
HAZOP

Estudo de Perigos e Operabilidades

Engenharia de segurança do trabalho
Gerenciamento de risco
Alessandro do vale Reis

A técnica denominada Estudo de Perigos e Operabilidades – HAZOP (**H**AZARD AND **O**PERABILITY STUDIES) visa identificar os problemas de Operabilidade de uma instalação de processo, revisando metodicamente o projeto da unidade ou de toda fábrica.

Esta metodologia é baseada em um procedimento que gera perguntas de maneira estruturada e sistemática através do uso apropriado de um conjunto de palavras-guias aplicadas a pontos críticos do sistema em estudo.

A técnica denominada Estudo de Perigos e Operabilidades – HAZOP (**H**AZARD AND **O**PERABILITY STUDIES) visa identificar os problemas de Operabilidade de uma instalação de processo, revisando metodicamente o projeto da unidade ou de toda fábrica.

Esta metodologia é baseada em um procedimento que gera perguntas de maneira estruturada e sistemática através do uso apropriado de um conjunto de palavras-guias aplicadas a pontos críticos do sistema em estudo.

O principal objetivo de um Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP) investigar de forma minuciosa e metódica cada segmento de um processo (focalizando os pontos específicos do projeto – nós - um de cada vez), visando descobrir todos os possíveis desvios das condições normais de operação, identificando as causas responsáveis por tais desvios e as respectivas consequências.

Uma vez identificadas, esta metodologia procura propor medidas para eliminar ou controlar o perigo, ou para sanar o problema de operabilidade da instalação.

Os principais resultados do HAZOP são:

- Identificação de todos os desvios acreditáveis que possam conduzir a eventos perigosos ou a problemas operacionais.
- Uma avaliação das consequências (efeitos) destes desvios sobre o processo.

Como desvantagem, avalia apenas as falhas de processos para determinar as potenciais anormalidades de engenharia.

Os resultados obtidos são puramente **qualitativos**, não fornecendo estimativas numéricas nem qualquer tipo de classificação em categorias.

Dados necessários

- Fluxogramas de engenharia (Diagramas de Tubulação e Instrumentação - P&ID's).
- Fluxogramas de processo e balanço de materiais.
- Memoriais descritivos, incluindo a filosofia de projeto.
- Folhas de dados de todos os equipamentos da instalação.
- Dados de projeto de instrumentos, válvulas de controle, etc.
- Dados de projeto e *setpoints* de todas as válvulas de alívio, discos de ruptura, etc.
- Especificações e padrões dos materiais das tubulações.
- Diagrama lógico de intertravamento, juntamente com descrição completa.
- Matrizes de causa e efeito.
- Diagrama unificar elétrico.
- Especificações das utilidades, tais como vapor, água de refrigeração, ar comprimido, etc.
- Desenhos mostrando interfaces e conexões com outros equipamentos na fronteira da unidade/sistema analisados.

Equipe e suas atribuições

O HAZOP se baseia no fato que um grupo de peritos com diferentes experiências trabalhando juntos podem interagir de uma forma criativa e sistemática e identificar muito mais problemas do que se cada um trabalhasse individualmente e depois fossem combinados os resultados. A interação de pessoas, com diferentes experiências estimula a criatividade e gera novas idéias, devendo todos os participantes defender livremente os seus pontos de vistas, evitando críticas que inibam a participação ativa e a criatividade dos integrantes da equipe.

Metodologia

O procedimento para execução do HAZOP pode ser sintetizado nos seguintes passos:

1. Divisão da unidade/sistema em subsistemas a fim de facilitar a realização do HAZOP.
2. Escolha do ponto de um dos subsistemas a ser analisado, chamado nó.
3. Aplicação das “palavras-guias”, verificando quais os desvios que são possíveis de ocorra naquele nó.

Metodologia

4. Para cada desvio, investigar as causas possíveis de provocá-lo, procurando levantar todas as causas.
5. Para cada uma das causas, verificar quais são os meios disponíveis na unidade/sistema para detecção desta causa e quais seriam as suas possíveis consequências.
6. Procura-se verificar se não existe alguma coisa que possa ser feita para eliminar a causa do desvio ou para minimizar as suas consequências.
7. Finalmente, ficará um responsável pela sua avaliação e implementação. Uma vez analisados todos os desvios, procede-se à escolha do próximo nó, prosseguindo com a análise.

Tabela de palavras-guia

Palavras-guia	Desvios Considerados
Não, nenhum	Negação do propósito do projeto
Menos	Decréscimo quantitativo
Mais, maior	Acréscimo quantitativo
Mudança de composição	Alguns componentes em maior ou menor proporção, ou ainda, um componente faltando
Também, bem como	Acréscimo qualitativo
Em parte	Decréscimo qualitativo
Componentes a mais	Componentes a mais em relação aos que deveriam existir
Outra condição operacional	Partida, parada, funcionamento em carga reduzida, modo alternativo de operação, manutenção, mudança de catalizador, etc.
Reverso	Oposição lógica do propósito do projeto
Outro que, senão	Substituição completa

Exemplo de uso das palavras-guia

Parâmetro	Palavra-guia	Desvio
Fluxo	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhum fluxo Menos fluxo Mais fluxo Fluxo reverso Contaminação
Pressão	Menos Mais	Pressão baixa Pressão alta
Temperatura	Menos Mais	Temperatura baixa Temperatura alta
Viscosidade	Menos Mais	Viscosidade baixa Viscosidade alta
Reação	Nenhum Menos Mais Reverso Também	Nenhuma reação Reação incompleta Reação descontrolada Reação reversa Reação secundária

Exemplo de tabela - 1

Análise de Perigos e Operabilidade					
Unidade:					
Sistema:			Equipe:		Data:
Localização do nó:					Página:
Item	Desvio	Causas	Consequências	Salvaguardas	Observações

Exemplo de tabela - 2

Análise de Perigos e Operabilidade					
Unidade:					
Sistema:			Equipe:		Data:
Parâmetro:			Nó:		Página:
Palavra-guia	Desvio	Causas	Detecção	Consequências	Providências

Estudo de caso

Descarregamento de ácido sulfúrico



Caminhão tanque se posicionando

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



Sondagem Inicial do Nível do Tanque e Fechamento da Tampa de Inspeção

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



Sondagem Inicial do Nível do Tanque e Fechamento da Tampa de Inspeção

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



Retirada do bujão e do trapo.

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



Amostra para o laboratório e linha de água de emergência.

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



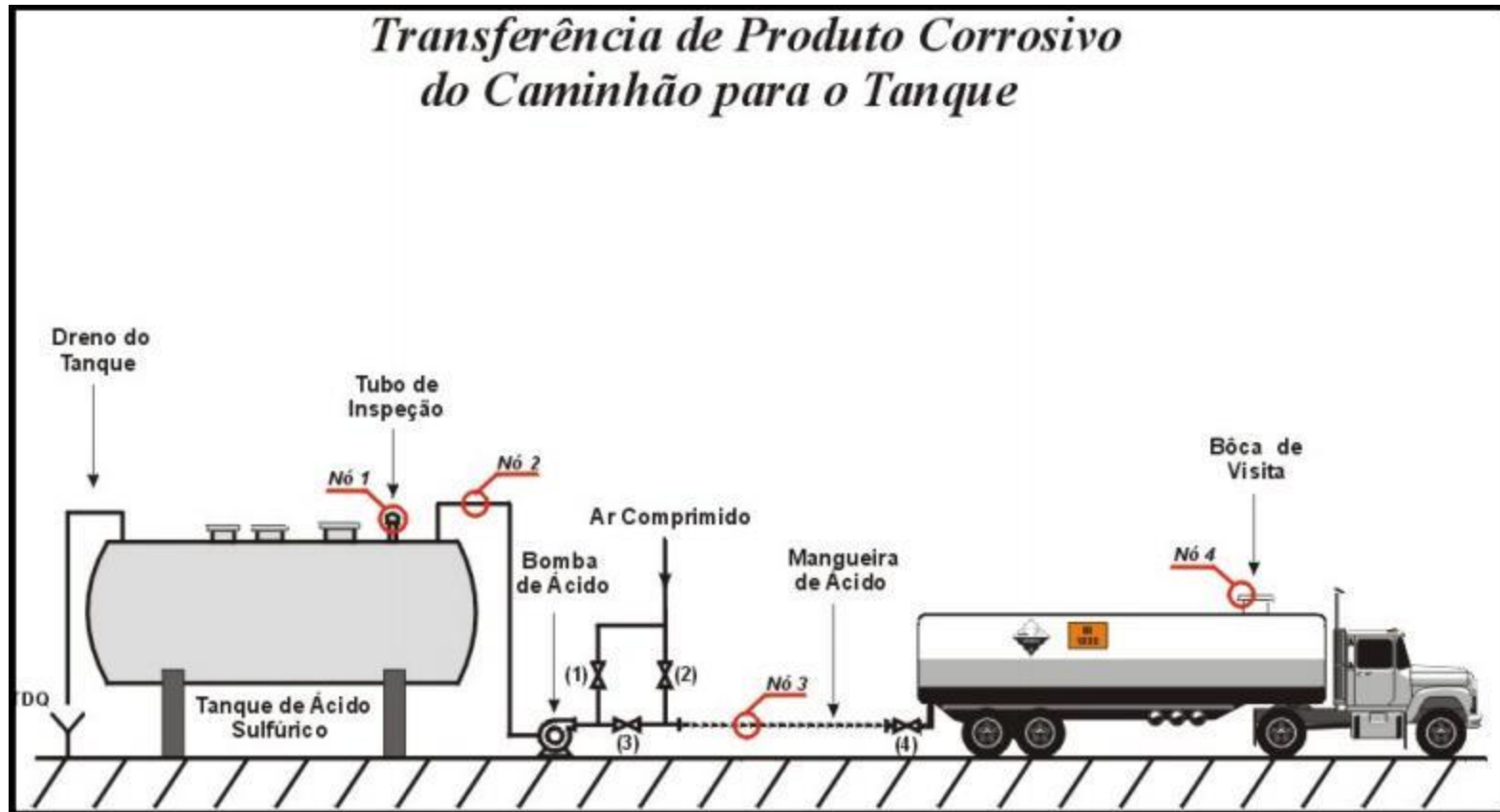
Tampa de visita aberta e enchimento da linha.

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso



Abertura da válvula e verificação da transferência.

Como resultados deste processo sistemático foram identificados e considerados relevantes pelo grupo de estudos quatro pontos ou nós de referência, representados em desenho esquemático de interfaces e conexões, bem como os parâmetros e desvios associados com as palavras guia.



Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso

Sistema: Transferência de Produto Corrosivo do Caminhão para o Tanque			Equipe:		Data:
Parâmetro: vazão			Nó: 01		Página: 1/2
Pala vra Guia	Desvio	Causas	Deteção	Consequências	Providências
Mais	Mais Vazão	<ul style="list-style-type: none"> • Falha no arqueamento do tanque; • Caminhão com quantidade de produto maior do que o tanque comporta; • O tubo de inspeção não é vedado; • O dreno do tanque está entupido; • O dreno do tanque está mais alto do que o topo do tubo de inspeção. 	Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Transbordamento do tanque de ácido com perda de produto; • Danos a estrutura do tanque; • Danos aos equipamentos atingidos; • Geração de resíduos químicos; • Gastos na manutenção do tanque e equipamentos; • Gastos na descontaminação do local; • Projeção de ácido sobre o comando das bombas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de um medidor de nível para o tanque; • Instalação de chaves LSH e LSHH; • Envio da nota fiscal do Almoxarifado para o operador da ETA, para checar se a quantidade de ácido do caminhão é a quantidade requisitada; • Elevar o tubo de inspeção; • Vedar o tubo de inspeção com tampa rosqueada e juntas “o-ring”; • Relocar botoeiras de comando.

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso

Parâmetro: vazão			Nó: 01		Página: 1/2
Palavra Guia	Desvio	Causas	Deteção	Consequências	Providências
Menos	Menos vazão	<ul style="list-style-type: none"> • Boca de visita do caminhão fechada; • Válvulas (4) ou (3) parcialmente fechadas; • Rotor da bomba danificado; • Válvulas (1) ou (2) abertas e linha de ar despressurizada; • Mangote com vazamento; • Ruptura da linha. 	Visual Ruído	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do tempo de descarregamento; • Entrada de ácido na linha de ar; • Vazamento de ácido; • Geração de resíduos químicos; • Aumento de temperatura dos mancais da bomba e possível incêndio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar a boca do caminhão, o estado da linha e das válvulas antes de iniciar o processo; • Testar a estanqueidade do sistema antes de iniciar o processo; • Submeter a mangueira a testes hidrostáticos periódicos; • Instalar extintor de pó químico junto ao local de descarregamento; • Ajustar a seletividade da proteção do motor elétrico para sua atuação rápida sob condições anormais; • Realizar manutenção preventiva do conjunto motobomba;

Gerenciamento de Risco

Análise de Riscos

HAZOP – Estudo de caso

Sistema: Transferência de Produto Corrosivo do Caminhão para o Tanque			Equipe:		Data:
Parâmetro: pressão			Nó: 03		Página: 2/2
Pala vra Guia	Desvio	Causas	Detecç ão	Consequências	Providências
Mais	Pressão alta	<ul style="list-style-type: none"> • Caminhão cheio, válvula (4) aberta e válvulas (3) e (2) fechadas; • Caminhão cheio, bomba desligada, válvulas (3) e (4) abertas e válvulas (1) e (2) fechadas; • Válvulas (3) e (4) fechadas e (2) aberta; • Boca de visita do caminhão fechada, suspiro do caminhão entupido, válvula (3) fechada, válvulas (2) e (4) abertas. 	Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de ácido; • Esguichos de ácido; • Geração de resíduos químicos; •Gastos na descontaminação do local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspecionar o estado das válvulas antes de iniciar o processo; • Testar a estanqueidade do sistema antes de iniciar o processo; • Isolar/sinalizar a área; • Manter as frentes de trabalho próximas avisadas de possível emergência; • Operadores treinados para uso de EPI e Kit de emergência; • Avisar a equipe médica de plantão; • Submeter a mangueira a testes hidrostáticos periódicos.

Gerenciamento de Risco
Análise de Riscos
HAZOP – Estudo de caso

Parâmetro: vazão			Nó: 04		Página: 2/2
Palavra Guia	Desvio	Causas	Detecção	Consequências	Providências
Mais	Mais vazão	<ul style="list-style-type: none"> • Caminhão cheio, boca de visita aberta, válvulas (3) fechada e (2) aberta. 	Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento de ácido; • Esguichos de ácido; • Geração de resíduos químicos; • Gastos na descontaminação do local; • Danos à estrutura do caminhão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar uma válvula a montante das válvulas (1) e (2), afastada do raio de ação de possíveis vazamentos de ácido, com característica de fechamento rápido; • Inspeccionar o estado das válvulas antes de iniciar o processo.