

Análise de Riscos

HAZOP

Hazards and Operability



Análise de Riscos

HAZOP

Hazards and Operability

“O HAZOP tem sido usado com grande sucesso há aproximadamente 40 anos com o objetivo de identificar os perigos causados pelos desvios da intenção de projeto.”



Análise de Riscos

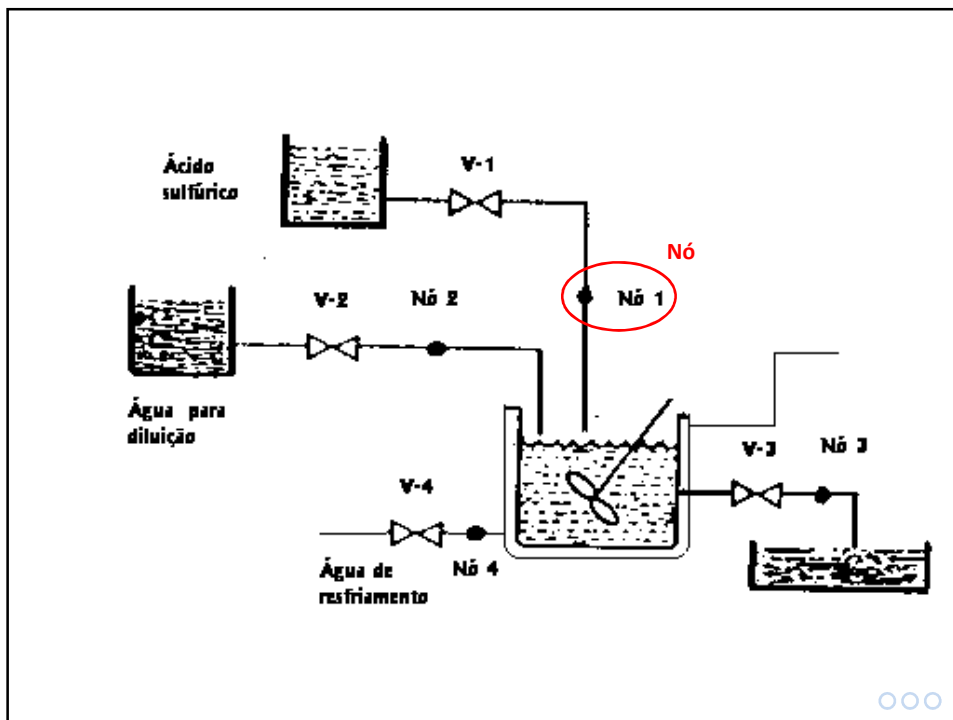
HAZOP

Hazards and Operability

A análise de HAZOP investiga como um nó de uma planta, setor ou equipamento pode se desviar da intenção de projeto.

Para tanto empregam-se palavras guias para avaliar as variáveis de projeto.

O HAZOP investiga as causas e consequências deste desvio de projeto, oferecendo sugestões para que tais desvios não ocorram.



HAZOP

Palavras-guia

Nenhum:

Negação da intenção de projeto no parâmetro de processo.

Exemplo: nenhuma vazão na linha de reciclo A1 durante o enchimento do reator.

Mais:

Acréscimo quantitativo no parâmetro de processo.

Exemplo: maior temperatura no sensor TT051.

Menos:

Decréscimo quantitativo no parâmetro de processo.

Exemplo: menor temperatura no sensor TT051.



HAZOP

Palavras-guia

Reverso:

Parâmetro em sentido oposto.

Exemplo: vazão reversa na linha de reciclo Y01.



HAZOP

Palavras-guia

Em parte:

Decréscimo *qualitativo* no parâmetro de processo.

Também:

Acréscimo *qualitativo* no parâmetro de processo

Outro:

Substituição do parâmetro

Exemplo: outra reação, outro componente (contaminante)

Antes:

Etapa de um processo sequencial iniciada antes do tempo (processo batelada)

Depois:

Etapa de um processo sequencial iniciada depois do tempo (processo batelada)



HAZOP

	Nenhum	Mais	Menos	Reverso	Outro	Antes	Depois
Vazão	X	X	X	X		X	X
Temperatura		X	X			X	X
Pressão		X	X			X	X
Composição		X	X			X	X
Reação	X	X	X		X	X	X
Absorção	X	X	X				
Separação	X	X	X				
Viscosidade		X	X			X	X

Marcar TODOS os desvios possível para o nó avaliado.



HAZOP

Outros termos importantes:

Parâmetro de processo:

Refere-se a variável que está sendo avaliada.
Exemplo: temperatura, pressão, vazão, densidade...

Nó:

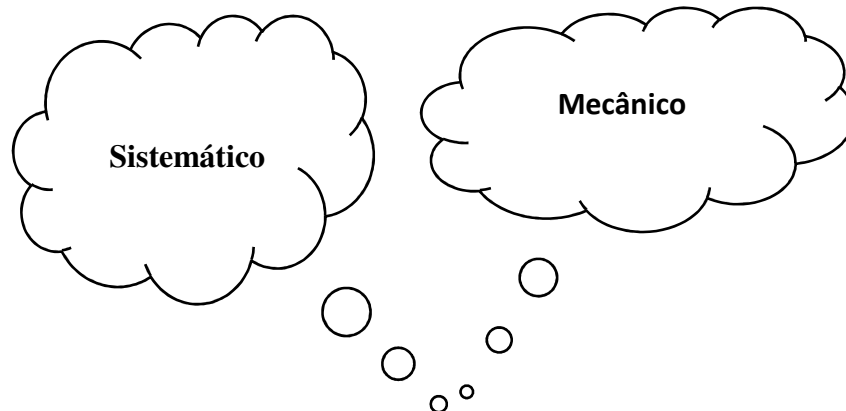
Trecho específico, em geral um ponto da tubulação, ou um tanque, no qual os parâmetros de processo foram definidos em tempo de projeto.

Desvio:

Mudanças nas condições de projeto.

Intenção:

Condições originais de projeto



HAZOP



HAZOP

Fluxograma (HB1)

Unidade (XYZ)

Nó (Vaso A1)

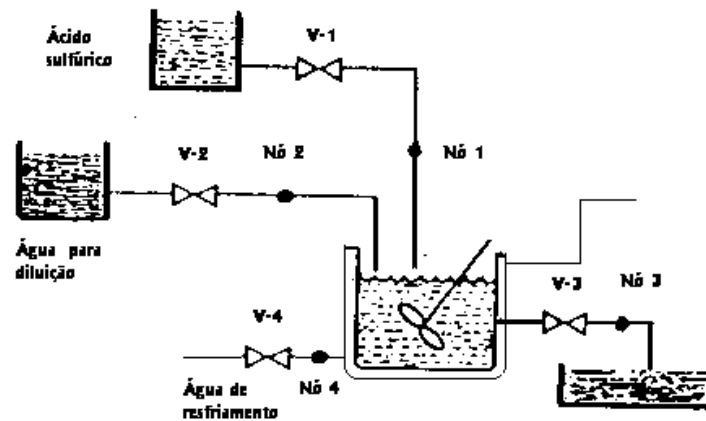
Parâmetro (Nível)

Palavras-chave (maior)



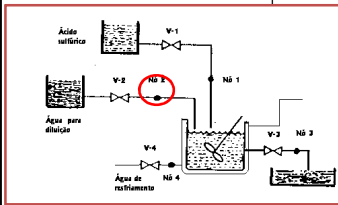
HAZOP

Exemplo:



Nó 2:

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
Parte de	Não realista				
Também	Não realista				
Reverso	Sobre-pressão no misturador		Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
Outro	Não realista				



HAZOP

Recomendações típicas:

- modificação ou revisão do projeto original
- adição de indicador visual
- adição de alarme
- adição de sistema de intertravamento
- mudança no procedimento
- aumentar a frequência de manutenção preventiva
- melhorar as proteções de incêndio e explosão

HAZOP

Recomendações típicas:

- modificação ou revisão do projeto original
- adição de indicador visual
- adição de alarme
- adição de sistema de intertravamento
- mudança no procedimento
- aumentar a frequência de manutenção preventiva
- melhorar as proteções de incêndio e explosão

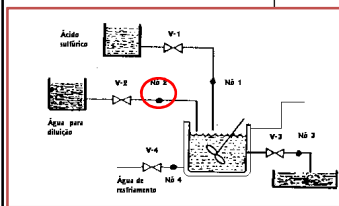
Atenção:

Seja sempre específico:

- adição de indicador visual de nível do tanque TQ09
- manutenção preventiva a cada 30 dias
- alarme de alta caso a temperatura do sensor TT56 ultrapasse 55°C

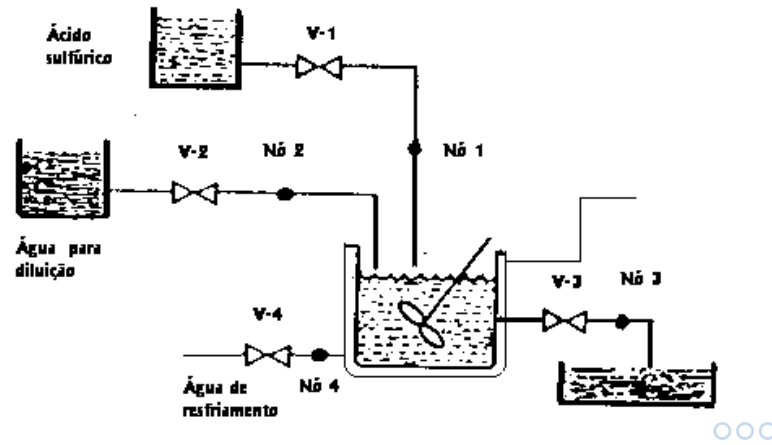
Nó 2:

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteção	Recomendações
Vazão.	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
Parte de	Não realista				
Também	Não realista				
Reverso	Sobre-pressão no misturador.		Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
Outro	Não realista				



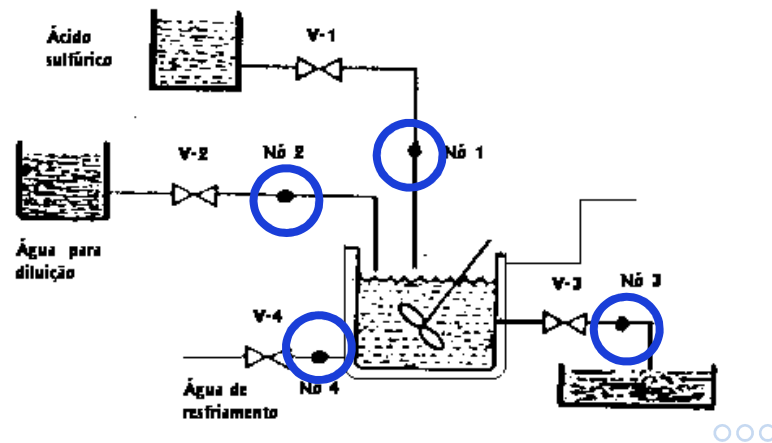
HAZOP

Exemplo:



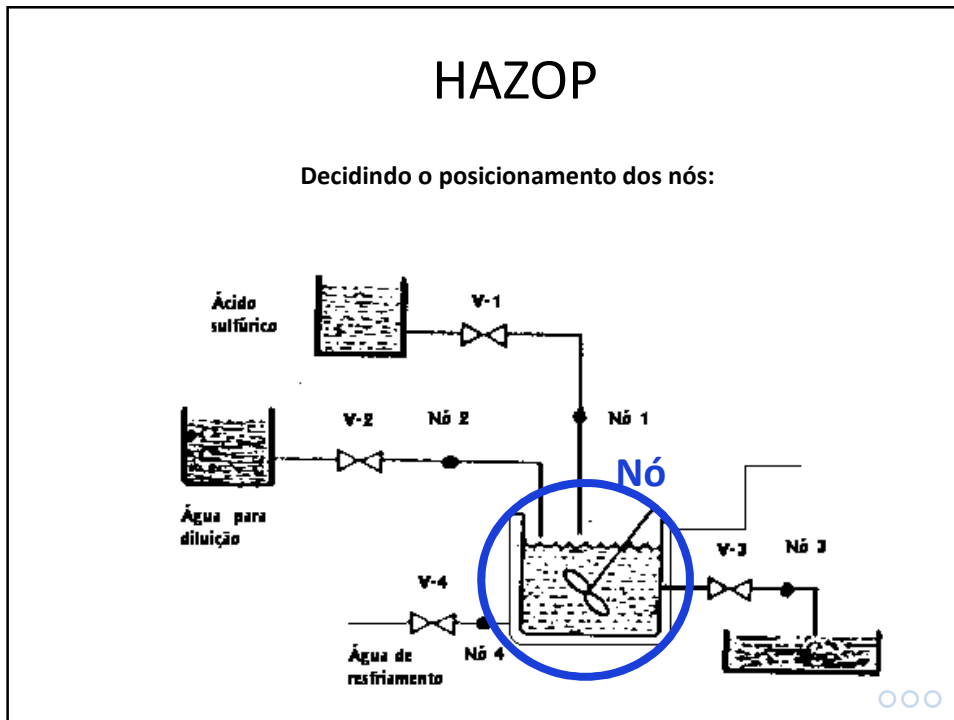
HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



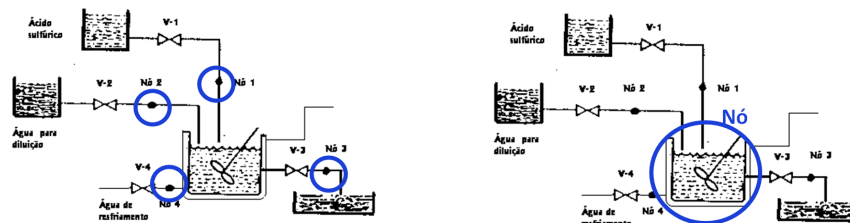
HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



Os nós em tubulações muitas vezes vão demandando esforço excessivo e retornam poucos resultados práticos. Tendência de observar equipamentos.

Porém o HAZOP fica mais difícil de ser realizado. Equipamentos são mais complexos de serem analisados.

HAZOP

HAZOP

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE HAZOP

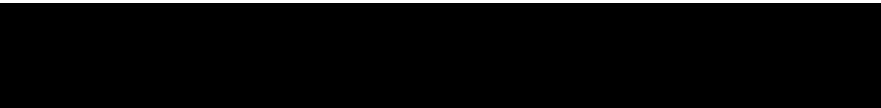
[REDACTED]
Diretrizes para Avaliação e Gestão de Riscos de Segurança, Meio-
Ambiente e Saúde (SMS) no âmbito do [REDACTED]



HAZOP

1. OBJETIVO

Definir diretrizes que deverão ser seguidas na elaboração de Estudos de Perigos e Operabilidade (HAZOP), aplicadas em implantação de **projetos** de Instalações de Grande Porte, no âmbito do [REDACTED]



Para projetos onde existam diversas partes, com várias interfaces (tipicamente os projetos "onshore", onde existem as partes "onsite", "offsite", dutos, etc.), o HAZOP deve ser feito com uma visão integrada destas partes, dando especial atenção às interfaces entre as mesmas. Poderá ser feito um único HAZOP integrado, ou vários individuais, acrescidos de um HAZOP de integração.



HAZOP

2. INTRODUÇÃO

O estudo denominado HAZOP "Hazard and Operability" (Análise de Perigos e Operabilidade) utiliza uma metodologia baseada em um procedimento que gera perguntas de maneira estruturada e sistemática através do uso apropriado de um conjunto de palavras-guia.

O HAZOP tem por objetivo identificar os perigos de operabilidade de uma instalação, analisando de forma minuciosa e metódica os perigos potenciais de cada segmento de um processo e os decorrentes desvios de operabilidade de seus parâmetros, em relação àqueles que foram projetados para um determinado sistema, identificando as causas responsáveis por tais desvios e as respectivas conseqüências.

Após a análise das causas e das conseqüências de cada desvio, caso as salvaguardas existentes sejam consideradas insuficientes, o estudo prevê a proposta de medidas para eliminar ou controlar o perigo ou para sanar o problema de operabilidade da instalação. Portanto, não é correto considerar, a priori, que este estudo analisará ou quantificará riscos e nem que hierarquizará as recomendações.

É importante considerar que, em caso de necessidade de priorização das recomendações será necessário o gerenciamento de vários aspectos, tais como: prazos e custos envolvidos, prioridades de produção; e ainda a aplicação de técnicas semi-quantitativas ou quantitativas para quantificar os riscos.



HAZOP

3. REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO HAZOP

Todo HAZOP deverá possuir um Responsável Técnico e um Líder. Para o Projeto Básico, este responsável é o Coordenador do Projeto Básico, da [REDACTED]

3.1 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO HAZOP

- a) Ter conhecimento básico da Técnica de HAZOP, apenas o necessário para ser participante, objetivando apenas entender a lógica de funcionamento de um HAZOP;
- b) Indicar um Líder para condução do HAZOP, que atenda aos requisitos do item 3.2;
- c) Definir o período para a realização do HAZOP, considerando:
 - FASE PROJETO BÁSICO:
O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da revisão A dos fluxogramas de engenharia, já aprovado pelo [REDACTED] e já incorporando os comentários das demais partes interessadas.
 - FASE PROJETO EXECUTIVO:
O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da primeira revisão dos fluxogramas de engenharia e, preferencialmente, antes da metade do Projeto Executivo, para facilitar a implementação das possíveis recomendações.

Nota 1: O período de realização do HAZOP deverá ser compatível com o cronograma de emissão dos documentos de todas as disciplinas envolvidas e suas interdependências.



HAZOP

3. REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO HAZOP

Todo HAZOP deverá possuir um Responsável Técnico e um Líder. Para o Projeto Básico, este responsável é o Coordenador do Projeto Básico, da [REDACTED]

3.1 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO HAZOP

- a) Ter conhecimento básico da Técnica de HAZOP, apenas o necessário para ser participante, objetivando apenas entender a lógica de funcionamento de um HAZOP;
- b) Indicar um Líder para condução do HAZOP, que atenda aos requisitos do item 3.2;
- c) Definir o período para a realização do HAZOP, considerando:
 - FASE PROJETO BÁSICO:
O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da revisão de engenharia, já aprovado pelo [REDACTED] e já incorporando os pontos levantados pelas partes interessadas.

O HAZOP pode ser usado na fase de projeto, mas também é realizado periodicamente (ex: 10 anos) na planta.

- FASE PROJETO EXECUTIVO:

O HAZOP deve ser realizado, após a emissão dos fluxogramas de engenharia e, preferencialmente, após a emissão do Projeto Executivo, para facilitar a implementação das mudanças.

Alguns autores recomendam realizar um novo HAZOP após as modificações terem sido implementadas. As correções podem gerar problemas novos.

Nota 1: O período de realização do HAZOP deverá ser definido antes da emissão dos documentos de todas as disciplinas envolvidas.

HAZOP

- d) Definir a composição do Grupo e assegurar a disponibilidade de pessoal (próprio ou contratado), para a realização do HAZOP.
- e) Disponibilizar para o Líder do HAZOP a documentação atualizada e já emitida oficialmente, com pelo menos uma semana de antecedência da realização do Estudo;
- f) Participar efetivamente de todo o estudo, de modo a reorientar o andamento do HAZOP, caso as premissas não estejam sendo atendidas, ou os objetivos estejam sendo desvirtuados. Além disto, deverá também ajustar as equipes, substituindo pessoas, caso necessário.

Muitas vezes a documentação só está disponível no dia de começar.
Ou sofre modificações nas vésperas.
Ou não corresponde a realidade (plantas antigas e com diversas modificações não documentadas adequadamente).



HAZOP

3.2 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA O LÍDER DO HAZOP

- a. Conhecer bem a técnica, ter boa percepção de causa e consequência e possuir capacidade de síntese. Deve ser treinado formalmente na técnica de HAZOP e na atividade de liderança de HAZOP;
- b. Ter participado de pelo menos cinco HAZOP, ou ter participado, como Líder, de pelo menos dois HAZOP;
- c. Possuir conhecimento do processo que está sendo analisado;
- d. Liderar e conduzir as reuniões do HAZOP;
- e. Preparar e emitir o relatório de HAZOP, para o Responsável Técnico

HAZOP não se aprende apenas nos livros,
a prática é etapa fundamental.



HAZOP

3.2 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA O LÍDER DO HAZOP

- a. Conhecer bem a técnica, ter boa percepção de causa e consequência e possuir capacidade de síntese. Deve ser treinado formalmente na técnica de HAZOP e na atividade de liderança de HAZOP;
- b. Ter participado de pelo menos cinco HAZOP, ou ter participado, como Líder, de pelo menos dois HAZOP;
- c. Possuir conhecimento do processo que está sendo analisado;
- d. Liderar e conduzir as reuniões do HAZOP;
- e. Preparar e emitir o relatório de HAZOP, para o Responsável Técnico

Após uma metodologia longa e cansativa,
gerar documentos formais é uma obrigação!



HAZOP

3.3 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA OS PARTICIPANTES

- Analisar a documentação, previamente, e levantar as informações necessárias ao desenvolvimento do HAZOP.
- Ter experiência mínima de 3 anos na área que representa.
- A definição dos participantes, por órgão, deverá levar em conta a experiência prévia dos mesmos em HAZOPs, de modo a garantir a repetibilidade dos critérios.
- Participar de todas as reuniões de trabalho, para as quais esteja convocado, com dedicação exclusiva.

Manter a coerência entre os vários HAZOPs da empresa é importante. Ou pelo menos manter a coerência entre unidades e plantas localizadas em um mesmo complexo.



3.4 REQUISITOS BÁSICOS DO ESTUDO

- O HAZOP deve ser dividido em partes (processos), conforme lista de processos e sistemas das instalações de produção.
- O planejamento do HAZOP deverá adotar como premissa, que o tempo máximo de mobilização de uma mesma equipe para a respectiva parte/processo não ultrapasse 3 dias úteis, e que o tempo máximo do HAZOP como um todo deverá ser de 30 dias corridos.

- Na realização do HAZOP, deverá ser utilizada dos perigos relacionados aos PROCESSOS e para verificação, ou melhorias de projeto.
- Todo HAZOP deve ser realizado utilizando oficialmente, mesmo que seja uma emissão interna, o mesmo.
- As palavras-guia que deverão ser utilizadas são
 - Vazão/Fluxo maior
 - Vazão/Fluxo menor
 - Vazão/Fluxo nenhum
 - Fluxo reverso
 - Contaminação
 - Pressão maior
 - Pressão menor
 - Temperatura maior
 - Temperatura menor
 - Nível maior
 - Nível menor

Evitar o cansaço é fundamental. Melhor trabalhar 4 ou 5 horas por dia no estudo – e não 8 horas.

Ao final de 8 horas pode-se “aceitar” apenas para seguir em frente, ou tentar simplificar excessivamente os cenários levantados.



3.4 REQUISITOS BÁSICOS DO ESTUDO

- a. O HAZOP deve ser dividido em partes (processos, sistemas das instalações de produção).
- b. O planejamento do HAZOP deverá adotar como prioridade a mobilização de uma mesma equipe para a respectiva tarefa, dias úteis, e que o tempo máximo do HAZOP com o mesmo pessoal seja o menor possível.
- c. Na realização do HAZOP, deverá ser utilizada a técnica apenas para a investigação dos perigos relacionados aos PROCESSOS e OPERAÇÃO. Não deve ser utilizada para verificação, ou melhorias de projeto.
- d. Todo HAZOP deve ser realizado utilizando a documentação atualizada, emitida oficialmente, mesmo que seja uma emissão interna, apenas para a realização do mesmo.
- e. As palavras-guia que deverão ser utilizadas são as seguintes:
- Vazão/Fluxo maior
 - Vazão/Fluxo menor
 - Vazão/Fluxo nenhum
 - Fluxo reverso
 - Contaminação
 - Pressão maior
 - Pressão menor
 - Temperatura maior
 - Temperatura menor
 - Nível maior
 - Nível menor

A metodologia serve para tornar o processo mais seguro, não para aumentar a produção.

Manter o foco é fundamental.



- f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:

- Falha em PSVs;
- Falha em BDVs;
- Falha no sistema de intertravamento de segurança;
- Falhas simultâneas (exceto quando as consequências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).

- g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.
- h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como causas de desvios.

Falhas simultâneas são críveis?
Ou está complicando e criando cenários irreais?

- i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte do padrão de toda instalação, e não deverão ser considerados como salvaguardas, não devendo também ser considerados como recomendações de HAZOP.

- j. Para a realização do HAZOP, deverá ser considerada uma equipe mínima, com representantes das seguintes áreas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval (nota 1), Operação (nota 2), Manutenção. O número máximo de participantes do Grupo de HAZOP não deve exceder 10 pessoas, incluindo o Líder e o Responsável. Esta equipe deve ser balanceada, entre participantes que executaram o Projeto, e participantes externos.

Notas:

1. A participação da disciplina naval é condicionada à interdependência do sistema que estiver sendo estudado, com a disciplina.
2. A participação da Operação deverá cobrir as áreas afetas aos sistemas/processos estudados (produção, facilidades, embarcação, etc.).



- f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:
- Falha em PSVs;
 - Falha em BDVs;
 - Falha no sistema de intertravamento de segurança;
 - Falhas simultâneas (exceto quando as consequências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).
- g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.
- h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como salvaguarda.
- i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte do padrão de toda instalação, e não deverão ser considerados como salvaguardas, não devendo também ser considerados como recomendações de HAZOP.



- f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:
- Falha em PSVs;
 - Falha em BDVs;
 - Falha no sistema de intertravamento de segurança;
 - Falhas simultâneas (exceto quando as consequências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).
- g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.
- h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como salvaguarda.
- i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte do padrão de toda instalação, e não deverão ser considerados como salvaguardas, não devendo também ser considerados como recomendações de HAZOP.
- Embora existam relatos de estudos que envolvem mais de 30 pessoas...
- j. Para a realização do HAZOP, deverá ser considerada uma equipe mínima, com representantes das seguintes áreas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval (nota 1), Operação (nota 2), Manutenção. O número máximo de participantes do Grupo de HAZOP não deve exceder 10 pessoas, incluindo o Líder e o Responsável. Esta equipe deve ser balanceada, entre participantes que executaram o Projeto, e participantes externos.

Notas:

1. A participação da disciplina naval é condicionada à interdependência do sistema que estiver sendo estudado, com a disciplina.
2. A participação da Operação deverá cobrir as áreas afetas aos sistemas/processos estudados (produção, facilidades, embarcação, etc.).



HAZOP

3.5 DOCUMENTAÇÃO

A documentação mínima necessária para a realização do HAZOP deverá conter:

- a. Fluxogramas de Processo e Engenharia.
- b. Documentos das Unidades Pacote, pertencentes ao sistema analisado, quando disponível.
- c. A documentação deverá ser disponibilizada em três cópias em tamanho A-1 e um bloco com toda a documentação em A-3.

3.6 REUNIÃO DE ABERTURA

O Líder do HAZOP deverá promover uma reunião de abertura abordando, no mínimo, os seguintes tópicos:

- a. Esclarecimento do objetivo.
- b. Descrição da Unidade.
- c. Descrição dos sistemas que serão analisados.
- d. Breve apresentação da ferramenta, inclusive da TABELA, explicando como funciona cada palavra guia.



HAZOP

4 RELATÓRIO FINAL

O relatório deverá conter, no mínimo:

- a. Lista de Participantes, com indicação de presença nos dias da análise (assinaturas originais), com separação entre Manhã e Tarde.
- b. Objetivo.
- c. Lista dos Documentos analisados, com indicação da revisão.
- d. Descrição sucinta da técnica.
- e. Introdução, com descrição sucinta dos processos analisados.
- f. Premissas adotadas.
- g. Lista de Recomendações.
- h. Planilhas preenchidas.
- i. Considerações Adicionais (se houver)
- j. Anexo com os P&IDs marcados, com indicação dos nós.



HAZOP

5 GESTÃO DAS RECOMENDAÇÕES

- a. Antes da emissão Relatório Final, o mesmo deverá ser enviado para possíveis comentários do Gerente do Responsável Técnico, bem como dos participantes. O prazo de emissão não deverá exceder a cinco dias úteis, após o término do HAZOP.
- b. As recomendações devem ser focadas, preferencialmente, na eliminação das causas, e não na mitigação das conseqüências do cenário. Devem ser claras, sucintas, bem definidas e precedidas de verbo com ação.
- c. Recomendações relativas a erros de projeto devem ser registradas em item à parte (CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS).
- d. O Responsável Técnico deverá gerenciar a implementação das recomendações e registrar as evidências objetivas de sua implementação.

Atribuir responsabilidade é a única forma de "garantir" que algo ocorra.



HAZOP

Posso estimar severidade / frequência / risco em um HAZOP?

Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)								
Sistema: Compressão de gás		Nº: Primeiro estágio do sistema de compressão de Gás Natural						
Equipe:		Referência:					Data:	
Parâmetro	Causas	Efeitos	Salvaguardas	Freq	Sev	Risco	Recomendações/Observações	#
Fluxo Alto	Não relevante para segurança de processo							6
Fluxo Reverso	Linha de compressão A em stand by e linha de compressão B operando -SDV 4 falha aberta vindo do sistema de gás -SDV 4 falha aberta	Pessoas: -No caso de manutenção nos equipamentos em stand by pode causar ferimentos às pessoas Ativos: -Danos ao compressor Meio Ambiente: Sem efeitos Reputação: Sem efeitos	-Permissão de trabalho -Válvula de retenção	B	III	B		7

Ref: Pereira e Paiva (2014)