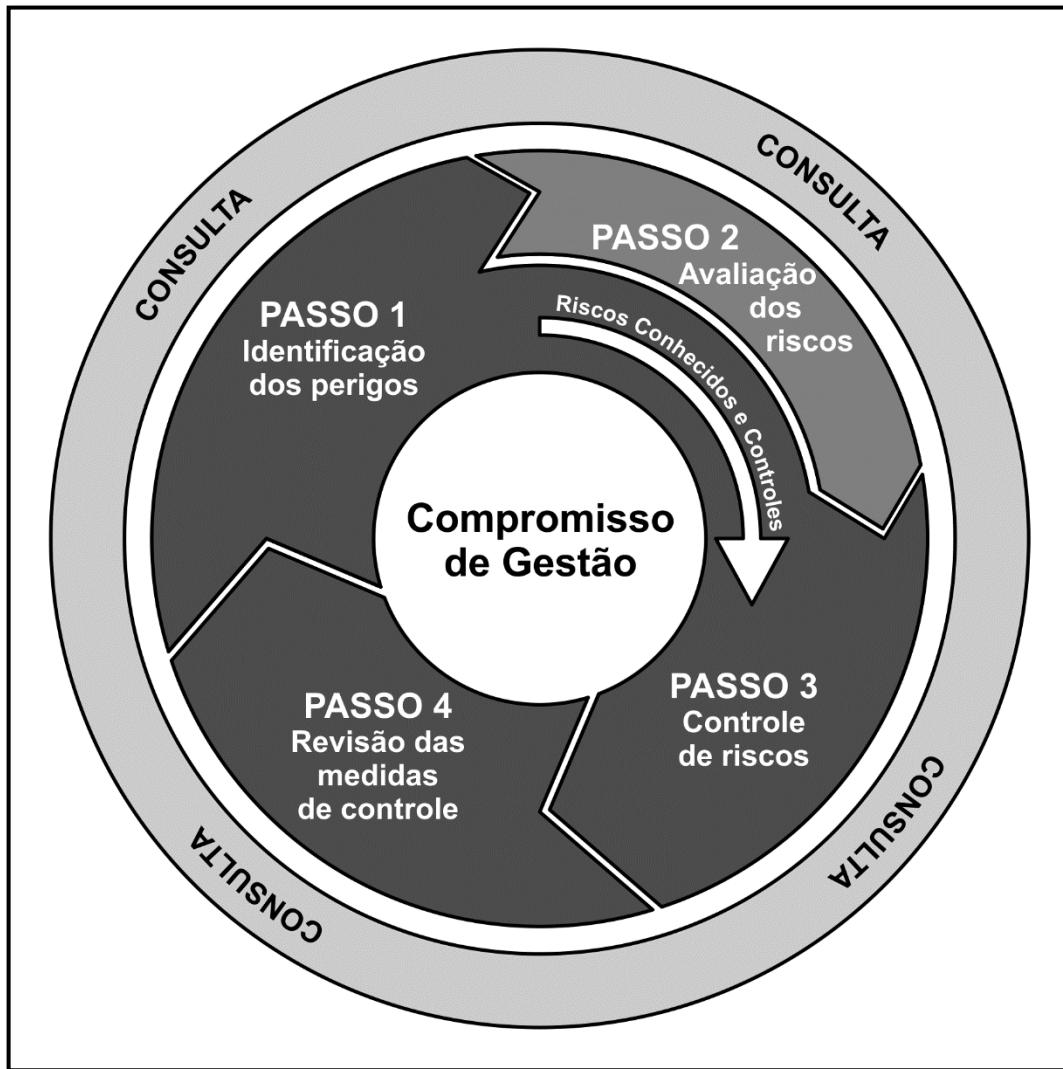
Uma Análise Preliminar de Riscos é mais efetiva e econômica quando executada ainda na fase de projeto, antes da implantação de um empreendimento, pois as correções e alterações visando a eliminação do perigo podem ser melhor estudadas e mais facilmente implementadas.

Seguindo o modelo PDCA, uma Análise Preliminar de Risco deve ser executada de forma cíclica, conforme ilustrado na Figura 2.

Para a aplicação da APR é indispensável a formação de uma equipe multidisciplinar, com o comprometimento da gerência e participação efetiva dos trabalhadores envolvidos.

Após a definição das fronteiras, espaciais ou temporais, do sistema ou da tarefa, este é então subdividido em módulos de análise, em geral com base nas unidades já existentes na planta ou em etapas, que são analisados seguindo os quatro passos descritos a seguir.

Figura 2 - Procedimento para avaliação de risco



Fonte: adaptado de WESTERN SYDNEY UNIVERSITY (2015)

2.3.1 Passo 1 - Identificação dos perigos.

Esta fase tem o objetivo de identificar todos os potenciais perigos capazes de causar danos. De uma forma geral, os perigos podem ser encontrados:

- No ambiente de trabalho;
- Nos equipamentos, materiais ou substâncias usadas;
- Nas tarefas e como elas são desenvolvidas;
- No projeto e gerenciamento do trabalho.

Poderão, nesta fase, ser analisadas as seguintes fontes de informação:

- Incidentes e acidentes ocorridos no passado, que devem ser investigados de forma a se determinar porque ocorreram e como poderiam ocorrer novamente no futuro;
- Relatos e opiniões dos trabalhadores quanto aos perigos por eles percebidos ou quase acidentes ocorridos. Uma pesquisa ou questionário pode ser útil para auxiliar os trabalhadores nesse relato;
- Inspeções ou auditorias nas áreas analisadas observando a sua situação atual e procurando identificar perigos ainda não relatados;
- Informações dos equipamentos como *layouts*, manual de operação, prontuários e informações sobre os materiais e substâncias manipulados, como as FISPQ;
- Em todo o processo de identificação de perigos, a pergunta que deve ser feita é “o que poderia dar errado aqui? ”.

Todos os perigos identificados devem ser registrados na planilha de análise preliminar de riscos (Figura 3), nas colunas “Perigos”, para avaliação na próxima etapa.

Figura 3 - Exemplo de planilha de análise preliminar de riscos (APR)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)							
SUBSISTEMA:					DATA:		
EQUIPE:							
No.	PERIGO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	FREQ.	SEVER.	RISCO	RECOMENDAÇÕES

Fonte: adaptado de AGUIAR (2001)

2.3.2 Passo 2 - Avaliação dos riscos

Nesta fase devem ser avaliados os possíveis danos causados por cada perigo identificado na fase anterior e a probabilidade de que ocorram. Podem ser analisados os danos sob diversos aspectos, desde econômicos até ambientais, dependendo do objetivo da análise de riscos desenvolvida. Uma avaliação de risco permite determinar:

- O quanto severo é um risco;
- Se as medidas de controle existentes são efetivas;

- Quais ações devem ser implementadas para controlar um risco;
- Quão urgente deve ser a implementação desses controles.

Uma avaliação de risco deve incluir:

- A identificação de fatores que podem contribuir para a maximização do risco;
- A revisão de informações de saúde e segurança que estejam disponíveis a partir de uma fonte oficial, reconhecida pela organização, e que sejam relevantes para um perigo específico;
- A avaliação da gravidade dos possíveis danos causados por um determinado perigo, bem como a sua abrangência, isto é, o número de pessoas que podem ser expostas e possíveis efeitos em cadeia;
- A avaliação das formas como um perigo pode resultar em um dano, incluindo a forma como o trabalho é executado e concluído, se as medidas de controle existentes estão em vigor e se efetivamente controlam o dano tanto para a situação operacional padrão como para situações anormais;
- A determinação da probabilidade de ocorrência de um dano;
- A identificação de ações necessárias para a eliminação e controle do risco;
- A determinação dos registros necessários para garantir que riscos sejam devidamente monitorados, controlados ou eliminados.

Os resultados desta avaliação devem ser registrados na planilha de análise e controle de riscos, nas colunas “Causas”, “Consequências”, “Frequência”, “Severidade”, “Risco”.

Para a avaliação da frequência, severidade e risco, são usadas as tabelas de classificação apresentadas nos Quadros 2, 3 e 4, respectivamente:

Em função do nível de risco definido, ações devem ser propostas com o objetivo de mitiga-los conforme Quadro 5, sendo as ações propostas registradas na coluna “Recomendações” da planilha de análise e controle de riscos.

Quadro 2 - Classificação da frequência de ocorrência dos cenários

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	FAIXA DE FREQUÊNCIA (ANUAL)	DESCRIÇÃO
A	EXTREMAMENTE REMOTA	$f < 10^{-4}$	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
B	REMOTA	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Não esperado ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
C	IMPROVÁVEL	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo/instalação
D	PROVÁVEL	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Esperado ocorrer até uma vez durante a vida útil do processo/instalação
E	FREQUENTE	$f > 10^{-1}$	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil do processo/instalação

Fonte: AGUIAR (2001)

Quadro 3 - Classificação de severidade dos perigos identificados.

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO/CARACTERÍSTICAS
I	DESPREZÍVEL	<ul style="list-style-type: none"> - Sem danos ou com danos insignificantes aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; - Não ocorrem lesões/mortes de funcionários, de terceiros (não funcionários) e/ou pessoas (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor;
II	MARGINAL	<ul style="list-style-type: none"> - Danos leves aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis e/ou de baixo custo de reparo); - Lesões leves em empregados, prestadores de serviço ou em membros da comunidade;

(continua)

(continuação)

CATEGORIA	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO/CARACTERÍSTICAS
III	CRÍTICA	<ul style="list-style-type: none"> - Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente; - Lesões de gravidade moderada em empregados, prestadores de serviço ou em membros da comunidade (probabilidade remota de morte); - Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe;
IV	CATASTRÓFICA	<ul style="list-style-type: none"> - Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (reparação lenta ou impossível); - Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (empregados, prestadores de serviços ou em membros da comunidade).

Fonte: AGUIAR (2001)

Quadro 4 - Matriz de classificação de risco – frequência x severidade.

		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
SEVERIDADE	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Risco:

- 1 – Desprezível;
- 2 – Menor;
- 3 – Moderado;
- 4 – Sério;
- 5 – Crítico.

Fonte: AGUIAR (2001)

Quadro 5 - Nível de ação requerido

Classe de Risco	Ação requerida
Crítico	Ação imediata requerida.
Sério	Rápida ação requerida (dentro de 1-2 dias).
Moderado	Ação requerida na mesma semana.
Menor	Ação requerida dentro de um intervalo de tempo razoável (2-4 semanas)
Desprezível	Risco a ser eliminado ou reduzido quando possível.

Fonte: adaptado de WESTERN SYDNEY UNIVERSITY (2015)

2.3.3 Passo 3 - Controle dos riscos

Uma vez determinada a classe de cada risco, as medidas existentes de controle de risco para cada perigo identificado devem ser avaliadas, estabelecendo-se ou não a necessidade de requisitos adicionais para a melhoria da efetividade do controle ou identificando controles ineficazes ou desnecessários, que devem ser eliminados ou substituídos. Para isso pode-se usar a tabela de avaliação de efetividade de controle (Quadro 6) como referência.

Quadro 6 - Avaliação da efetividade de controle

Controle adequadamente projetado?		Controle efetivamente implementado?	
3	Necessita melhoria	3	Deficiente
2	Adequado	2	Marginal
1	Robusto	1	Efetivo

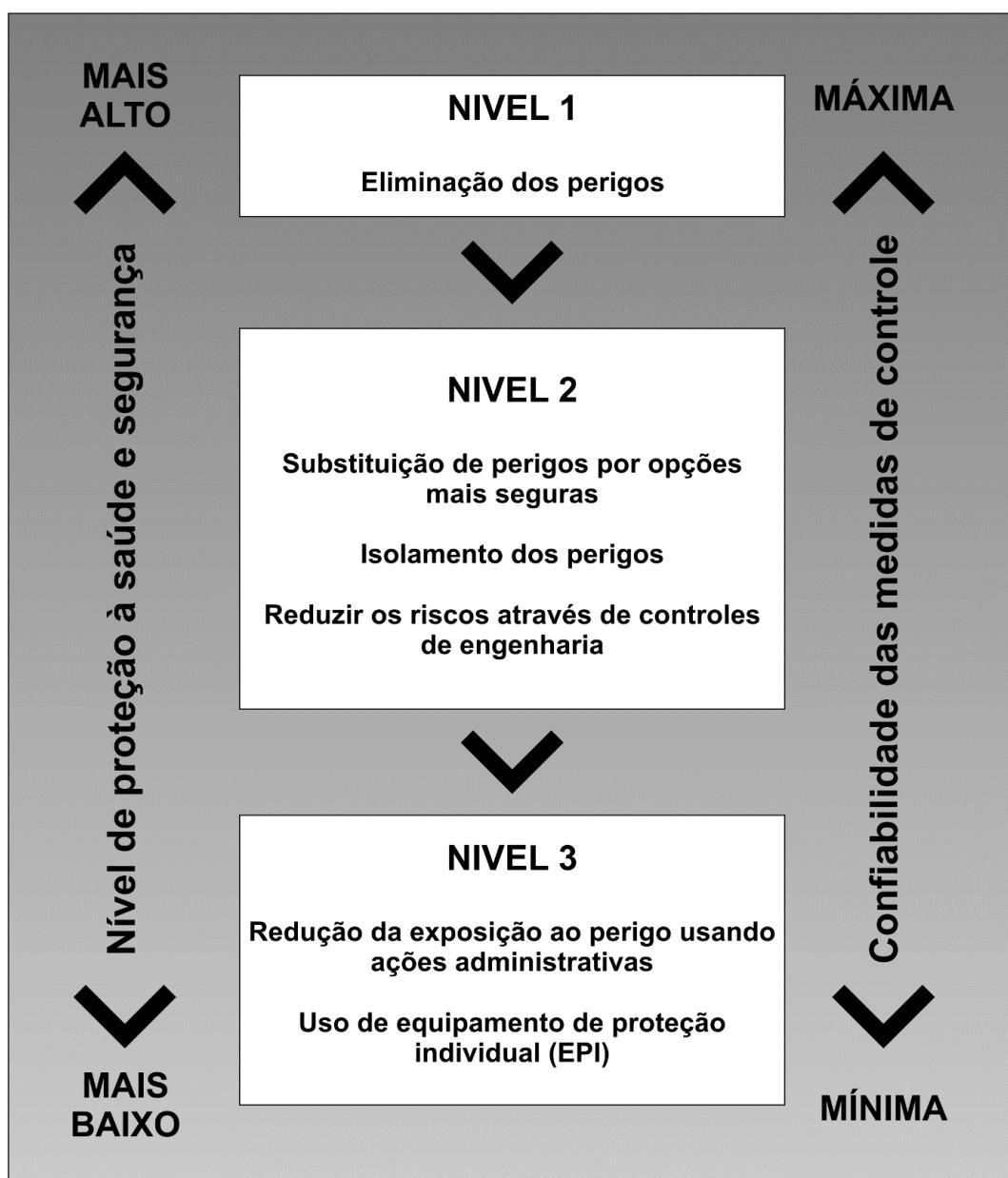
Fonte: adaptado de *WESTERN SYDNEY UNIVERSITY* (2015)

Uma vez avaliados os controles existentes, todos os perigos devem ser gerenciados antes que pessoas se machuque ou adoeçam, haja danos à planta, ao entorno ou ao meio-ambiente.

O gerenciamento dos riscos prevê intervenções em vários níveis, desde o nível mais efetivo, em que o perigo é eliminado, até o nível menos efetivo, onde são utilizados equipamentos de proteção individual (EPI) para minimizar os danos decorrentes do perigo, caso este efetivamente resulte em um acidente ou condição insalubre. *Western Sydney University* (2015) divide as medidas de controle em uma hierarquia com três níveis, conforme apresentado na Figura 4, sendo que outros autores dividem em mais níveis. Cada nível corresponde a um nível de proteção à saúde e segurança e confiabilidade semelhantes.

Nota-se que, com frequência, no PPRA é indicado apenas o uso de EPI como medida de proteção, antes de qualquer outra medida mais efetiva.

Figura 4 - Hierarquia de controles



Fonte: adaptado de WESTERN SYDNEY UNIVERSITY (2015)

2.3.4 Passo 4. Revisão das medidas de controle

Revisões das medidas de controle devem ser feitas sempre que ocorram mudanças no ambiente, nos equipamentos ou no processo.

As revisões das medidas de controle devem sempre ser precedidas pela reanálise de riscos.

2.4 HAZOP

Segundo a norma ABNT NRB ISO/IEC 31010 (2012), HAZOP é o acrônimo de *HAZard and Operability Study*, sendo traduzido como Estudo de Perigos e Operabilidade. É definido como “um exame estruturado e sistemático de um produto, processo, procedimento ou sistema existente ou planejado. É uma técnica para identificar os riscos para pessoas, equipamentos, ambientes e/ou objetivos organizacionais.”

Ainda segundo a norma ABNT NRB ISO/IEC 31010 (2012), HAZOP é “uma técnica qualitativa baseada no uso de palavras-guia, as quais questionam como a intenção do projeto ou as condições de operação podem não ser atingidas a cada etapa do projeto, processo, procedimento ou sistema.”

Kletz (1999), um dos precursores desta técnica, apresenta o HAZOP como um “método recomendado para identificar perigos e problemas que impedem a operação eficiente”, dá a oportunidade ao pessoal envolvido usar livremente sua imaginação e refletir sobre todos os possíveis caminhos que podem levar ao surgimento de perigos e problemas operacionais, porém, para reduzir a possibilidade de algo ser esquecido, é feito de forma sistemática, considerando cada trecho de tubulação e todo tipo de perigo.

Já a norma BS IEC 61882 (2001) define HAZOP como “uma técnica estruturada e sistemática para o exame de um sistema definido, com o objetivo de:

- Identificar potenciais perigos no sistema. (...)
- Identificar potenciais problemas de operabilidade com o sistema e em particular identificando causas de distúrbios operacionais e desvios de processo que provavelmente levarão a produtos não-conformes.”

Pode-se concluir que o HAZOP é uma técnica para a identificação de perigos e problemas de operabilidade de um sistema, de forma sistemática, estruturada e qualitativa, que, através do uso de palavras-chave, guia uma equipe a refletir livremente procurando cobrir todas as possíveis maneiras de desvio do processo esperado que levem a esses problemas.

Segundo Jefferson (1999) o HAZOP foi inicialmente desenvolvido e usado pela ICI no final dos anos 1960, mais especificamente, conforme detalhado por Kletz (1999), na divisão de química orgânica pesada, antiga petroquímica, quando do projeto de uma

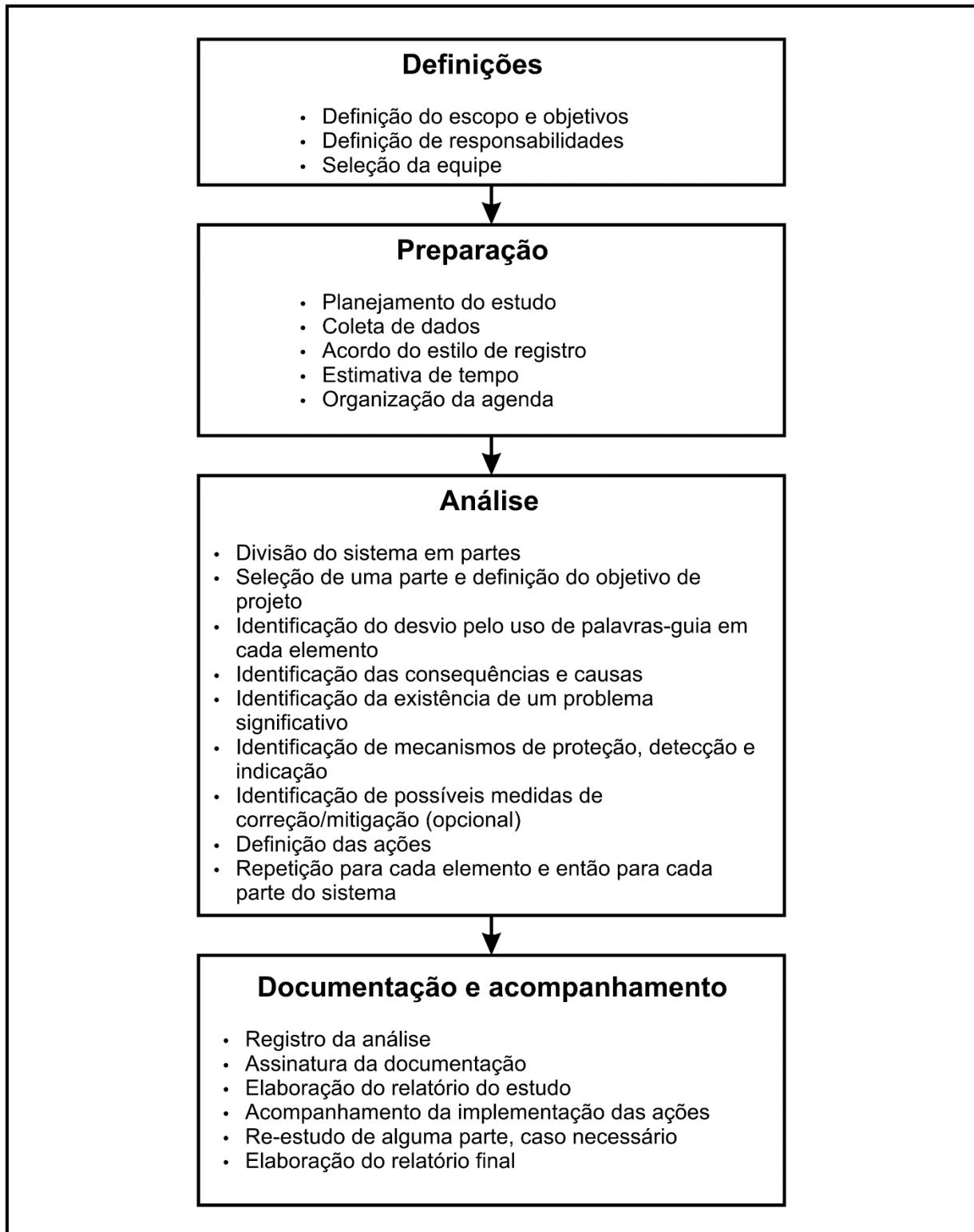
planta para a produção de fenol e acetona a partir do cumeno. Era uma época governada pelo “mínimo custo de capital”, que substituía os conceitos de “mínimo custo de vida útil” ou “máximo lucro” sendo eliminado do projeto toda funcionalidade não essencial. Porém algumas pessoas sentiam que os cortes tinham sido exagerados e decidiram tentar aplicar uma análise crítica no projeto da planta de fenol, procurando identificar qualquer deficiência e o melhor caminho para investir qualquer recurso extra que talvez fosse disponibilizado.

Uma equipe foi formada e se reuniu durante três dias por semana durante quatro meses e concluiu que essa abordagem não funcionava, principalmente por ser muito detalhada. Depois de diversas tentativas, surgiu uma abordagem que continha muito dos princípios da análise crítica, mas com um estilo um tanto diferente. A essência da nova abordagem era que uma técnica pensada para identificar alternativas foi modificada para identificar desvios. Era já o HAZOP como o conhecemos hoje, ainda que este tenha sido modificado por estudos posteriores até a forma atual e ainda hoje é aplicado com pequenas variações.

As normas técnicas têm o objetivo de padronizar produtos e procedimentos e, para a aplicação do HAZOP, foi publicada a norma BS IEC 61882 (2001), cujo procedimento, esquematizado na Figura 5, será apresentado a seguir.

O procedimento para o estudo de HAZOP, segundo a BS IEC 61882 (2001), é responsabilidade do “Gerente de Projeto”, que determinará quando o estudo é necessário, indicando um Líder e providenciando todos os recursos necessários para a sua execução. Com o auxílio do Líder, o Gerente de Projeto deve definir o escopo e os objetivos do estudo e, antes do início do estudo, alguém com o nível adequado e autoridade deve assumir formalmente a responsabilidade pela implementação das ações e recomendações resultantes do estudo.

Figura 5 - Procedimento de um estudo HAZOP



Fonte: adaptado de BS IEC 61882 (2001)

2.4.1 Escopo e objetivos

Há uma interdependência entre o escopo e os objetivos do estudo. Portanto ambos devem ser claramente definidos em conjunto, assegurando que as fronteiras do sistema analisado e suas interfaces com outros sistemas estejam claramente definidos e que a equipe de estudo esteja todo o tempo focada.

O escopo deve considerar inúmeros fatores, como:

- As fronteiras físicas do sistema;
- O número e nível de detalhes de projeto disponíveis;
- O escopo de estudos anteriores, caso já tenham sido realizadas análises do sistema;
- Qualquer legislação ou regulamento aplicável ao sistema.

Já o objetivo de um estudo de HAZOP deve ser basicamente a identificação de todos os perigos e problemas operacionais independentemente do tipo ou consequência. Esse foco estrito na identificação de perigos permite que o estudo seja feito em um curto período de tempo e com o mínimo esforço, porém objetivos adicionais podem ser considerados.

2.4.2 Funções e responsabilidades

As funções e responsabilidades da equipe de estudos bem como de cada um de seus membros deve ser claramente definida pelo Gerente de Projeto com a concordância do Líder da equipe no início do estudo.

Um cronograma de atividades deve ser previamente elaborado.

Em uma equipe para estudo de HAZOP, independentemente do número de membros, é recomendado que as seguintes funções sejam atribuídas a pessoas com qualificação para exercê-las:

- Líder do estudo: Deve ser treinado e ter experiência na liderança de estudos de HAZOP. É responsável pela comunicação entre o Gerente de Projeto e a equipe de estudo. Planeja o estudo. Auxilia o Gerente de Projeto a compor a equipe. Garante que a equipe de estudos tenha acesso aos documentos de

projeto. Sugere palavras-guia. Conduz o estudo e garante a documentação dos resultados;

- Secretário: Documenta e registra as reuniões de estudo, os perigos e problemas identificados, recomendações feitas e ações de acompanhamento. Auxilia o Líder no planejamento e tarefas administrativas;
- Projetista: Expõe o projeto e suas representações. Como um determinado desvio pode ocorrer e as respostas do sistema a esse desvio;
- Usuário: Expõe o contexto operacional em que cada elemento sob estudo opera, as consequências operacionais de um desvio e em que extensão cada desvio pode representar um perigo;
- Especialistas: Fornecem conhecimento relevante sobre o sistema e o processo. Podem ser chamados para participação limitada a discussões específicas;
- Manutentor: Representa o pessoal de manutenção (se requerido).

2.4.3 Preparação

O Líder é responsável pelos preparativos para o estudo, obtendo as informações necessárias e as convertendo em um formato acessível a todos os membros da equipe. Esse material pode consistir nos dados de projeto atualizados e completos da unidade e do processo além de uma pesquisa com dados de incidentes e acidentes ocorridos com tecnologia igual ou similar à utilizada na unidade a ser analisada.

Deve ainda planejar a sequência e pauta das reuniões elaborando um plano de estudos contendo:

- Escopo e objetivos;
- Uma lista dos membros da equipe;
- Detalhes técnicos, como a documentação de projeto dividida em partes e elementos com objetivos de projeto definidos e, para cada elemento, uma lista de seus componentes, materiais e atividades envolvidas no processo com suas características;
- Uma lista de palavras-guia sugeridas e sua interpretação;
- Uma lista de referências;
- Disposições administrativas, agenda de reuniões, incluindo data, hora e local;

- Formulários e planilha para o registro do estudo.

Este plano deve ser previamente fornecido aos participantes, juntamente com os materiais de referência necessários.

Os dados de projeto são elemento importante e imprescindível no estudo de HAZOP e devem incluir as informações disponíveis e atualizadas apresentadas em:

- Para o sistema: Descrição e requisitos de projeto, fluxogramas, diagramas de blocos, diagramas de controle, diagramas elétricos, folhas de dados, layouts, especificações de utilidades, requisitos de operação e manutenção;
- Para o processo: Diagramas P&ID, especificações de materiais e equipamentos, layout o sistema e tubulação;
- Para o sistema de controle: Diagramas de fluxo de dados, diagramas de projeto orientado a objetos, diagramas de estado de transição, diagramas lógicos.

Além disso, devem estar bem definidos:

- As fronteiras do sistema estudado e as interfaces com outros sistemas nessa fronteira, os limites de bateria;
- As condições ambientais em que o sistema irá operar;
- Qualificações do pessoal de operação e manutenção, habilidades e experiência;
- Instruções e/ou procedimentos operacionais;
- Experiências de manutenção e operação com sistemas similares, além de perigos já conhecidos.

Palavras-guia e desvios

A lista de palavras-guia sugeridas deve ser elaborada com cuidado, já que palavras-guia muito específicas podem limitar ideias e discussões e outras, muito genéricas podem tirar o foco de um estudo HAZOP eficiente. O Líder, responsável pela elaboração da lista, deve testar as palavras-guia propostas em combinação com o sistema para garantir que sejam adequadas.

O Quadro 7 apresenta alguns exemplos de desvio associados a palavras-guia.

Quadro 7 - Exemplos de desvios associados a palavras-guia

Tipo de Desvio	Palavra-guia	Exemplo de interpretação para processo industrial
Negativo	NÃO	O objetivo não é alcançado Ex.: Sem fluxo
Modificação quantitativa	MAIS MENOS	Um aumento ou diminuição quantitativo. Ex.: Alta temperatura
Modificação qualitativa	ASSIM COMO PARTE DE	Somente parte do objetivo é alcançado. Ex.: Transferência de somente parte de um fluido.
Substituição	REVERSO DIFERENTE	Um resultado diferente daquele esperado é obtido. Ex.: Transferência do material errado.
Tempo	CEDO TARDE	Algo ocorre mais cedo ou mais tarde do que o desejado. Ex.: Aquecimento lento
Ordem ou sequência	ANTES DEPOIS	Algo ocorre antes ou depois do que deveria. Ex.: Adição de um componente antes do previsto.

Fonte: adaptado de BS IEC 61882 (2001)

É importante ressaltar que a combinação entre palavras-guia e variáveis de processo pode ter diferentes interpretações em função dos sistemas estudados, das fases do ciclo de vida dos sistemas e das representações de projeto.

Algumas combinações não fazem sentido e devem ser descartadas.

Outras poderão resultar em mais de uma interpretação e todas as interpretações devem ser listadas e analisadas.

Em outros casos, diferentes combinações de palavras-guia e variáveis podem ter a mesma interpretação. Neste caso deve ser feita uma única análise, com uma referência cruzada apropriada.

2.4.4 Análise

A análise deve ser estruturada, seguindo o plano de estudo. Inicialmente deve ser delineado, pelo Líder ou outro membro que tenha familiaridade com o processo e seus

problemas, o plano de estudo para garantir que o sistema, os objetivos e o escopo de estudo tornem-se familiar a todos os membros da equipe.

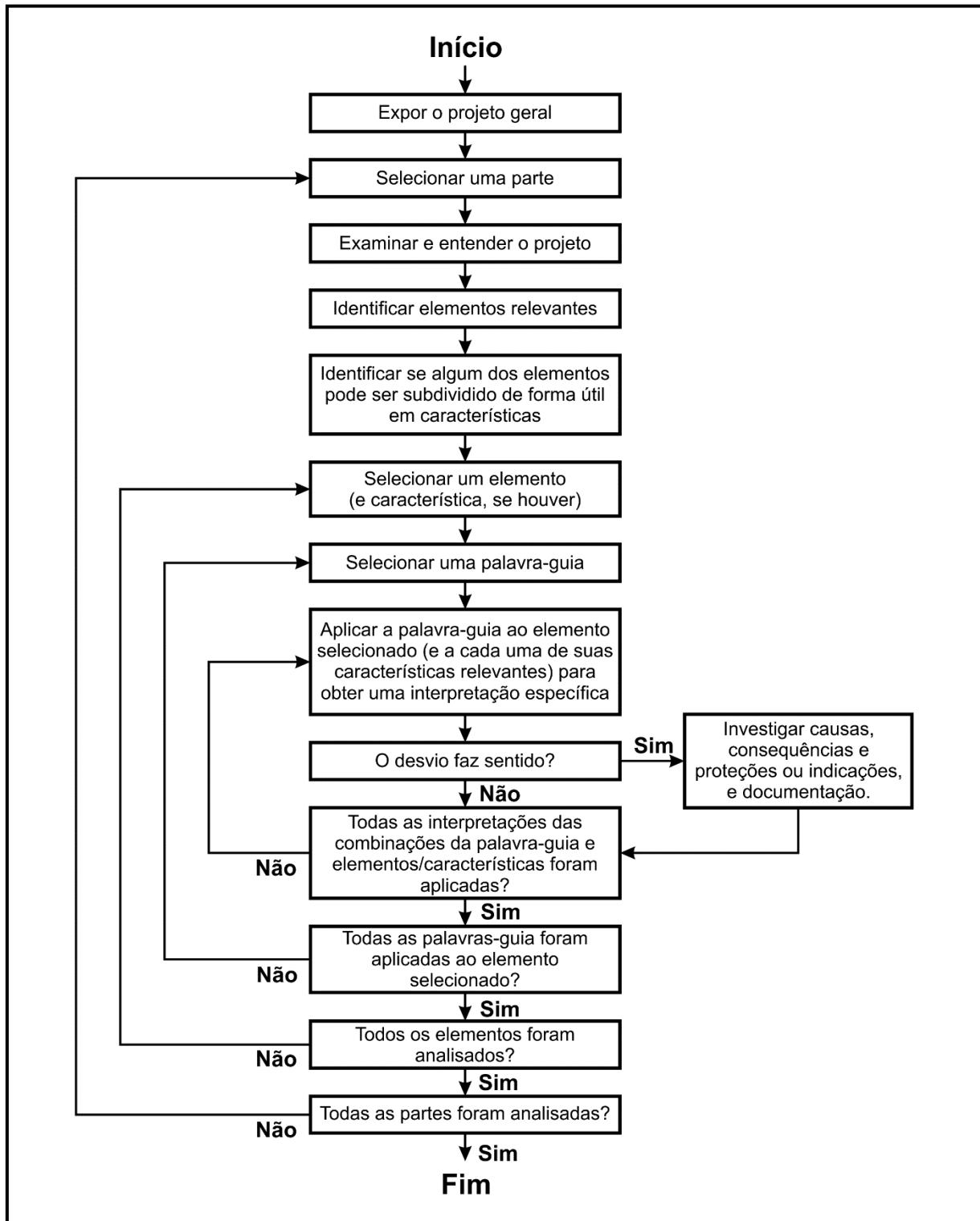
Também devem ser delineados o projeto, os elementos propostos e as palavras-guia a serem usadas. Revisados os perigos conhecidos, problemas operacionais e potenciais áreas críticas.

A análise deve seguir a sequência relacionada com o objeto da análise, traçando desde as entradas até as saídas em uma sequência lógica. É importante que o processo de análise seja aplicado passo a passo para o sucesso do estudo de HAZOP.

Há duas possíveis sequências de análise, “Elemento primeiro” e “Palavra-guia primeiro”, apresentadas respectivamente nas Figuras 6 e 7.

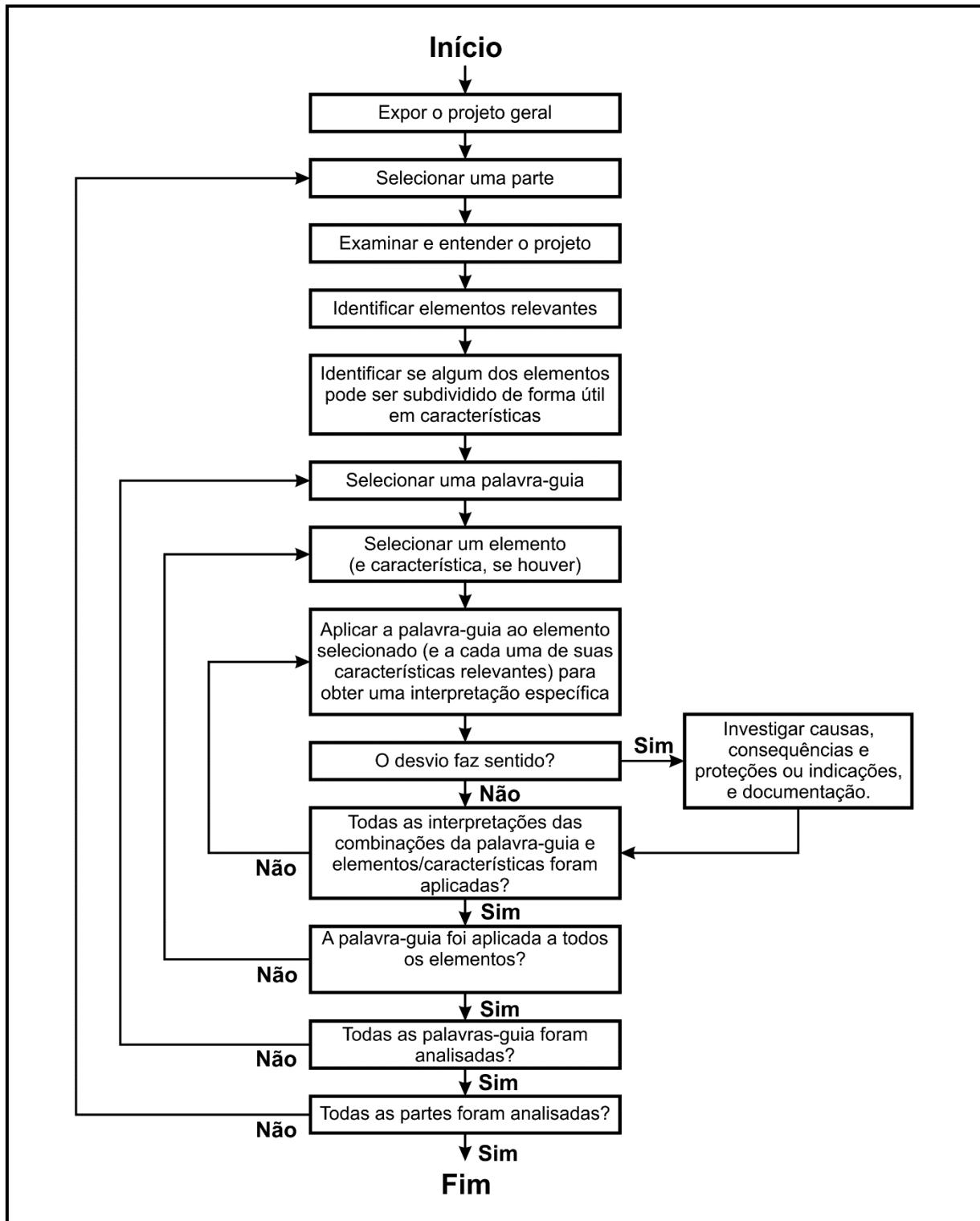
A escolha entre uma e outra sequência deve levar em consideração o detalhamento pretendido, natureza das tecnologias envolvidas, necessidade de flexibilidade na condução da análise e treinamento dos membros da equipe.

Figura 6 - Análise considerando "Elemento primeiro"



Fonte: adaptado de BS IEC 61882 (2001)

Figura 7 - Análise considerando "Palavra-guia primeiro"



Fonte: adaptado de BS IEC 61882 (2001)

2.4.5 Documentação

A principal força do HAZOP é a sua abordagem sistemática, disciplinada e documentada, portanto, para alcançar todos os seus benefícios é essencial que todo o processo seja adequadamente documentado e acompanhado.

Para tal o secretário deve ter bons conhecimentos técnicos do sistema estudado, boa redação e saber ouvir e prestar atenção aos detalhes discutidos nas reuniões.

O método de registro do HAZOP deve ser decidido antes de qualquer reunião e poderá seguir um dos seguintes estilos:

- O registro integral de todos os resultados da aplicação de cada combinação entre palavra-guia e variável de processo para cada parte do sistema. Este método é mais complexo e trabalhoso, porém evidencia mesmo para auditorias mais rigorosas a realização de um trabalho minucioso;
- O registro apenas das exceções, envolvendo somente os perigos e problemas operacionais identificados e as suas ações de acompanhamento. É obviamente mais simples e de fácil aplicação, podendo, contudo, ser contestado em uma auditoria.

A decisão do estilo a ser adotado deve levar em consideração os requisitos legais aplicáveis, requisitos de contrato, política corporativa, necessidade de rastreabilidade e auditabilidade, magnitude dos possíveis riscos, tempo e recursos disponíveis.

Ao final do estudo um relatório deve ser elaborado, com o consenso de todos os membros da equipe, incluindo os seguintes itens:

Detalhes dos perigos e problemas operacionais identificados;

- Recomendações para qualquer estudo adicional, se necessário;
- Ações requeridas para abordar possíveis incertezas descobertas durante o estudo;
- Recomendações para mitigação dos problemas identificados baseadas no conhecimento do sistema pela equipe;
- Notas relacionadas a pontos específicos que devem ser abordados nos procedimentos de operação e manutenção;
- Uma lista dos membros da equipe para cada reunião;
- Uma lista de todas as partes consideradas na análise juntamente com as razões para sua exclusão;

- A listagem de desenhos, especificações, folhas de dados, relatórios, etc. citando a revisão usada no estudo.

2.5 O PROCESSO DE SULFONAÇÃO DO NAFTALENO

Em química, uma reação de síntese ou adição ocorre quando dois ou mais reagentes participam de uma reação originando um único produto mais complexo.

O processo analisado neste trabalho é utilizado para a fabricação de naftaleno sulfonato de sódio, usado como auxiliar no tingimento de couro.

As especificidades das reações químicas que ocorrem durante esse processo produtivo não são objeto de interesse deste estudo, porém alguns pontos devem ser considerados pois influenciam diretamente na segurança.

Leite (2013) descreve o processo de sulfonação do naftaleno ocorrendo em três etapas: sulfonação, condensação, neutralização e filtração.

Durante a sulfonação o naftaleno e o ácido sulfúrico são misturados em igual proporção em um reator aquecido, neste caso a 160 °C para que seja obtida a forma mais estável de sulfonato, segundo Farias (2000). O grupo sulfonato ácido HSO₃ é fixado então na posição mais estável dos dois núcleos de carbono da molécula de naftaleno.

Em seguida, na condensação, é realizada a polimerização dos grupos naftaleno através da reação de condensação entre dois grupos naftalenos e uma molécula de formaldeído. Com isso se obtém o naftaleno sulfonado. Logo em seguida o produto é resfriado e é adicionada água e formaldeído ao meio ainda ácido decorrente da etapa de sulfonação.

A temperatura e a pressão são elevadas a cerca de 3 bar e 120 °C para que ocorra a condensação. Após finalizada a reação, o meio é resfriado.

Finalmente o ácido sulfônico polimerizado deve ser neutralizado, usando uma base, normalmente a soda cáustica NaOH no processo de neutralização.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi analisado o setor de síntese da indústria química, onde foram observadas diversas não conformidades com as normas regulamentadoras, expondo os trabalhadores a riscos de diversas origem.

Apesar de no ambiente grande parte desses riscos ser facilmente identificável, não há uma análise formal séria de riscos, nem mesmos para a elaboração do PPRA da empresa, conforme preconizado na NR-09.

Portanto, mais do que simplesmente fazer a análise de riscos, o objetivo aqui é fazê-lo de forma sistemática e formal, inicialmente na forma de uma análise preliminar para identificação dos riscos da área de síntese como um todo, seguida por um aprofundamento na análise do processo de síntese, que parece ser a fonte dos riscos maiores.

Ao final, alterações de processo e ambientais devem ser propostas como forma de mitigar os riscos porventura encontrados.

A empresa em que foi desenvolvido o projeto é uma indústria química de médio porte, que foi assumida pela atual administração a pouco mais de três anos. A empresa vinha de um longo tempo sem investimentos na área produtiva e apresentava uma defasagem muito grande em termos de tecnologia de fabricação, além de uma visível deterioração da segurança de suas instalações.

Ainda reflexo da falta de investimentos, a disponibilidade de documentação das instalações, equipamentos e processos era escassa.

A nova administração pretendia retomar investimentos nas instalações, adequando as atuais a novas tecnologias de produção além de aumentar sua capacidade, eficiência e implantar novos processos, incluindo nas áreas fabris e de estocagem de matéria prima a granel.

Diante desse quadro de transição e com poucas informações confiáveis para o desenvolvimento do estudo, optou-se por fazer um levantamento preliminar das condições gerais de segurança da área sob estudo, no qual sentiu-se a necessidade de uma análise mais detalhada das unidades processos da área.

O levantamento preliminar partiu de algumas visitas à área, com registro das não conformidades observadas em relação às normas regulamentadoras e normas técnicas, procurando identificar os perigos presentes.

Em um segundo momento, foram solicitados documentos de processo e de engenharia para compreender as operações executadas na área, a circulação de materiais e pessoas, além de quantificar as grandezas principais envolvidas com os perigos identificados.

Após uma compilação prévia dos perigos encontrados, foram feitas reuniões tanto com o pessoal técnico e de supervisão como com o pessoal operacional para a confirmação dos dados e informações coletadas, bem como identificação de perigos ainda não listados.

Com base nessas informações foi desenvolvida, na primeira fase do trabalho, uma Análise Preliminar de Risco da área.

A partir dos resultados da APR foi observado que os perigos mais significativos, com consequências mais desastrosas caso se efetassem, estavam ligados a falhas de processo. Tanto do equipamento, quanto de operação. Assim, uma segunda etapa foi desenvolvida através da elaboração do HAZOP do processo mais crítico da área.

No desenvolvimento do HAZOP foi adotado o procedimento apresentado pela BS IEC 61882 (2001) e esquematizado na Figura 5, adaptado à realidade da empresa analisada.

3.1 A EMPRESA

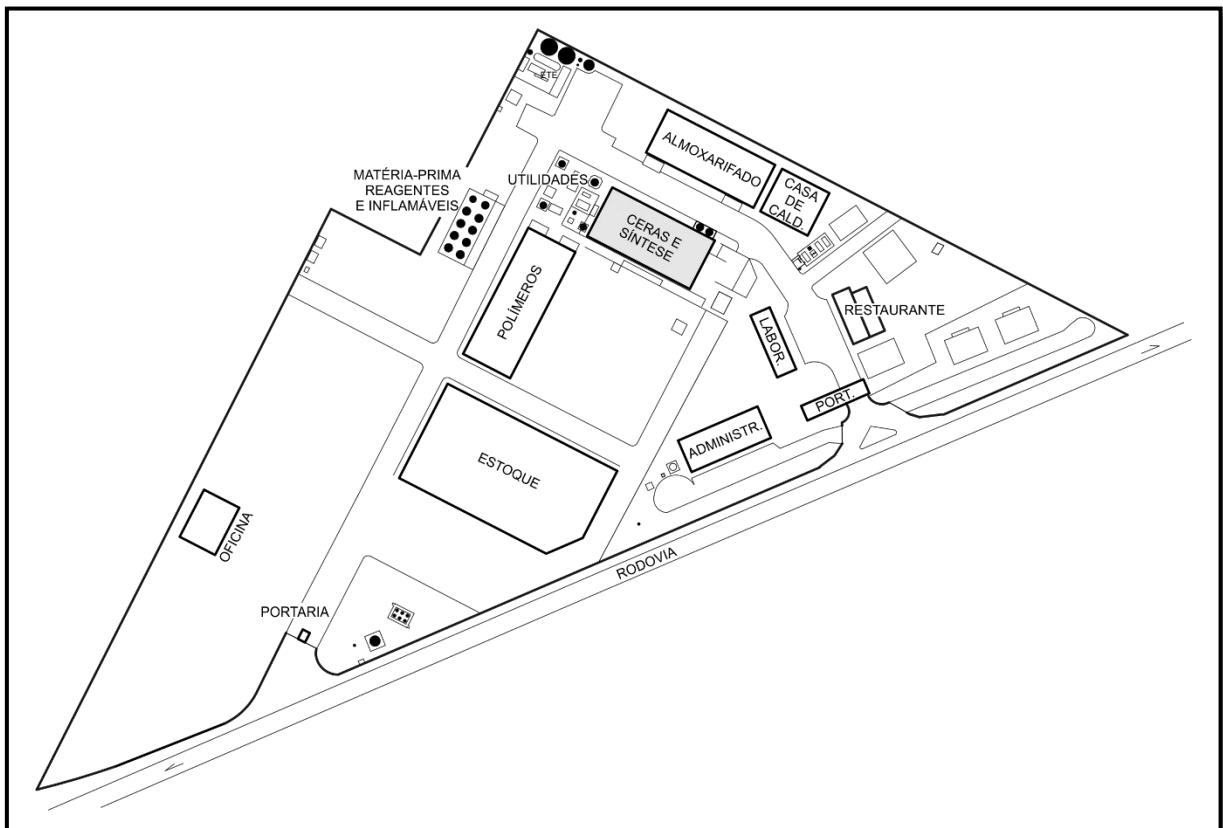
A empresa objeto deste estudo é uma empresa química de médio porte, com uma linha de produtos diversificada para diversos segmentos: higiene e limpeza, fundição, plásticos, borrachas, construção civil, agroquímicos, tintas e vernizes, auxiliares para couro, auxiliares têxteis, tratamento de água e superfícies, artigos escolares e escritório.

A sua linha de produtos engloba ceras, resinas, polímeros, emulsionantes, umectantes, dispersantes, solventes, intermediários para síntese, catalisadores, espessantes e especialidades.

A empresa, situada no interior de São Paulo, em uma área de cerca de 60.000 m², abriga essas diferentes áreas distribuídas em vários prédios, além de prédios específicos para a área administrativa e comercial, laboratórios, almoxarifado, estoque e utilidades, conforme apresentado na Figura 8.

A distribuição em prédios distintos possibilita uma boa separação entre os perigos oferecidos em cada área, salvaguardando, ao menos em parte, as outras áreas.

Figura 8 - Planta geral da empresa.



Fonte: arquivo pessoal (2017)

3.2 A ÁREA ANALISADA

Devido à separação das áreas fabris em prédios distintos, optou-se pela análise apenas de uma dessas áreas, a mais antiga, defasada tecnologicamente e escolhida pela nova administração como prioridade para investimentos.

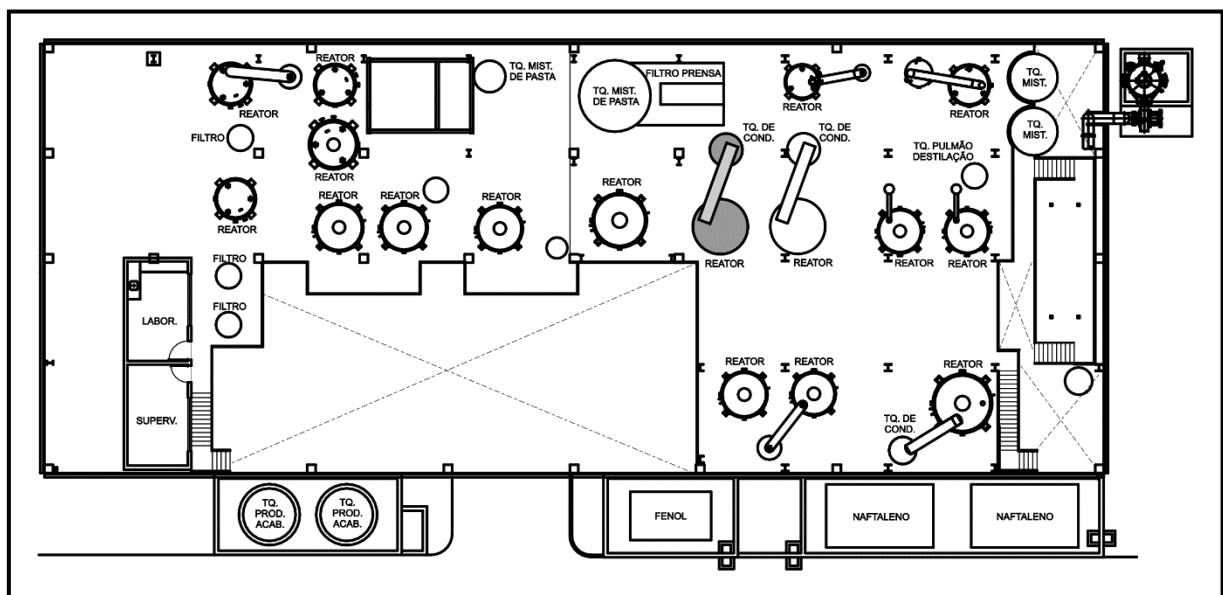
Nessa área, identificada como área de ceras e síntese, são processadas as ceras e produtos de síntese como emulsionantes, umectantes, dispersantes, solventes, intermediários para síntese, catalisadores, espessantes e especialidades.

A área é alojada em um galpão com estrutura de aço, sendo a maior parte dos equipamentos, incluindo reatores e separadores, instaladas em um mezanino metálico, conforme layout apresentado da Figura 9.

As matérias-primas são armazenadas em áreas próprias, externas ao prédio da produção. Há uma área para armazenamento de matérias-primas reagentes, como ácidos e bases, ou inflamáveis como álcool etílico, cumeno e xileno, a granel, com diques individuais para contenção de possíveis vazamentos.

Em outra área, externa à área analisada, porém contígua, são armazenados fenol e naftaleno. Ver Figura 9.

Figura 9 - Área de Ceras e Síntese – Layout do mezanino.



Fonte: arquivo pessoal (2017)

Para esta área foi realizada uma Análise Preliminar de Risco (APR) de forma a identificar os riscos gerais da área, a que estão sujeitos os trabalhadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

Para elaborar a Análise Preliminar de Risco (APR) foi formada uma equipe composta pelo autor, que coordenou os trabalhos, o Engenheiro Químico da empresa, que conhece os processos e os detalhes e peculiaridades das reações desenvolvidas no processo, além de fornecer a documentação de processo, o Engenheiro de Manutenção, responsável por fornecer todas as informações disponíveis das instalações e equipamentos e convededor da história não documentada da área analisada, um dos Supervisores de Produção e um Operador experiente, informando o dia-a-dia da produção, com os problemas encontrados, variações sobre o processo e outras operações não documentadas.

Após uma reunião inicial com a equipe, na qual foi apresentado o objetivo do trabalho, qual seja, a identificação dos perigos existentes na área de ceras e síntese e a análise dos riscos decorrentes, foi realizada uma visita na área com toda a equipe para a identificação e registro dos perigos. As Figuras 10 a 19 mostram alguns exemplos significativos das não conformidades encontradas.

Ao entrar na área chama a atenção o odor forte e constante de produtos químicos, que incomodam bastante, resultado da operação de vários reatores com bocas de visita ou bocas de adição de matérias primas abertas durante todo o processo, como mostrado na Figura 10, onde é possível se observar os vapores de produtos químicos emanados pela boca de visita. Esse procedimento foi observado em diversos outros reatores que estavam em operação por ocasião durante as visitas, indicando tratar-se de procedimento comum e padronizado na empresa. Apesar disso e do odor intenso e permanente de produtos químicos, não foi observado o uso de qualquer EPI para proteção respiratória por parte dos empregados ou visitantes. Também foram observadas diversas operações que exigem conexão e desconexão de mangueiras, como o engate do tanque de transferência de Naftaleno no reator, mostrado na Figura 11, com algum vazamento de matéria prima ou produto, alguns tóxicos ou inflamáveis, outros em temperaturas elevadas. O anexo B apresenta as fichas de informação dos produtos usados no processo analisado.

Figura 10 - Reator operando com boca de visita aberta.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Apesar do uso de luvas e óculos de segurança, o vazamento de substâncias químicas durante a operação de desengate de mangueiras representa um perigo real à integridade do trabalhador devido ao fato desse trabalhador não saber de antemão se haverá um vazamento e, em havendo, qual a quantidade, direção e pressão com que o produto será expelido da união.

Figura 11 - Tanque de transferência usado para carregamento de Naftaleno.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Foram ainda observados indícios de vazamento de matérias primas tóxicas e inflamáveis em algumas juntas e válvulas, como mostrado na Figura 12, onde os flanges com zinabre e partes externas da tubulação e válvulas oxidadas indicam

episódios de vazamento de ácido sulfúrico. Vazamento que, considerando a natureza das substâncias, representa riscos aos trabalhadores e às instalações.

Figura 12 - Indícios de vazamento em juntas da tubulação de ácido sulfúrico.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Também chamou a atenção a ausência de sinalização que indicasse áreas de circulação, produção e estocagem. Escadas, corrimãos e guarda corpos fora de padrão, além de grandes espaços no mezanino sem guarda corpos ou qualquer proteção contra queda. Na Figura 11 é possível observar o piso sem qualquer sinalização além de obstruído pela mangueira e desnível. Ao fundo da mesma Figura 11, diversos extintores estão apoiados no piso, fora de sua posição original.

O layout dos equipamentos e tubulações apresenta diversos locais onde, durante a operação normal, os trabalhadores são obrigados a desviar de obstáculos, como suportes, colunas, tubulações e rebaixos do piso, sem qualquer sinalização ou proteção, mesmo para temperaturas elevadas, como pode ser observado na Figura 13. Somado a isso, diversos objetos foram encontrados nas áreas que supostamente seriam de circulação aumentando a probabilidade de incidentes e acidentes, como uma tampa plástica junto às válvulas de bloqueio de vapor mostradas na Figura 17.

Também chamou a atenção a grande quantidade de áreas a alta temperatura sem qualquer isolamento e ao alcance dos trabalhadores. Estas áreas são representadas por partes de reatores, colunas, tubulações, válvulas e purgadores encontrados por toda a área e em todos os equipamentos, como as tubulações apresentadas na Figura 17.

Figura 13 - Visão geral da área do mezanino.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Na Figura 13 é possível se observar a grande quantidade de colunas e tubulações sem verticais sem isolamento que cruzam a área de operação. No piso não há sinalização das áreas de circulação e armazenagem, como onde está o palete com sacas de matéria-prima no canto inferior direito da figura. A cabeça dos reatores não tem isolamento térmico, tampouco avisos de superfície a alta temperatura. No canto esquerdo pode-se observar guarda corpos fora de padrão na borda do mezanino. As tubulações também não estão identificadas com as cores relativas aos produtos transportados.

Figura 14 - Reator novo, com vão à direita sem proteção.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Na Figura 14, um reator novo é instalado no mezanino observando-se à direita a borda desse mezanino sem qualquer proteção contra quedas. Essa situação permaneceu por todo o período em que este trabalho foi desenvolvido.

Figura 15 - Área abaixo dos reatores, com obstáculos à circulação.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

A Figura 15 mostra a área abaixo do mezanino, no térreo, com diversas tubulações cruzando a áreas de operação e circulação. Estas tubulações são “puladas” pelos operadores durante a operação do equipamento. Tubos e válvulas aquecidas estão expostas e acessíveis, além do descarregamento de água diretamente no piso, que não apresenta qualquer sinalização. Ao fundo, pode-se observar uma coluna sem sinalização, além de diversos objetos largados no piso.

Como toda a operação é feita em campo, a convivência diária dos trabalhadores com os obstáculos e demais perigos identificados e apresentados nas fotos, além de os exporem a esses perigos, criam uma falsa sensação de controle ao se condicionarem a esse ambiente, aumentando a probabilidade de acidentes e consequentemente também os riscos.

Figura 16 - Parte superior de reator, coluna e tubulações sem isolamento.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

A Figura 16 mostra uma unidade de processo com reator, coluna de destilação, condensador e tanque de condensado totalmente sem isolamento, bem como as tubulações de interligação entre eles. Piso e colunas, além de outros obstáculos, sem sinalização.

Figura 17 - Tubulações e distribuidor de vapor sem isolamento e acessíveis.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Em alguns pontos a descarga dos purgadores de vapor é feita diretamente na atmosfera, contribuindo para o aquecimento do ambiente além do risco de queimaduras e do ruído gerado, como mostrado na Figura 18. Na Figura 18 pode-se

observar ainda tubulações quentes expostas, sem isolamento e acessíveis, além de obstáculos no piso sem qualquer proteção ou sinalização.

Figura 18 - Descarga de vapor de flash no ambiente.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

O ruído é ainda aumentado por acionamentos de agitadores e bombas antigos, alguns ainda usando correias, e com proteção das partes móveis inadequadas, como pode ser visto na Figura 19, onde tanto a correia quanto o acoplamento do redutor com o agitador estão expostos e acessíveis, oferecendo risco aos trabalhadores.

Figura 19 - Acionamento de sistema de agitação por correia e desprotegido.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

Não há qualquer automação ou operação remota das unidades, sendo toda a operação manual e local.

Após a visita, os perigos identificados foram compilados na planilha de APR (ver anexo A), já indicando causas e consequências. Uma nova reunião foi realizada com a equipe, onde, após a apresentação da planilha, foram avaliadas as informações compiladas, complementando-as com a colaboração da equipe e fazendo-se a análise para a classificação do risco.

Foram ainda propostas soluções para eliminar ou mitigar os riscos identificados. Nesta fase, optou-se por não considerar os EPIs, já que, para a maior parte dos riscos analisados já eram adotados os EPIs possíveis ou os EPIs não surtiriam qualquer efeito.

Analizando os resultados compilados nota-se ainda que os riscos maiores estão relacionados com a inadequação dos equipamentos e dos próprios processos desenvolvidos. Por essa razão, foi decidido que um estudo de HAZOP seria desenvolvido, tomando como objeto um dos processos de síntese, o mais crítico.

Este estudo de HAZOP é apresentado na seção 4.5, após uma apresentação mais detalhada na seção 4.4 do processo escolhido para análise.

4.2 O PROCESSO

O processo escolhido para o estudo HAZOP é a fabricação de naftaleno sulfonato de sódio, usado como auxiliar no tingimento de couro, cuja reações são descritas na seção 2.5.

O processo é desenvolvido em um dos reatores de 15.000 Litros, destacado na Figura 9. A unidade de processo conta com um reator, um condensador e um tanque pulmão de destilado, já que é uma unidade multiprocesso. Porém, para o processo em questão o sistema de destilação não é utilizado.

A folha de processo apresentada pela empresa contém as instruções para a fabricação do produto. A seguir são destacadas as informações importantes para este estudo, conforme constam no documento da empresa.

As principais matérias-primas utilizadas e os aspectos de segurança a elas relacionados são:

- Naftaleno: produto inflamável, pode causar queimaduras e irritação nos olhos e mucosas;
- Ácido sulfúrico: corrosivo, causa graves queimaduras na pele, olhos e mucosas;
- Formaldeído: corrosivo para a pele, olhos e aparelho respiratório, pode causar dermatites e danos nos rins;
- Soda Cáustica: corrosivo, causa graves queimaduras na pele, olhos e mucosas;
- Água.

São especificados os seguintes EPIs para os operadores responsáveis por esse processo: luvas de PVC, máscara, uniforme, botas, capacete, e para a transferência de naftaleno, além dos EPIs citados, utilizar macacão impermeável.

Cuidados especiais pré-processo:

- Verificar se o reator está limpo e em condições de operação;
- Verificar se o tanque de naftaleno está aquecido;
- Verificar se o tanque de transferência está desobstruído, se as válvulas estão OK e se as mangueiras estão em boas condições de uso;
- Pesar o formol em container de aço inoxidável;
- Na operação de transferência de formol para o tanque de adição, fazer aterramento do container.

Descrição do processo produtivo:

- 1) Verificar se o condensador está raqueteado;
- 2) No reator, carregar o naftaleno;
- 3) Carregar o ácido sulfúrico através do medidor de vazão;
- 4) Aquecer para 160 °C;
- 5) Manter nessa temperatura por 4 horas (Reação);
- 6) Retirar amostra para teste de solubilidade;
- 7) Analisar sulfúrico livre;
- 8) Se OK, resfriar para 100 °C;
- 9) Carregar 1º Água;
- 10) Puxar 1º Formaldeído para tanque de adição e adicionar;
- 11) Manter a 80 °C por 1 hora (Reação);

- 12) Adicionar 2º Formaldeído;
- 13) Manter a 80 °C por 1 hora (Reação);
- 14) Adicionar 3º Formaldeído;
- 15) Manter a 90 °C por 4 horas (Reação);
- 16) Retirar amostra para análise de formol livre;
- 17) Se OK, resfriar para adição de 2º Água;
- 18) Resfriar para 60 ~ 80 °C para neutralizar;
- 19) Deixar pH entre 4 e 5 e adicionar barrilha;
- 20) Acertar pH para 6,5 a 7,5 com soda cáustica (durante a neutralização não ultrapassar, em hipótese alguma, a temperatura de 70 °C);
- 21) Retira amostra para análise;
- 22) Se necessário, colocar mais (soda) e verificar quantidade com o supervisor;
- 23) Após liberação do LCQ, proceder com o descarregamento.

O tempo total de processo é de aproximadamente 21 horas, abrangendo, portanto, vários turnos e troca de operadores.

Algumas observações devem ser feitas a respeito das informações contidas na folha de processo:

- Esta unidade de processo não dispõe de tanque de adição, mas de uma linha de alimentação de formaldeído a partir do tanque de armazenamento. Portanto formaldeído é adicionado a granel, por bomba.
- Da mesma forma, o ácido sulfúrico e a soda cáustica são adicionadas por bomba diretamente dos respectivos tanques de armazenamento.
- O naftaleno é transferido do tanque de armazenamento, situado em área contígua à área de produção analisada, através de um tanque de transferência em aço inox. Do tanque de transferência, transportado em empilhadeira por cerca de 15 metros, o naftaleno é carregado no reator, no segundo passo do processo, pelo bocal inferior do reator, pela pressurização do tanque de transferência com ar comprimido, como pode ser visto na Figura 20.
- Em todas as etapas de reação o controle da temperatura e pressão é importante para a estabilidade e qualidade do produto final, além da segurança.

Figura 20 - Carregamento de Naftaleno no reator.



Fonte: arquivo pessoal (2016)

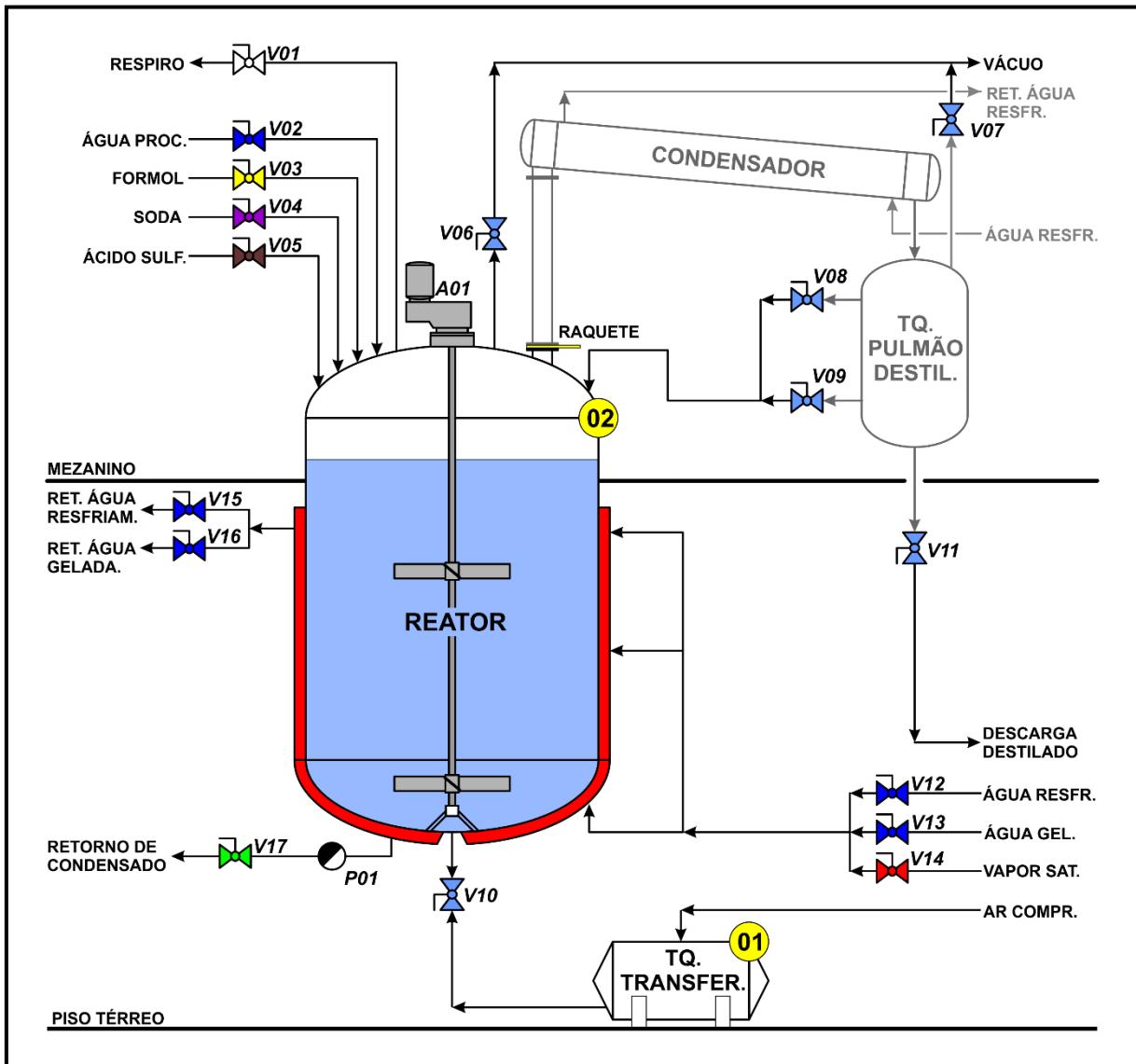
A Figura 21 apresenta o fluxograma do processo multipropósito usado para a produção do naftaleno sulfonato estudado.

O conjunto de destilação, formado pela coluna de destilação, condensador e tanque pulmão de destilados, não é utilizado neste processo e está representado em cinza.

Basicamente todo o processo se desenvolve no reator, com exceção da carga de naftaleno que é feita através do tanque de transferência.

A análise de risco do processo foi feita utilizando o método de HAZOP por estar intimamente ligada ao controle das variáveis de processo, estando detalhada na seção 4.3 abaixo.

Figura 21 - Fluxograma de processo.



Fonte: arquivo pessoal (2017)

4.3 HAZOP

A sugestão da realização do estudo do HAZOP foi levada à diretoria da empresa, que aceitou a sugestão, mantendo a mesma equipe que participou da elaboração da APR para dar continuidade aos trabalhos. No estudo foi seguido o procedimento da BS IEC 61882 (2001) e esquematizado na Figura 5.

4.3.1 Escopo e Objetivos

O escopo do HAZOP é a análise da unidade de síntese número 04, constituída por um reator vitrificado, um conjunto de destilação com condensador e tanque pulmão de destilado, e um tanque móvel de transferência de matéria prima. Apesar de ser um reator multiprocesso, o estudo aborda apenas o processo de fabricação de naftaleno sulfonato de sódio, apresentado na seção 4.4.

O estudo é restrito à unidade analisada, tendo como limites as válvulas mais próximas ao tanque e considerando que todo o sistema de alimentação de matéria prima e utilidades a montante dessas válvulas esteja operando adequadamente. Contudo a operação inadequada desses sistemas pode ser considerada nas causas dos desvios identificados.

O objetivo da análise é identificação e avaliação dos riscos decorrentes do equipamento e do processo utilizado, detalhando o estudo daqueles já identificados na APR e investigando outros ainda não identificados. Também é objetivo deste estudo propor medidas de proteção contra os riscos identificados.

4.3.2 Preparação

O Coordenador, designado para liderar o estudo de HAZOP pela direção da empresa, programou o estudo em duas sessões de análise, com a participação de toda a equipe. Uma primeira sessão, agendada para 24/11/2016, focada na identificação dos desvios, causas e consequências e uma segunda sessão, agendada para 01/12/2016, para o estudo das ações a serem propostas.

Em face ao curto tempo disponibilizado aos membros da equipe para o estudo, optou-se pela adoção do método de registro por exceções, apresentado na seção 2.4.5.

Cabe ressaltar que os membros designados para o estudo que eram funcionários da empresa não tinham dedicação exclusiva ao estudo, somando esta às outras atividades já desenvolvidas. Esta é uma dificuldade que deve ser encontrada no desenvolvimento de análises de risco em empresas de pequeno e médio porte, onde em geral não há pessoal com tempo ocioso.

Parte da documentação necessária para o desenvolvimento do HAZOP já havia sido fornecida para a APR: layout da área, dados de projeto dos reatores, condensadores e tanques, informações das matérias primas e produtos.

A estes foram juntados os desenhos disponíveis dos equipamentos, as folhas de processo para a produção do naftaleno sulfonato de sódio e, na ausência de fluxogramas ou diagramas P&ID, foi feito na semana que antecedeu a primeira sessão, um levantamento *as-built* da unidade de processo nº 04.

4.3.3 Análise

Na primeira reunião foi definido que a análise partaria das variáveis de processo, a elas aplicando-se as palavras guia, conforme representado pela Figura 6.

Foram definidos dois nós ou elementos para a análise, o elemento nº 01, representado pelo tanque de transferência de naftaleno, e o elemento nº 02, representado pelo reator vitrificado da unidade nº 04.

Os resultados das análises para cada elemento estão compilados respectivamente nos Quadros 9 e 10, apresentados no apêndice B.

4.3.4 Documentação e acompanhamento

Após a segunda sessão de análise, o Coordenador, que exerceu também a função de secretariado, compilou todas as informações obtidas e conclusões em um relatório final, que, subscrito por todos os membros da equipe, foi encaminhado à direção da empresa para implementação das devidas providências.

Neste relatório final foram também registradas as atividades da análise preliminar de risco desenvolvida antes do HAZOP e descritas na sessão 4.3.

Até a data de finalização deste trabalho, a empresa estava na fase de revisão de seus processos e elaboração dos diagramas P&ID para implementação de uma automação parcial dos processos com o objetivo de melhoria dos controles de vazão e manobra de matérias primas, temperatura e vazão de utilidades e agitação.

4.3.5 Considerações Finais

Observou-se o envolvimento da direção da empresa, que mesmo sem fazer parte da equipe de estudo acompanhou todo o desenvolvimento dos trabalhos, participando inclusive de algumas reuniões, e, com o relatório final em mãos, dando prosseguimento ao processo de melhoria, iniciando de imediato as providências para implementação das propostas.

Foi possível ainda observar que, no início do estudo, os membros da equipe e mesmo o pessoal de fábrica mostrou-se reticente em fornecer informações e relatar os problemas, falhas e dificuldades que presenciavam no dia a dia da empresa. Porém, com o avanço do estudo e a percepção de que esse estudo poderia lhes trazer melhorias significativas nas condições de trabalho, os trabalhadores passaram a falar de forma mais aberta e franca. Daí a necessidade de uma boa articulação e relacionamento do coordenador ou líder do estudo tanto com a administração da empresa quanto com os trabalhadores de chão de fábrica e, em especial, com os membros da equipe.

Quanto às ferramentas de análise empregadas, a Análise Preliminar de Risco (APR) e o Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP), foi possível sentir as suas diferenças, vantagens e desvantagens.

A APR mostrou-se uma ferramenta ágil, em que não foram necessários dados técnicos aprofundados, tampouco instrumentos sofisticados. Ainda dentro de seu escopo, poderiam ser feitas análises mais detalhadas e aprofundadas quanto a alguns aspectos específicos como o ruído e a presença de gases tóxicos ou inflamáveis no ambiente, quantificado a exposição dos trabalhadores a esses agentes. Porém, de uma forma geral, os perigos foram identificados e classificados.

Já o HAZOP confirmou-se como uma ferramenta poderosa na análise em detalhe de processos específicos, identificando sutilezas que não apareceram na APR, como as falhas que podem ocorrer na operação de um simples tanque de transferência e podem ser evitadas com pequenas alterações no seu projeto ou no processo.

5 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos para este trabalho foram alcançados. Apesar da dificuldade inicial em mobilizar uma pequena equipe da empresa para a análise de risco, em função do quadro reduzido de funcionários e sua carga habitual de trabalho, foram levantados os riscos presentes na área analisada utilizando-se as duas ferramentas propostas, a APR e o HAZOP.

Foram ainda propostas melhorias visando a eliminação ou mitigação dos riscos encontrados.

Para a continuidade e complementação desse trabalho, as medidas propostas devem ser implementadas através de projetos específicos e sua execução.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. A. **Metodologias de Análise de Risco APP e HAZOP.** Monografia do curso de Especialização em Eng. de Segurança do Trabalho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. 29 p. Disponível em: http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13179/material/APP_e_HAZOP.pdf. Acessado em: 03 de fevereiro de 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 31000 – Gestão de riscos - Princípios e diretrizes.** Rio de Janeiro, 2009. 24 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 31010 - Gestão de riscos — Técnicas para o processo de avaliação de riscos.** Rio de Janeiro, 2012. 96 p.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 9 Programa de Prevenção de Riscos Ambientais,** Portaria MTE nº 1.471, de 24 de setembro de 2014. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2017.
- BRITISH STANDARD / INTERNATIONAL STANDARD. **BS IEC 61882 Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide.** UK, 2001. 60 p.
- FARIAS, F. C. **Mecanismos das Reações.** 2000. 23 p. Disponível em: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_mecanismos_das_reacoes.pdf. Acessado em: 01 de março de 2017.
- KLETZ, T. **Hazop and Hazan: Identifying and assessing process industry hazards.** 4th ed. Rugby/UK: IChemE, 1999. 232 p.
- LEITE, D. A. N. **Empreendedorismo e plano de negócio para novo negócio em em presa.** Guaratinguetá, 2013. 58 p. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119595/000736232.pdf?sequence=1>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2017.
- MCKAY, G. **Process safety manangement and risk hazard analysis.** Hong Kong, 2011. 54 p. Disponível em: <http://www.cbme.ust.hk/safetycourse/download/09.1HAZOP StudyTrainingCourse.pdf>. Acessado em: 03 de fevereiro de 2017.

OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES. **OHSAS 18001 – Occupational health and safety management systems - Requirements.** UK, 2007. 22 p.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W. **Perry's chemical engineers' handbook**, 7th ed., McGraw-Hill, 1997.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP, EPUSP/PECE. **eST – 701 / STR – 701 Gerência de Riscos**. São Paulo, 2016, 214 p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP, EPUSP/PECE. **eST – 701 / STR – 701 Gerência de Riscos – Apostila Complementar**. São Paulo, 2016, 35 p.

WESTERN SYDNEY UNIVERSITY. **Hazard identification, risk assessment and control procedure**. Sydney, 2015, 9 p.

APÊNDICE A – PLANILHA DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

Quadro 8 - Análise Preliminar de Risco (APR)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)							
SUBSISTEMA:		Área de Ceras e Síntese			DATA:		10/11/2016
EQUIPE:		Coordenador, Eng. Químico, Eng. Manutenção, Supervisor de Produção, Operador.					
No	PERIGO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	FREQ.	SEVER.	RISCO	RECOMENDAÇÕES
01	Vazamento de matéria-prima tóxica	Rompimento do Tanque;	<ul style="list-style-type: none"> - Intoxicação; - Contaminação ambiental; - Gastos com limpeza; - Gastos com descarte; - Paralização da produção. 	C	III	3	- Manutenção preventiva; - Inspeção periódica.
		Rompimento da tubulação;		D		4	
		Falha na operação;		E		5	- Automação; - Revisão de procedimentos;
		Queda de IBQ;		E		5	
		Rompimento de IBQ.		C		3	- Transporte por tubulação;
02	Vazamento de matéria-prima inflamável	Rompimento do Tanque;	<ul style="list-style-type: none"> - Incêndio; - Intoxicação; - Contaminação ambiental; - Gastos com limpeza; - Gastos com reparação; - Gastos com indenizações; - Paralização da produção. 	C	III	3	- Manutenção preventiva; - Inspeção periódica.
		Rompimento da tubulação;		D		4	
		Falha na operação;		E		5	- Automação; - Revisão de procedimentos;
		Queda de IBQ;		E		5	
		Rompimento de IBQ.		C		3	- Transporte por tubulação;
03	Exalação de vapores tóxicos, inflamáveis ou irritantes	Operação com Boca de Visita aberta;	<ul style="list-style-type: none"> - Incêndio; - Intoxicação; - Contaminação ambiental; - Gastos com indenizações. 	E	III	5	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar bocais de alimentação adequados; - Evitar manipulação de matérias-primas; - Transporte por tubulação; - Automação; - Revisão de procedimentos.
		Derramamento de substâncias voláteis;		E		5	
04	Sobrepressão no reator	Reações exotérmicas descontroladas;	<ul style="list-style-type: none"> - Vazamento de produto; - Explosão; - Incêndio; - Intoxicação; - Contaminação ambiental; - Gastos com limpeza; - Gastos com reparação; - Gastos com indenizações; - Paralização da produção. 	D	IV	5	<ul style="list-style-type: none"> - Automação; - Revisão de procedimentos; - Treinamento;
		Injeção de ar comprimido ou nitrogênio;		E		5	- Instalação de reguladoras de pressão adequadas;
		Deterioração estrutural do reator.		D		5	- Inspeção periódica; - Manutenção preventiva;
		Ausência de dispositivos de segurança		E		5	- Instalação de dispositivos de segurança adequados;

(continua)

(continuação)

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)							
SUBSISTEMA:		Área de Ceras e Síntese		DATA:		10/11/2016	
EQUIPE:		Coordenador, Eng. Químico, Eng. Manutenção, Supervisor de Produção, Operador.					
No	PERIGO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	FREQ.	SEVER.	RISCO	RECOMENDAÇÕES
05	Queda no mesmo nível	Obstáculos nas áreas de trânsito;	<ul style="list-style-type: none"> - Lesões; - Afastamentos. 	E	II	4	<ul style="list-style-type: none"> - Organização - Revisão do Layout das instalações
		Falta de identificação das áreas de trânsito.		E		4	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação da sinalização
06	Queda do mezanino	Guarda corpo inadequado;	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de material; - Lesões; - Afastamentos; - Morte. 	E	IV	5	<ul style="list-style-type: none"> - Adequação conforme normas
		Aberturas sem proteção no guarda corpo;		E		5	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de proteções adequadas; - Eliminação da necessidade de aberturas; - Revisão do Layout das instalações.
		Sinalização deficiente.		E		5	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação da sinalização
07	Alta temperatura ambiental	Operação dos reatores com boca de visita aberta;	<ul style="list-style-type: none"> - Desconforto; - Penosidade; - Doenças ocupacionais; - Afastamentos. 	E	II	4	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar bocais de alimentação adequados; - Evitar manipulação de matérias-primas; - Transporte por tubulação; - Automação; - Revisão de procedimentos.
		Vazamento de vapor;		E		4	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva
		Superfícies aquecidas sem isolamento;		E		4	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento de todas as superfícies aquecidas.
08	Superfícies a alta temperatura	Superfícies aquecidas sem isolamento;	<ul style="list-style-type: none"> - Queimaduras. 	E	II	4	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento de todas as superfícies aquecidas acessíveis.
		Sinalização deficiente.		E		4	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação da sinalização
09	Descarga de fluidos a alta temperatura	Vedações danificadas;	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de material; - Lesões; - Afastamentos; - Morte. 	E	IV	5	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeções periódicas; - Manutenção preventiva.
		Ruptura da tubulação;		D		5	
		Ruptura de tanques ou reatores.		D		5	
10	Ruído excessivo	Acionamentos de sistemas de agitação ou bombeamento inadequados;	<ul style="list-style-type: none"> - Incômodo; - Dor; - Perda auditiva; - Surdez; - Afastamento. 	E	II	4	<ul style="list-style-type: none"> - Substituição de acionamentos ruidosos por outros de melhor qualidade.
		Manutenção deficiente;		D		3	<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva
		Descarga de vapor.		E		4	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de silenciadores - Revisão dos locais de descarga.

Fonte: arquivo pessoal (2016)

APÊNDICE B – PLANILHAS DE HAZOP

Quadro 9 - HAZOP, Tanque de transferência de naftaleno

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)									
ESTUDO:		UNIDADE DE SÍNTSE N° 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO					FOLHA:		1 de 2
EQUIPE:		Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).					DATA:		08/12/2016
SUBSISTEMA:		(01) Tanque de transferência de Naftaleno					DATAS DAS REUNIÕES:	24/11/2016 01/12/2016	
#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
01	Pressão	Não	Sem pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Ar comprimido desconectado • Sem pressão de ar comprimido 	<ul style="list-style-type: none"> • Naftaleno não é transferido 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de manômetro no Tanque de Transferência 	EM
02	Pressão	Menos	Pressão insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Pressão baixa do ar comprimido 	<ul style="list-style-type: none"> • Naftaleno não é transferido; • Baixa vazão de transferência de Naftaleno 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de manômetro no Tanque de Transferência 	EM
03	Pressão	Mais	Sobre-pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Pressão do ar comprimido acima da PMTA do Tanque de Transferência; • Fogo externo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de Naftaleno; • Explosão. 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • A PMTA do Tanque de Transferência não é conhecida; • Não há PSV no Tanque de Transferência; • Área classificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação estrutural do Tanque de Transferência para a pressão requerida; • Instalação de PSV no Tanque de Transferência; • Instalação de Válv. Reguladora de pressão de ar compr. 	EM
04	Vazão	Não	Sem vazão	<ul style="list-style-type: none"> • Sem pressão de ar comprimido; • Válvula do fundo do reator (V10) fechada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há carregamento do reator 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Automação; • Indicador da posição da Válvula V10; • Instalação de manômetro no Tanque de Transferência. 	EM

(continua)

(continuação)

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)				
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTSE N° 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).		DATA:	2 de 2
SUBSISTEMA:	(01) Tanque de transferência de Naftaleno			DATAS DAS REUNIÕES: 24/11/2016 01/12/2016

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
05	Vazão	Menos	Baixa vazão	<ul style="list-style-type: none"> Baixa pressão de ar comprimido; Válvula V10 obstruída; Obstrução da mangueira entre o Tanque de Transferência e V10. 	<ul style="list-style-type: none"> Carregamento lento do reator. 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança. 	<ul style="list-style-type: none"> Automação; Indicador da posição da Válv. V10; Instalação de manômetro no Tanque de Transferência. 	EM
06	Temperatura	Menos	Baixa temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Longo tempo de residência do Naftaleno no Tanque de Transferência. 	<ul style="list-style-type: none"> Solidificação do Naftaleno; Não há transferência 	Procedimentos e instruções de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Instalação de Sensor de temperatura no Tanque de Transferência; Isolamento do Tanque de Transferência. 	EM
07	Temperatura	Mais	Alta temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Fogo externo 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da pressão interna 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> Ver item 03 	<ul style="list-style-type: none"> Ver item 03 	
08	Nível	Não	Sem matéria prima	<ul style="list-style-type: none"> Tanque de transferência não foi carregado. 	<ul style="list-style-type: none"> Não há transferência 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Pesagem do Tanque de Transferência; ou Instalação de sensor de nível no Tanque de Transferência. 	EM
09	Nível	Menos	Baixo nível de matéria prima	<ul style="list-style-type: none"> Tanque de transferência foi parcialmente carregado. 	<ul style="list-style-type: none"> Quantidade insuficiente de Naftaleno é carregada no Reator. 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Pesagem do Tanque de Transferência; ou Instalação de sensor de nível no Tanque de Transferência. 	EM

Fonte: arquivo pessoal (2016)

Quadro 10 - HAZOP, Reator vitrificado de síntese

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)				
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTSE N° 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).			DATA:
SUBSISTEMA:	(02) Reator Vitrificado de Síntese			DATAS DAS REUNIÕES:
24/11/2016	01/12/2016			

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
01	Pressão Interna	Menos	Vácuo no reator	<ul style="list-style-type: none"> Abertura ou vazamento de V06 Resfriamento com reator fechado 	<ul style="list-style-type: none"> Colapso do reator Perda do lote 	Rreator projetado para vácuo total	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção preventiva; Automação. 	EM
02	Pressão Interna	Mais	Sobre-pressão no reator	<ul style="list-style-type: none"> Aquecimento; Reação descontrolada; Fogo externo. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do lote; Vazamento; Explosão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> O reator não é equipado com PSV. 	<ul style="list-style-type: none"> Adequação do reator a pressão requerida (NR13) Instalação de PSV no reator; 	EM
03	Temperatura do produto	Menos	Temperatura abaixo da requerida pelo processo	<ul style="list-style-type: none"> Longo tempo de residência do produto no reator Falha do sistema de aquecimento 	<ul style="list-style-type: none"> Solidificação do produto no reator Interrupção da reação Perda do lote 	Sensor de temperatura do produto	<ul style="list-style-type: none"> Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção preventiva; Automação. 	EM
04	Temperatura do produto	Mais	Superaque-cimento do produto	<ul style="list-style-type: none"> Reações descontroladas Falha no controle de vapor Falha no controle de água de torre Falha nas válvulas V12 à V16 Falha de operação Fogo externo 	<ul style="list-style-type: none"> Sobrepressão no reator (ver item 02) Deterioração do produto. Explosão 	Sensor de temperatura do produto	<ul style="list-style-type: none"> Toda a operação é manual, sem válvulas de controle de temperatura ou de vazão. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção preventiva; Automação. (ver item 02) 	EM

(continua)

(continuação)

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)					
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTSESE Nº 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:	2 de 5
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).			DATA:	08/12/2016
SUBSISTEMA:	(02) Reator Vitrificado de Síntese			DATAS DAS REUNIÕES:	24/11/2016 01/12/2016

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
05	Nível do produto	Menos	Nível abaixo do mínimo	<ul style="list-style-type: none"> • Falha na adição de Naftaleno • Bloqueio das válvulas de matéria prima. • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Agitação ineficaz • Dosagem equivocada • Reações prejudicadas • Perda do lote 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de sensor de nível e/ou chave de nível baixo • Automação 	EM
06	Nível do produto	Mais	Nível acima do máximo	<ul style="list-style-type: none"> • Equívoco na adição de matéria prima 	<ul style="list-style-type: none"> • Agitação prejudicada • Eliminação de produto pelo respiro 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de sensor de nível e/ou chave de nível alto • Automação 	EM
07	Rotação do agitador	Não	Agitador não funciona	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de energia • Quebra do motorredutor • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Não homogeneização do produto • Perda do lote • Reações descontroladas • Superaquecimento 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Reações descontroladas e superaquecimento (ver itens 02 e 04) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Treinamento 	EM SP OP
08	Rotação do agitador	Menos	Rotação insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Falha do inversor • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Não homogeneização do produto • Perda do lote • Reações descontroladas • Superaquecimento 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Reações descontroladas e superaquecimento (ver itens 02 e 04) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Treinamento 	EM SP OP
09	Rotação do agitador	Mais	Rotação excessiva	<ul style="list-style-type: none"> • Falha do inversor • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de qualidade • Perda do lote 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Treinamento 	EM SP OP

(continua)

(continuação)

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)					
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTESE Nº 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:	3 de 5
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).			DATA:	08/12/2016
SUBSISTEMA:	(02) Reator Vitrificado de Síntese			DATAS DAS REUNIÕES:	24/11/2016 01/12/2016

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
10	Rotação do agitador	Reverso	Rotação no sentido contrário	<ul style="list-style-type: none"> • Falha do inversor • Falha de manutenção • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de qualidade • Perda do lote 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Treinamento 	EM SP OP
11	Vazão de Ácido Sulfúrico	Não	Sem adição de Ácido Sulf.	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de pressão na linha • Bloqueio da válv. V05 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há reação 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido Sulfúrico é um dos reagentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Indicador de posição da válvula V05 • Treinamento 	EM SP OP
12	Vazão de Formol	Não	Sem adição de Formol	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de pressão na linha • Bloqueio da válv. V03 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há reação 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Formol é reagente • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Indicador de posição da válvula V03 • Treinamento 	EM SP OP
13	Vazão de Formol	Menos	Vazão insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa pressão na linha • Bloqueio parcial da válv. V03 • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Reação incompleta 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Formol é reagente • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva. • Automação. • Indicador de posição da válvula V03 • Treinamento 	EM SP OP
14	Vazão de Formol	Mais	Vazão excessiva	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de Operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Reação descontrolada (ver itens 02 e 04) 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Formol é reagente • Regulagem manual da vazão 	<ul style="list-style-type: none"> • Automação. • Instalação de controladora de vazão. • Treinamento 	EM SP OP

(continua)

(continuação)

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)					
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTSESE Nº 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:	4 de 5
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).			DATA:	08/12/2016
SUBSISTEMA:	(02) Reator Vitrificado de Síntese			DATAS DAS REUNIÕES:	24/11/2016 01/12/2016

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
15	Pressão Água de Resfr.	Não	Sem pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Sem pressão na linha • Bloqueio das válv. V12, V13, V15 ou V16. • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do produto. • Reações descontroladas • Aumento da pressão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Operação manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 02 • Indicadores de posição nas válv. V12, V13, V15 e V16 	EM SP OP
16	Pressão Água de Resfr.	Menos	Baixa pressão	<ul style="list-style-type: none"> • Produção insuficiente de água • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do produto. • Reações descontroladas • Aumento da pressão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Operação manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 02 	EM SP OP
17	Vazão Água de Resfr.	Não	Sem vazão de água	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 15 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 15 		<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 15 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 15 	EM
18	Vazão Água de Resfr.	Menos	Vazão abaixo da requerida	<ul style="list-style-type: none"> • Produção insuficiente de água • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do produto. • Reações descontroladas • Aumento da pressão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Operação manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 02 	EM SP OP
20	Temperatura de entrada Água de Resfr.	Mais	Temperatura alta da água de resfr.	<ul style="list-style-type: none"> • Resfriamento insuficiente de água 	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do produto. • Reações descontroladas • Aumento da pressão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Operação manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 02 	EM SP OP

(continua)

(continuação)

ANÁLISE DE PERIGO E OPERACIONALIDADE (HAZOP)					
ESTUDO:	UNIDADE DE SÍNTSE N° 04 – FABRICAÇÃO DE NAFTALENO SULFONATO DE SÓDIO			FOLHA:	5 de 5
EQUIPE:	Coordenador (CO), Eng. Químico (EQ), Eng. Manutenção (EM), Supervisor de Produção (SP), Operador (OP).			DATA:	08/12/2016
SUBSISTEMA:	(02) Reator Vitrificado de Síntese			DATAS DAS REUNIÕES:	24/11/2016 01/12/2016

#	PARÂMETRO	PALAVRA GUIA	DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS	SALVA-GUARDAS	COMENTÁRIOS	AÇÕES REQUERIDAS	RESP
21	Pressão Vapor	Não	Sem pressão de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Sem produção de vapor • Válv. V14 bloqueada • Válv. V17 bloqueada 	<ul style="list-style-type: none"> • Não aquece o produto 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva • Automação • Indicador de posição nas válv. V14 e V17 	EM SP OP
22	Pressão Vapor	Mais	Alta pressão de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Falha da estação redutora de pressão 	<ul style="list-style-type: none"> • Superaquecimento do produto • Sobrepresão na camisa • Explosão 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Não há PSV na camisa • PSV na linha após redutora inadequada 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de PSV adequada na camisa ou na linha após redutora 	EM
23	Vazão Vapor	Não	Sem vazão de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 21 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 21 	Ver item 21	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 21 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 21 	EM
24	Vazão Vapor	Menos	Baixa vazão de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de vapor insuficiente. • Falha de operação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento insuficiente do produto 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de processo, sem prejuízo à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva • Automação • Indicador de posição nas válv. V14 e V17 	EM SP OP
25	Vazão Vapor	Mais	Alta vazão de vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Falha de operação 	<ul style="list-style-type: none"> • Aquecimento muito rápido do produto • Reações descontroladas 	Não há	<ul style="list-style-type: none"> • Regulagem manual da vazão 	<ul style="list-style-type: none"> • Automação • Treinamento 	EM SP OP
26	Temperatura Vapor	Mais	Alta temperatura do vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 22 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 22 	Ver item 22	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 22 	<ul style="list-style-type: none"> • Ver item 22 	EM

Fonte: arquivo pessoal (2016)

ANEXO – FICHAS DE INFORMAÇÃO DE PRODUTO QUÍMICO

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO		
Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
2304	NAFTALENO	

Número de risco 44	Classe / Subclasse 4.1
Sinônimos NAFTALINA ; CÂNFORA DE ALCATRÃO ; NAFTALENO FUNDIDO	
Aparência SÓLIDO FUNDIDO; SEM COLORAÇÃO; ODOR DE NAFTALINA; SOLIDIFICA E FLUTUA OU AFUNDA NA ÁGUA	
Fórmula molecular C10 H8	Família química HIDROCARBONETO AROMÁTICO
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal : Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos , Editora QD: Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura	

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO E O SÓLIDO. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR LUVAS, BOTAS E ROUPAS DE VITON E MÁSCARA FACIAL PANORAMA COM FILTRO CONTRA VAPORES ORGÂNICOS.

RISCOS AO FOGO

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão EXTINGUIR COM PÓ QUÍMICO SECO, ÁGUA, ESPUMA OU DIÓXIDO DE CARBONO. ESFRIAR OS RECIPIENTES EXPOSTOS, COM ÁGUA.
Comportamento do produto no fogo NÃO PERTINENTE.
Produtos perigosos da reação de combustão DESPRENDE VAPORES TÓXICOS, NO FOGO.
Agentes de extinção que não podem ser usados NÃO PERTINENTE.

Limites de inflamabilidade no ar

Límite Superior: 5,9 %

Límite Inferior: 0,9 %

Ponto de fulgor 78,9 °C (V.F.); 87,8 °C (V.A.)
Temperatura de ignição 526,5 °C
Taxa de queima 4,3 mm/min
Taxa de evaporação (éter=1) DADO NÃO DISPONÍVEL
NFPA (National Fire Protection Association) Perigo de Saúde (Azul): 2 Inflamabilidade (Vermelho): 2 Reatividade (Amarelo): 0

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Peso molecular 128,18	Ponto de ebulição (°C) 218	Ponto de fusão (°C) 80,2
Temperatura crítica (°C) 475,2	Pressão crítica (atm) 40,0	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,145 A 20 °C (SÓLIDO)	Pressão de vapor 1 mm Hg A 52,6 °C	Calor latente de vaporização (cal/g) 80,7
Calor de combustão (cal/g) -9.287	Viscosidade (cP) 3,4	
Solubilidade na água 0,3 g/100 mL DE ÁGUA A 20 °C	pH NÃO PERT.	

Reatividade química com água

NAFTALENO FUNDIDO RESPINGA E ESPUMA EM CONTATO COM A ÁGUA, NÃO ENVOLVE REAÇÃO QUÍMICA.

Reatividade química com materiais comuns

NÃO REAGE.

Polimerização

NÃO OCORRE.

Reatividade química com outros materiais

INCOMPATÍVEL COM OXIDANTES FORTES.

Degradabilidade

BIODEGRADÁVEL (TAXA DE CONVERSÃO A CO₂ = 4,7 g/L/DIA).

Potencial de concentração na cadeia alimentar

NENHUM.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

59,6 % (TEOR.), 6 DIAS.

Neutralização e disposição final

DISSOLVER OU MISTURAR O MATERIAL EM UM SOLVENTE COMBUSTÍVEL E QUEIMAR EM UM INCINERADOR QUÍMICO, EQUIPADO COM PÓS-QUEIMADOR E LAVADOR DE GASES. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Toxicidade - limites e padrões

L.P.O.: DADO NÃO DISPONÍVEL

P.P.: NÃO ESTABELECIDO

IDLH: 250 ppm

LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: EUA - TWA: 10 ppm (PELE)

LT: EUA - STEL: 15 ppm

Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados) M.D.T.: CRIANÇA : LD _{Lo} = 100 mg/kg (ORAL) M.C.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL		
Toxicidade: Espécie: RATO		
Via Oral (DL 50): 1.780 mg/kg		
Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO Via Cutânea (DL 50): 150 mg/kg (INTRAP);969 mg/kg (SUBCUT.)		
Toxicidade: Espécie: OUTROS Via Oral (DL 50): MAMIFEROS : 1.000 mg/kg; CACHORRO : DLo = 400 mg/kg Via Cutânea (DL 50): COELHO : IRRITAÇÃO SUAVE A PELE = 495 mg (AR LIVRE);IRRITAÇÃO SUAVE AOS OLHOS = 100 mg		
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie GAMBUSIA AFFINIS : TLm (24; 96 h) = 220; 150 mg/L - ÁGUA TURVA DE OKLAHOMA; ONCORHYNCHUS GORBUSCHA : TLm (96 h) : (4; 8; 12 °C) =;1,37; 1,84; 1,24 ppm - TESTE ESTÁTICO; LEPOMIS HUMILIS : TLm (96 h) = 150 mg/L - ÁGUA CONTINENTAL. (OBS. 1)		
Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie PAUDALUS GANIURUS (CAMARÃO) : TLm (96 h) : (4; 8; 12 °C) = 2,16; 1,02; 0,971 ppm		
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie		
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS		
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE		
Toxicidade a outros organismos: OUTROS		
Informações sobre intoxicação humana		
Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
Tipo de contato LÍQUIDO/SÓLIDO	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA A PELE. IRRITANTE PARA OS OLHOS.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPERAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA.
DADOS GERAIS		
Temperatura e armazenamento ELEVADA.		
Ventilação para transporte ABERTA OU PRESSÃO A VÁCUO.		
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.		
Usos INTERMEDIÁRIO; REPELENTE; FUNGICIDA; LUBRIFICANTES; RESINAS SINTÉTICAS; EXPLOSIVOS; SOLVENTES; TRATAMENTO DE TECIDOS; CONTADORES DE CINTILAÇÃO.		
Grau de pureza PURO; BRUTO : 95 % .		
Radioatividade NÃO TEM.		
Método de coleta MÉTODO 12.		

Código NAS (National Academy of Sciences)			
FOGO	SAÚDE	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	REATIVIDADE
Fogo: 1	Vapor Irritante: 2 Líquido/Sólido Irritante: 1 Venenos: 2	Toxicidade humana: 1 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 3	Outros Produtos Químicos: 1 Água: 0 Auto reação: 0
OBSERVAÇÕES			
1) SALMO sp = CRÍTICO A 1,8 ppm (72h) - ÁGUA MARINHA TAXA DE TOXICIDADE AOS ORGANISMOS AQUÁTICOS : TLm (96 h) = 1ppm - 10 ppm POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = 8,12 eV			

Fonte: CETESB (2017a)

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO

Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1830	ÁCIDO SULFÚRICO	
Número de risco 80	Classe / Subclasse 8	
Sinônimos ÁCIDO PARA BATERIA ; ÓLEO DE VITRÍOLO ; ÁCIDO FERTILIZANTE ; SULFATO DE HIDROGÊNIO.		
Aparência LÍQUIDO OLEOSO ; SEM COLORAÇÃO ; SEM ODOR ; AFUNDA E MISTURA, VIOLENTAMENTE, COM ÁGUA ; PRODUZ NÉVOA IRRITANTE.		
Fórmula molecular H ₂ S O ₄	Família química ÁCIDO INORGÂNICO.	
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal : Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD : Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura		

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR ROUPA DE ENCAPSULAMENTO, DE PVC OU POLIETILENO CLORADO, E MÁSCARA DE RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA.

RISCOS AO FOGO

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão NÃO É INFLAMÁVEL. PODE CAUSAR FOGO, EM CONTATO COM COMBUSTÍVEIS. EXTINGUIR COM PÓ QUÍMICO SECO OU DIÓXIDO DE CARBONO.
Comportamento do produto no fogo NÃO É INFLAMÁVEL.
Produtos perigosos da reação de combustão NÃO PERTINENTE.
Agentes de extinção que não podem ser usados A ÁGUA USADA EM FOGO ADJACENTE DEVE SER CUIDADOSAMENTE MANUSEADA.
Limites de inflamabilidade no ar Limite Superior: NÃO É INFLAMÁVEL Limite Inferior: NÃO É INFLAMÁVEL
Ponto de fulgor NÃO É INFLAMÁVEL

Temperatura de ignição NÃO É INFLAMÁVEL
Taxa de queima NÃO É INFLAMÁVEL
Taxa de evaporação (éter=1) DADO NÃO DISPONÍVEL
NFPA (National Fire Protection Association) Perigo de Saúde (Azul): 3 Inflamabilidade (Vermelho): 0 Reatividade (Amarelo): 2 Observação: (VER OBS.) NFPA: (OBS.1)

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Peso molecular 98,08	Ponto de ebulição (°C) 340	Ponto de fusão (°C) 10,49
Temperatura crítica (°C) NÃO PERTINENTE	Pressão crítica (atm) NÃO PERTINENTE	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,84 A 20 °C (LÍQ.)	Pressão de vapor NÃO PERTINENTE	Calor latente de vaporização (cal/g) NÃO PERTINENTE
Calor de combustão (cal/g) NÃO PERTINENTE	Viscosidade (cP) 40(110%);19(100%);25(60%)	
Solubilidade na água MISCÍVEL	pH < 7	

Reatividade química com água

REAGE VIOLENTAMENTE, COM LIBERAÇÃO DE CALOR. OCORREM RESPINGOS, QUANDO A ÁGUA É ADICIONADA AO COMPOSTO.

Reatividade química com materiais comuns

EXTREMAMENTE PERIGOSO EM CONTATO COM MUITOS MATERIAIS, PARTICULARMENTE METAIS E COMBUSTÍVEIS. O ÁCIDO DILuíDO REAGE COM A MAIORIA DOS METAIS, LIBERANDO HIDROGÊNIO, QUE PODE FORMAR MISTURA EXPLOSIVA COM O AR EM ÁREAS CONFINADAS.

Polimerização

NÃO OCORRE.

Reatividade química com outros materiais

INCOMPATÍVEL COM PRODUTOS ORGÂNICOS, CLORATOS, CARBETOS, FULMINATOS, PICRATOS E METAIS.

Degradabilidade

PRODUTO INORGÂNICO.

Potencial de concentração na cadeia alimentar

NENHUM.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

NENHUMA.

Neutralização e disposição final

PARA PEQUENAS QUANTIDADES: ADICIONAR O PRODUTO CAUTELOSAMENTE, EXCESSO DE ÁGUA, SOB VIGOROSA AGITAÇÃO. AJUSTAR O pH PARA NEUTRO. SEPARAR QUAISQUER SÓLIDOS OU LÍQUIDOS INSOLÚVEIS E ACONDICIONA-LOS PARA DISPOSIÇÃO COMO RESÍDUO PERIGOSO. DRENAR A SOLUÇÃO AQUOSA PARA O ESGOTO, COM MUITA ÁGUA. AS REAÇÕES DE HIDRÓLISE E NEUTRALIZAÇÃO DEVEM PRODUZIR CALOR E FUMOS, OS QUAIS PODEM SER CONTROLADOS PELA VELOCIDADE DE ADIÇÃO, OU: ADICIONAR, LENTAMENTE, EM GRANDE QUANTIDADE DE SOLUÇÃO DE CARBONATO DE SÓDIO E HIDRÓXIDO DE CÁLCIO, SOB AGITAÇÃO. DRENAR A SOLUÇÃO PARA O ESGOTO COM MUITA ÁGUA. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Toxicidade - limites e padrões

L.P.O.: MAIOR QUE 1 mg/m³

P.P.: NÃO ESTABELECIDO

IDLH: 15 mg/m³

LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: EUA - TWA: 1 mg/m³

LT: EUA - STEL: 3 mg/m³

Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados)

M.D.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL

M.C.T.: (OBS.2)

Toxicidade: Espécie: RATO

Via Respiração (CL50): LCLo (7h) = 178 ppm

Via Oral (DL 50): 2.140 mg/kg

Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO

Via Respiração (CL50): LCLo (21 min) = 140 ppm

Toxicidade: Espécie: OUTROS

Via Respiração (CL50): COBAIA: 18 mg/m³; COBAIA: LCLo (1h) = 48 ppm Via Cutânea (DL 50):

COELHO: IRRITAÇÃO SEVERA AOS OLHOS = 1.380 ug

Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie

LEPOMIS MACROCHIRUS: LETAL A 24,5 ppm, EM 24 h - ÁGUA CONTINENTAL

Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie

CAMARÃO PITU: CL50 (48h) = 42,5 ppm - ÁGUA MARINHA

Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie

Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS

Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE

Toxicidade a outros organismos: OUTROS

Informações sobre intoxicação humana

Tipo de contato NÉVOA	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA O NARIZ E A GARGANTA. IRRITANTE PARA OS OLHOS. SE INALADO, CAUSARÁ TOSSE, DIFICULDADE RESPIRATÓRIA OU PERDA DA CONSCIÊNCIA.	Tratamento MOVER PARA O AR FRESCO. MANTER AS PÁLPERAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. SE A RESPIRAÇÃO FOR DIFICULTADA OU PARAR, DAR OXIGÊNIO OU FAZER RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL.
Tipo de contato LÍQUIDO	Síndrome tóxica QUEIMARÁ A PELE. QUEIMARÁ OS OLHOS. PREJUDICIAL, SE INGERIDO.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPERAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. NÃO PROVOCAR O VÔMITO.

DADOS GERAIS

Temperatura e armazenamento
AMBIENTE.

Ventilação para transporte
ABERTA.

Estabilidade durante o transporte
ESTÁVEL.

Usos

FABRICAÇÃO DE FERTILIZANTES, PRODUTOS QUÍMICOS DIVERSOS, PIGMENTOS INORGÂNICOS, REFINO DE PETRÓLEO, BANHOS DE ELETRODEPOSIÇÃO (COMO DECAPANTE DE FERRO E AÇO), FABRICAÇÃO DE RAYON E FILMES, REAGENTE DE LABORATÓRIO, METALURGIA DOS NÃO FERROSOS. (OBS.3)

Grau de pureza

TÉCNICO (33% a 98%).

Radioatividade

NÃO TEM.

Método de coleta

DADO NÃO DISPONÍVEL.

Código NAS (National Academy of Sciences)

FOGO	SAÚDE	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	REATIVIDADE
Fogo: 0	Vapor Irritante: 2 Líquido/Sólido Irritante: 4 Venenos: 2	Toxicidade humana: 2 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2	Outros Produtos Químicos: 4 Água: 3 Auto reação: 0

OBSERVAÇÕES

1) PROIBIDO USAR ÁGUA. 2) M.C.T.: SER HUMANO: $TC_{LO} = 800 \text{ ug/m}^3$ (EFEITO TÓXICO NA BOCA) $TC_{LO}(15 \text{ min}) = 5 \text{ mg/m}^3$ (EFEITO TÓXICO PULMONAR). 3) FABRICAÇÃO DE EXPLOSIVOS INDUSTRIAIS, SENDO COMPONENTE DA MISTURA SULFO-NÍTRICA; USADA NA NITRAÇÃO DOS COMPOSTOS QUE SE TORNAM EXPLOSIVOS. POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = DADO NÃO DISPONÍVEL.

Fonte: CETESB (2017b)

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO

Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1198	FORMALDEÍDO	 <p>LÍQUIDO INFLAMÁVEL 3</p>

Número de risco 38	Classe / Subclasse 3
Sinônimos ALDEÍDO FÓRMICO ; METANAL ; FORMALINA ; OXIMETILENO ; FORMALDEÍDO, SOLUÇÃO INFLAMÁVEL ; FORMOL	
Aparência LÍQUIDO AQUOSO; SEM COLORAÇÃO; ODOR IRRITANTE; AFUNDA E MISTURA COM ÁGUA	
Fórmula molecular HCOH / H2O / CH3OH	Família química ALDEÍDO
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal: Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD: Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura	

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR ROUPA DE ENCAPSULAMENTO DE BORRACHA BUTÍLICA OU VITON E MÁSCARA DE RESPIRAÇÃO AUTÔNOMA.

RISCOS AO FOGO

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão EXTINGUIR COM ÁGUA, PÓ QUÍMICO SECO, ESPUMA DE ÁLCOOL OU DIÓXIDO DE CARBONO. ESFRIAR OS RECIPIENTES EXPOSTOS, COM ÁGUA.
Comportamento do produto no fogo COMBUSTÍVEL.
Produtos perigosos da reação de combustão PRODUZ VAPORES TÓXICOS.
Agentes de extinção que não podem ser usados DADO NÃO DISPONÍVEL.
Limites de inflamabilidade no ar Limite Superior: 73 % Limite Inferior: 7,0 %
Ponto de fulgor (OBS.2)

Temperatura de ignição 430,3 °C
Taxa de queima NÃO PERTINENTE
Taxa de evaporação (éter=1) DADO NÃO DISPONÍVEL
NFPA (National Fire Protection Association) Perigo de Saúde (Azul): 3 Inflamabilidade (Vermelho): 4 Reatividade (Amarelo): 0

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Peso molecular 18 - 30	Ponto de ebulição (°C) NÃO PERT.	Ponto de fusão (°C) -92
Temperatura crítica (°C) NÃO PERTINENTE	Pressão crítica (atm) NÃO PERTINENTE	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,1 A 25 °C (LÍQUIDO)	Pressão de vapor 760 mmHg A -19,5 °C	Calor latente de vaporização (cal/g) NÃO PERTINENTE
Calor de combustão (cal/g) NÃO PERTINENTE	Viscosidade (cP) DADO NÃO DISPONÍVEL	
Solubilidade na água MISCÍVEL	pH 3 - 4	

Reatividade química com água
NÃO REAGE.

Reatividade química com materiais comuns
NÃO REAGE.

Polimerização
NÃO OCORRE.

Reatividade química com outros materiais
INCOMPATÍVEL COM OXIDANTES FORTES, ÁLCALIS, ÁCIDOS, FENOIS E UREIA.

Degradabilidade
PRODUTO ALTAMENTE REATIVO, DEGRADANDO-SE RAPIDAMENTE EM CONTATO COM OUTROS COMPOSTOS QUÍMICOS.

Potencial de concentração na cadeia alimentar
NENHUM.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)
5 DIAS.47%(TEOR.),37,5% .

Neutralização e disposição final
DISSOLVER OU MISTURAR EM UM SOLVENTE COMBUSTÍVEL E QUEIMAR EM UM INCINERADOR QUÍMICO EQUIPADO COM PÓS-QUEIMADOR E LAVADOR DE GASES. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Toxicidade - limites e padrões

L.P.O.: 0,8 ppm

P.P.: NÃO ESTABELECIDO

IDLH: 20 ppm

LT: Brasil - Valor Médio 48h: 1,6 ppm

LT: Brasil - Valor Teto: VER OBS.

LT: EUA - TWA: NÃO ESTABELECIDO

LT: EUA - STEL: 0,3 ppm (TETO)

Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados)

M.D.T.: MULHER: LDLo = 36 mg/kg (OBS.3)

M.C.T.: SER HUMANO: LDLo = 8 ppm; LCLo = 17 mg/m³/30 min**Toxicidade: Espécie: RATO**

Via Respiração (CL50): 250 mg/L (4 h); 830 mg/L (30 min)

Via Oral (DL 50): 0,1 - 0,8 g/kg; 800 mg/kg

Via Cutânea (DL 50): 420 mg/kg (SUBCUT.)

Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGOVia Respiração (CL50): LCLo (2 h) = 900 mg/m³ Via Cutânea (DL 50): 300 mg/kg (SUBCUT.)**Toxicidade: Espécie: OUTROS**Via Respiração (CL50): GATO : (8 h) = 650 mg/L; MAMÍFEROS: 92 mg/m³ Via Oral (DL 50): COBAIA: 0,26 g/kg Via Cutânea (DL 50): COELHO: 270 mg/kg**Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie**

LEBISTES RETICULATUS: TLm = 50 - 200 mg/L (TEMPO NÃO DETERMINADO); SALMO SALAR: CL50 (96 h) = 173 ug/L (BIOENSAIO DE FLUXO); SALVELINUS NAMAYCUSCH (TRUTA): CL50 (96 h) = 100 uL/L (BIOENSAIO DE FLUXO); LEPOMIS MACROCHIRUS: 100 uL/L (OBS.4)

Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie

DAPHNIA sp: TÓXICO A 2 mg/L (TEMPO NÃO DETERMINADO)

Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie

L.tox T.I.M.C. MICROCYSTIS AERUGINOSA = 0,39 mg/L;(35% PESO/PESO) ; SCENEDESMUS QUADRICAUDA = 2,5 mg/L (ALGA VERDE); SCENEDESMUS sp: TÓXICO A 0,3 - 0,5 mg/L

Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS

L.tox T.I.M.C.PSEUDOMONAS PUTIDA = 4 mg/L (35% PESO/PESO); E. COLI: TÓXICO A 1 mg/L

Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE

SALMONELLA TYPHIMURIUM: "mmo" = 10 uL/PLACA; E. COLI: "dnr" = 1.950 ug/L

Toxicidade a outros organismos: OUTROS

L.tox T.I.M.C.ENTOSIPHON SULCATUM = 22 mg/L (35% PESO/PESO); URONEMA PARDUCZI (CHATTON-LWOFF) = 6,5 mg/L (OBS. 4)

Informações sobre intoxicação humana

Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
LÍQUIDO	Síndrome tóxica QUEIMARÁ A PELE. QUEIMARÁ OS OLHOS. SE INGERIDO CAUSARÁ NÁUSEA, VÔMITO OU PERDA DA CONSCIÊNCIA.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPERAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER A VÍTIMA AQUECIDA.

DADOS GERAIS**Temperatura e armazenamento**

AMBIENTE.

Ventilação para transporte

PRESSÃO A VÁCUO.

Estabilidade durante o transporte

ESTÁVEL.

Usos

RESINAS DE URÉIA OU MELEMÍNICAS; RESINAS FENÓLICAS; ETILENOGLICOL; PENTAERITRITOL; FERTILIZANTES; ACETAIS; AGENTE DE REDUÇÃO; CORANTES; NA OBTENÇÃO DE METAIS COMO OURO E PRATA; INIBIDOR DE CORROSÃO; CONDENSAÇÃO DE CARBOHIDRATOS.

Grau de pureza

30 - 50 % (FORMALDEÍDO EM ÁGUA); 0 - 15 % (ÁLCOOL METÍLICO).

Radioatividade

NÃO TEM.

Método de coleta

DADO NÃO DISPONÍVEL.

Código NAS (National Academy of Sciences)

FOGO	SAÚDE	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	REATIVIDADE
Fogo: 2	Vapor Irritante: 3 Líquido/Sólido Irritante: 2 Venenos: 3	Toxicidade humana: 3 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2	Outros Produtos Químicos: 2 Água: 0 Auto reação: 1

OBSERVAÇÕES

1) N. ONU 1198 - N. DE RISCO 38 - LÍQUIDO SUJEITO À AUTO-AQUECIMENTO, CORROSIVO N. ONU 2209 - N. DE RISCO 80 - CORROSIVO (COM NO MÍNIMO 25% DE FORMALDEÍDO) 2) 83,3° C (VASO FECHADO/METANOL LIVRE); 50° C (VASO ABERTO/15 % METANOL) 3) CARCINOGENICO - SUSPEITO; OCUPACIONAL - PROVÁVEL 4) (BIOENSAIO DE FLUXO) SALMO GAIRDNERI: CL50 (96 h), 37% PESO/PESO, TESTE ESTÁTICO: - PARA FASE DE OVO = 198 A 1.020 mg/L - PARA FASE DE LARVA = 89,5 A 112 mg/L - PARA FASE DE "FIGERLING" = 61,9 A 145 mg/L - PARA FASE ADULTA = 214 A 7.200 mg/L 4) SER HUMANO:"dnd"= 800 umol/L (FIBROBLASTO) "sce"= 37 pph (LINFÓCITO) MAMÍFEROS:"dnd" = 500 ppm (LINFÓCITO) "dnd" = 660 mmol/L (LINFÓCITO) POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = 10,88 eV. O LIMITE DE TOLERÂNCIA NÃO PODE SER EXCEDIDO EM MOMENTO ALGUM DA JORNADA DE TRABALHO, CONFORME ANEXO 11 DA NR 15.

Fonte: CETESB (2017c)

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO

Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1824	HIDRÓXIDO DE SÓDIO, SOLUÇÃO	

Número de risco 80	Classe / Subclasse 8
Sinônimos SOLUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO ; SODA CÁUSTICA, SOLUÇÃO ; LIXÍVIA DE SODA	
Aparência LÍQUIDO DENSO; SEM COLORAÇÃO; SEM ODOR; AFUNDA E MISTURA COM ÁGUA	
Fórmula molecular Na OH - H ₂ O	Família química BASE
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal: Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD: Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura	

MEDIDAS DE SEGURANÇA

Medidas preventivas imediatas EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. PARAR O VAZAMENTO, SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR LUVAS, BOTAS E ROUPAS DE BORRACHA BUTÍLICA, NEOPRENE OU PVC E MÁSCARA FACIAL PANORAMA, COM FILTRO COMBINADO CONTRA GASES ÁCIDOS E AERODISPERSÓIDES.

RISCOS AO FOGO

Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão NÃO É INFLAMÁVEL.
Comportamento do produto no fogo NÃO PERTINENTE.
Produtos perigosos da reação de combustão NÃO PERTINENTE.
Agentes de extinção que não podem ser usados NÃO PERTINENTE.
Limites de inflamabilidade no ar Limite Superior: NÃO É INFLAMÁVEL Limite Inferior: NÃO É INFLAMÁVEL
Ponto de fulgor NÃO É INFLAMÁVEL
Temperatura de ignição NÃO É INFLAMÁVEL

Taxa de queima NÃO É INFLAMÁVEL
Taxa de evaporação (éter=1) DADO NÃO DISPONÍVEL
NFPA (National Fire Protection Association) Perigo de Saúde (Azul): 3 Inflamabilidade (Vermelho): 0 Reatividade (Amarelo): 1

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Peso molecular NÃO PERTINENTE	Ponto de ebulação (°C) > 130	Ponto de fusão (°C) (OBS. 1)
Temperatura crítica (°C) NÃO PERTINENTE	Pressão crítica (atm) NÃO PERTINENTE	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 1,5 A 20 °C	Pressão de vapor 1 mmHg A 739 °C (Na OH)	Calor latente de vaporização (cal/g) NÃO PERTINENTE
Calor de combustão (cal/g) NÃO PERTINENTE	Viscosidade (cP) 80 (PARA O NA OH A 50%)	
Solubilidade na água MISCÍVEL	pH 12,7(0,1M)	

Reatividade química com água
NÃO REAGE.

Reatividade química com materiais comuns

CORROSIVO PARA O ALUMÍNIO, ZINCO E ESTANHO. EM CONTATO COM ALGUNS METAIS, PODE GERAR GÁS HIDROGÊNIO QUE É EXPLOSIVO E INFLAMÁVEL.

Polimerização
NÃO OCORRE.

Reatividade química com outros materiais

INCOMPATÍVEL COM ÁGUA, ÁCIDOS, LÍQUIDOS INFLAMAVEIS, HALOGÊNIOS ORGÂNICOS, METAIS COMO ALUMÍNIO, ESTANHO E ZINCO, NITROMETANO E NITROCOMPOSTOS.

Degradabilidade
PRODUTO INORGÂNICO.

Potencial de concentração na cadeia alimentar
NENHUM.

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)
NENHUMA.

Neutralização e disposição final
NEUTRALIZAR. RECOMENDA-SE O ACOMPANHAMENTO POR UM ESPECIALISTA DO ÓRGÃO AMBIENTAL.

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Toxicidade - limites e padrões

L.P.O.: NÃO PERTINENTE

P.P.: 200 mg/L (PARA SÓDIO)

IDLH: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL

LT: EUA - TWA: 2 mg/m³ (TETO)

LT: EUA - STEL: NÃO ESTABELECIDO

Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados)

M.D.T.: 1,95 g

M.C.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL

Toxicidade: Espécie: RATO Via Respiração (CL50): (OBS. 2)		
Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO Via Cutânea (DL 50): 40 mg/kg (INTRAP.)		
Toxicidade: Espécie: OUTROS Via Oral (DL 50): COELHO: 500 mg/kg		
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie GAMBUSIA AFFINIS: TLm (96 h) = 125 ppm - ÁGUA CONTINENTAL; SALMÃO E TRUTTA: LETAL = 25 mg/L/24 h - ÁGUA NÃO ESPECIFICADA; SEMOLITUS ATROMACULATUS: LETAL = 40 mg/L/24 h - ÁGUA CONTINENTAL; NÃO PREJUDICIAL A 20 mg/L - ÁGUA CONTINENTAL (OBS. 3)		
Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie DAPHNIA MAGNA: L,tox = 40 - 240 mg/L (TEMPO NÃO ESPECIFICADO)		
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie		
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS		
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE GAFANHOTO: "cyt" (PARENTERAL) = 20 mg		
Toxicidade a outros organismos: OUTROS OSTRAS: LETAL = 180 ppm/23 h - ÁGUA MARINHA, PARA 100% DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO (OBS. 4)		
Informações sobre intoxicação humana		
Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
LÍQUIDO	Síndrome tóxica QUEIMARÁ A PELE, QUEIMARÁ OS OLHOS. PREJUDICIAL, SE INGERIDO.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPERAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA.

DADOS GERAIS

Temperatura e armazenamento AMBIENTE OU ELEVADA.
Ventilação para transporte ABERTA.
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.
Usos FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS; RAYON E CELOFANE; REFINAÇÃO DE PETRÓLEO, CELULOSE E PAPEL; ALUMÍNIO; MEDICINA; DETERGENTE; SABÕES; INDÚSTRIAS TÊXTEIS; REFINAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS; RECUPERAÇÃO DA BORRACHA; (OBS. 5)
Grau de pureza 50 - 73% .
Radioatividade NÃO TEM.
Método de coleta PARA Na: MÉTODO 13.

Código NAS (National Academy of Sciences)

FOGO	SAÚDE	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS	REATIVIDADE
Fogo: 0	Vapor Irritante: 0 Líquido/Sólido Irritante: 4 Venenos: 1	Toxicidade humana: 2 Toxicidade aquática: 3 Efeito estético: 2	Outros Produtos Químicos: 4 Água: 0 Auto reação: 0

OBSERVAÇÕES

1) PONTO DE FUSÃO = 15.5 C (HIDRATADO) E 318°C (PURO) 2) RATO: PREJUDICIAL NA CONCENTRAÇÃO DE 5000 mg/L; EFEITOS TÓXICOS A 10000 mg/L = NERVOSE, INFLAMAÇÃO NOS OLHOS, DIARRÉIA E RETARDAMENTO NO CRESCIMENTO 3) LEPOMIS MACROCHIRUS: TLm (48 h) = 99 mg/L - ÁGUA DE TORNEIRA PHOXINUS PHOXINUS: LETAL (TEMPO NÃO ESPECIFICADO) = 100 mg/L - ÁGUA NÃO ESPECIFICADA GAMBUSIA AFFINIS: TLm (96 h) = 125 mg/L - ÁGUA TURVA TAXA DE TOXICIDADE AOS ORGANISMOS AQUÁTICOS: TLm (96 h) = 10 ppm - 100 ppm 4) LARVAS DE INSETO: LETAL = 135 mg/L - 1.000 mg/L LARVAS DE CHIRONOMOUS sp: A CONCENTRAÇÃO DE 700 mg/L NÃO É MUITO PREJUDICIAL 5) USOS: EM RESINAS REGENERADORAS E TROCADORAS DE ÍONS; NA FUSÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS; EM GRAVAÇÃO E ELETRODECOMPOSIÇÃO; REAGENTE EM LABORATÓRIO. POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = DADO NÃO DISPONÍVEL

Fonte: CETESB (2017d)