

Pós-Graduação

Segurança de Processos



DESENVOLVIMENTO DA HAZOP DA PLANTA DE PROCESSAMENTO DE ÓLEO DE UM FPSO

Danielly de S. Ferreira, Leonardo C. Souza, Marcelo de F. Maciel, Rebecca
Camacho, Vanessa Akeda

RESUMO

Este estudo propôs uma análise de segurança do módulo de separação de óleo em unidades do tipo FPSO (Unidade Flutuante de Produção, Armazenamento e Transferência de Petróleo), utilizando a metodologia HAZOP (Estudo de Perigos e Operacionalidade). Os FPSOs são unidades flutuantes cruciais na indústria offshore de petróleo, adaptáveis a uma variedade de condições geológicas e ambientais, em distintos campos de extração. O módulo de separação de óleo, em particular a separação trifásica, desempenha um papel fundamental na qualidade do petróleo bruto produzido. Este estudo visou identificar e avaliar os riscos associados a este módulo crítico, considerando potenciais perigos que podem levar a danos ambientais, pessoas, financeiros e operacionais. A HAZOP, uma abordagem sistemática e disciplinada para análise de riscos, foi empregada, seguindo as etapas que incluem: definição da equipe de trabalho; obtenção e estudo dos P&IDs (Fluxogramas de Tubulação e Instrumentação); identificação de desvios de operação; análise de riscos; e proposição de recomendações de mitigação. A aplicação desta metodologia neste contexto específico oferece insights valiosos para aprimorar a segurança operacional das unidades FPSO, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência da indústria de exploração de petróleo offshore.

Palavras-chave: FPSO; HAZOP; Análise de Risco; Separação de Óleo

ABSTRACT

This study proposed a safety analysis for the oil separation module in FPSO units (Floating Production Storage and Offloading) using the HAZOP methodology (HAZard and Operability Study). FPSOs are crucial floating units in the offshore oil industry, adaptable to a variety of geological and environmental conditions in different extraction fields. The oil separation module, particularly the three-phase separation, plays a fundamental role in the quality of produced crude oil. This study aimed to identify and assess the risks associated with this critical module, considering potential hazards that may lead to environmental, social, financial, and operational damages. HAZOP, a systematic and disciplined approach to risk analysis, was employed, following steps that include: defining the work team; obtaining and studying the P&ID (Piping and Instrumentation Diagrams); identifying operational deviations; risk analysis; and proposing mitigation recommendations. The application of this methodology in this specific context offers valuable insights to enhance the operational safety of FPSO units, contributing to the sustainability and efficiency of the offshore oil exploration industry.

Keywords: FPSO; HAZOP; Risk Analysis; Oil Separation

1. INTRODUÇÃO

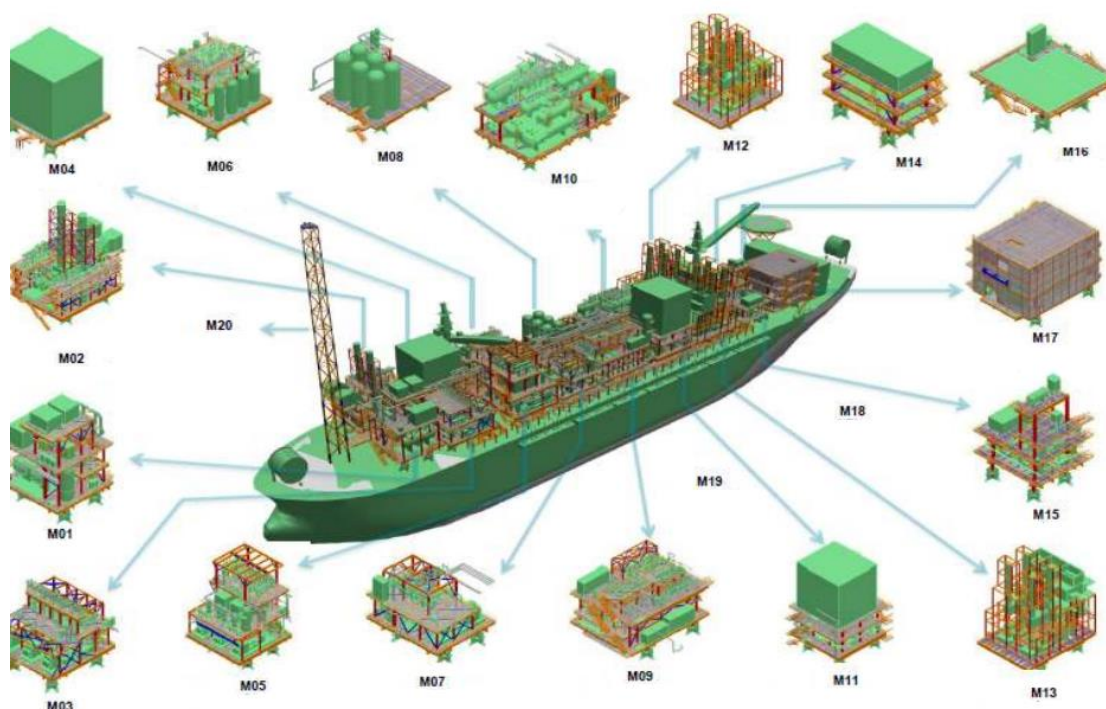
Nesse estudo analisou-se as unidades de produção do tipo FPSO (*Floating, Production, Storage and Offloading*). Os FPSOs são unidades flutuantes que produzem, armazenam e transferem petróleo e gás natural para um navio aliviador.

Os FPSOs são uma tecnologia importante para a indústria do petróleo *offshore*. Eles permitiram a exploração e produção de petróleo e gás natural em campos *offshore* de águas profundas e ultra profundas, oferecendo uma série de vantagens em relação às plataformas fixas (SANTOS, 2023). As unidades podem ser projetadas e construídos para atender às necessidades específicas de cada campo, permitindo que sejam usados em campos com condições ambientais variadas, como águas profundas e ultra profundas, ou campos com condições geológicas complexas.

Por serem projetadas para atenderem necessidades específicas do campo onde serão instaladas, as FPSOs são muito utilizadas águas profundas e ultra profundas em razão de não serem assentadas no fundo do mar através de jaquetas, como as plataformas fixas. Por ser um navio contém tanques de armazenamento utilizados para o petróleo bruto.

Os FPSOs são estruturas complexas que consistem em vários módulos, cada um com uma função específica. Os módulos principais de um FPSO são os responsáveis pela produção, armazenamento e offloading do petróleo e do gás natural. No entanto, existem outros módulos que são essenciais para o funcionamento seguro e eficiente da plataforma. O Módulo de produção (Figura 1 - M 10) é responsável pela extração do petróleo e gás natural do subsolo. É composto por equipamentos para controlar a produção e separar o óleo do gás natural e da água (OLIVEIRA e SILVA, 2017).

Figura 1: Representação de um FPSO e seus diferentes módulos.



Fonte: adaptado de ALONSO, 2015.

O Módulo de armazenamento é responsável pela armazenagem do petróleo bruto produzido. É composto por tanques de armazenamento (tanques de carga de um navio tipo Petroleiro) de diferentes tamanhos e capacidades, que dependem do tamanho original do navio petroleiro (PITTA, 2019).

O Módulo de offloading é responsável pelo bombeamento do petróleo bruto do FPSO para outro navio denominado aliviador, sendo composto por bombas, tubulações flexíveis e demais equipamentos necessários para transferir o petróleo. (Ministério de Minas e Energia, 2020).

Além dos três módulos principais mencionados anteriormente, o FPSO possui também outros módulos que são fundamentais para a sua operação, tais como: produção de água potável, sendo composto por um tanque de armazenamento de água potável e um sistema de bombeamento e desinfecção (ANP, 2023); lastro, fundamental para a manutenção da estabilidade da unidade, sendo composto de bombas e tanques de lastro (SANTOS e SILVA, 2023); tratamento de água produzida, responsável pelo tratamento das águas oleosas geradas pela plataforma (ANP, 2023); utilidades, responsável pela geração e distribuição de energia elétrica, ar comprimido, água gelada e outros serviços essenciais à plataforma (ANP, 2023); acomodação, responsável pelo alojamento da tripulação e dos visitantes (PITTA, 2019); processamento de gás, responsável pelo

tratamento do gás natural, incluindo sua dessulfurização e desidratação (ANP, 2023); e, por último, o de compressão de gás, que é responsável pela compressão do gás natural para transporte (PIRES e SILVA, 2022).

Para esse estudo foi escolhido o módulo de separação de óleo, em específico a separação trifásica. Sendo um dos módulos mais críticos de um FPSO, pois é responsável por garantir a segurança e a qualidade do petróleo bruto produzido. Um acidente no módulo de separação de óleo pode causar grandes danos ambientais e econômicos, além de colocar em risco a vida dos trabalhadores (SANTOS, 2023). Para mitigar os riscos associados aos FPSO, é importante identificar e avaliar potenciais perigos de forma sistemática e abrangente.

O HAZOP, Análises de Perigos e Operabilidade da unidade industrial, do inglês - *Hazard and Operability Study*, é uma metodologia de análise de riscos que permite identificar e avaliar potenciais perigos em sistemas complexos.

A metodologia teve seu primeiro artigo publicado na década de 70, pela *Imperial Chemical Industries Ltd* (ICI) no Reino Unido (LAWLEY, 1974), e sua origem está relacionada ao desastre da fábrica de pesticidas da ICI em Flixborough, Inglaterra, em 1974. Este acidente catastrófico, que resultou em 28 mortes e inúmeros ferimentos, destacou a necessidade urgente de métodos mais eficazes de identificação e prevenção de perigos em processos industriais. A população também foi prejudicada com o impacto da explosão, de acordo com registros mais de 2.000 casas foram afetadas. O número de vítimas poderia ter sido ainda maior se tivesse acontecido em um dia útil (SADEE et al., 1977).

O HAZOP emergiu então como uma resposta às crescentes preocupações com a segurança industrial e os acidentes em plantas químicas e petroquímicas. Ao longo dos anos, O HAZOP se tornou uma ferramenta padrão na indústria de processos, sendo amplamente adotado em diferentes setores, incluindo petróleo e gás, química, farmacêutica e manufatura. Ele desempenha um papel fundamental na identificação proativa de riscos, na implementação de medidas preventivas e na promoção de uma cultura de segurança sólida nas instalações industriais.

Essa ferramenta apareceu a partir de um procedimento chamado *Critical Examination*, inicialmente apresentado por Lawley (1973), para analisar sistemas de processo químico, porém posteriormente foi ampliado para outros tipos de sistemas e utilização em operações complexas. O intuito do modelo era apresentar uma metodologia

desenvolvida na Divisão Petroquímica da ICI com objetivo de diminuir o excesso de falhas nos projetos (BAYBUTT, 2013).

Rossing et al. (2010) pontua que o HAZOP vai além de descobrir as causas e consequências, pois busca analisar de que forma a instalação responde quando ocorrem desvios das operações inicialmente projetadas, que geram os riscos, com o intuito de analisar se a planta possui condições de mitigar ou mesmo lidar com as potenciais consequências.

O ponto de partida do HAZOP é a busca por possíveis desvios sobre aquilo que se é esperado do processo. Quando desvios são encontrados, a ferramenta se apresenta bidirecional: numa face ele parte para buscar possíveis causas do desvio e, na outra, procura diminuir possíveis consequências (CATMUR et al., 1997).

Freedman (2003) considera que o HAZOP se baseia em identificar elementos chaves: a origem ou causa do risco; a consequência, impacto ou efeito; tipos de controles para anular ou mitigar as consequências; ações a serem tomadas.

A equipe de estudo do HAZOP deve ser cuidadosamente escolhida para fornecer os conhecimentos e a experiência adequados aos objetivos e desenvolvimento do estudo, uma vez que compreende uma série de reuniões para discussão sobre o projeto de instalação. O grupo é direcionado através de um conjunto de palavras guias que são relacionadas aos desvios de parâmetros estabelecidas para processo ou operação em análise. O bom desempenho do método está na capacidade da equipe em prever desvios com base na experiência sobre o assunto (KLETZ, 1999).

A metodologia traz uma gama de vantagens, como a identificação de riscos e consequências antecipadamente e a oportunidade de mitigar e conter. A execução de planos de controle no início de um dado projeto torna-se muito mais viável. Além disso, é uma ferramenta rígida e impõe a avaliação de todo o processo com base nos limites apresentados nos fluxogramas de engenharia.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal propor uma análise de segurança para o módulo de separação de óleo de um FPSO utilizando a metodologia HAZOP. Tal escolha se deve a afinidade do escopo com o curso de pós-graduação em segurança de processos e sua importância no contexto de engenharia de segurança para um FPSO, visto que falhas podem levar a catástrofes ambientais, danos pessoas, financeiros e ao próprio negócio.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Definição da equipe de trabalho para elaborar da metodologia de HAZOP;

- Obtenção e estudo dos Fluxogramas de Tubulação e Instrumentação (P&ID) do FPSO modelo escolhido;
- Identificação dos NÓS presentes nos P&ID;
- Identificação dos elementos do sistema e suas funções;
- Levantamento dos possíveis desvios de operação;
- Classificando das frequências e possíveis consequências dos desvios identificados;
- Identificação dos perigos e pontos de falha presentes no módulo de separação de óleo;
- Avaliação dos riscos, definindo a sua severidade, probabilidade de ocorrência e detectabilidade;
- Propor recomendações de ações que mitiguem os riscos identificados.

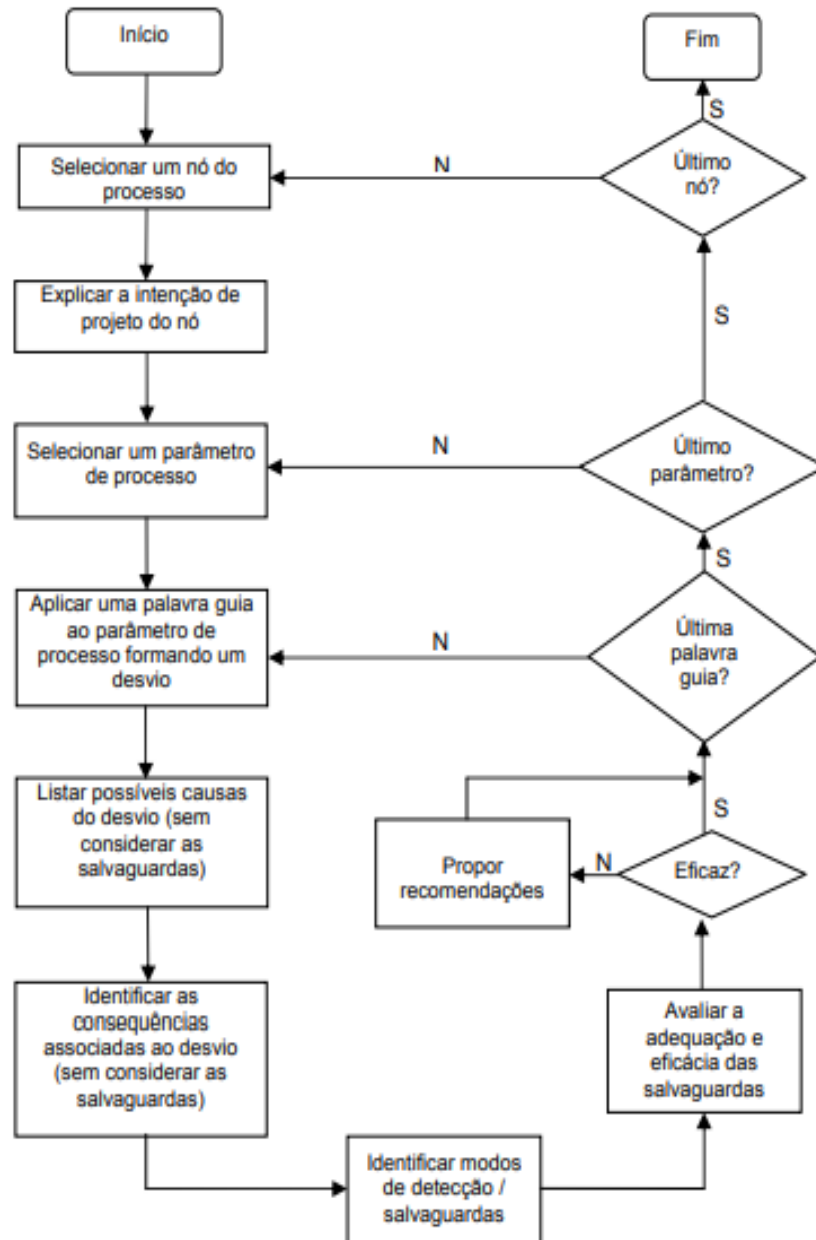
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um estudo de HAZOP é um procedimento altamente disciplinado, destinado a identificar como um processo pode se desviar de sua função estabelecida no projeto. Está definido como a aplicação de um exame crítico formal e sistemático do processo e as instalações de engenharia, instalações novas ou existentes, para avaliar o potencial de mau funcionamento de partes individuais do equipamento e as consequências na instalação como um todo.

O sucesso do HAZOP reside na força dessa metodologia em seguir o Fluxograma de Processo da planta industrial (PFD - *Process Flow Diagram*) e os P&IDs, dividindo o projeto em seções com limites definidos chamados NÓS, garantindo assim a análise de cada equipamento do processo. Uma pequena equipe multidisciplinar realiza a análise, cujos membros devem ter experiência e conhecimento suficientes para responder à maioria das perguntas no local. Os membros são selecionados cuidadosamente e recebem autoridade para recomendar quaisquer mudanças necessárias no projeto (DUNJÓ et al., 2010).

A Figura 2 ilustra e resume o fluxo com as principais etapas da aplicação da metodologia HAZOP. A execução do método depende do uso de palavras-guia (tais como, não, mais, menos), conforme apresentado na Tabela 1, combinado com parâmetros do processo (por exemplo: temperatura, fluxo, pressão) que visam revelar desvios (como menos fluxo, mais temperatura) da intenção do processo ou operação normal. Esse procedimento é aplicado em um NÓ específico. (DUNJÓ et al., 2010).

Figura 2: Fluxograma para Aplicação da Metodologia Durante as Reuniões de HAZOP



Fonte: Petrobras, 2015.

Tendo determinado os desvios, a equipe de especialistas explora suas causas e suas possíveis consequências, conforme exemplo descrito na Tabela 2. Para cada par de causa-consequência, devem ser identificadas salvaguardas que possam prevenir, detectar, controlar ou mitigar a situação perigosa. Finalmente, se as salvaguardas são insuficientes para resolver o problema, recomendações devem ser propostas (DUNJÓ, 2010).

Para cada desvio são identificados os seus possíveis efeitos e as suas consequências. Os efeitos podem ser físicos, químicos ou biológicos. As consequências podem ser acidentes, lesões ou danos ambientais (ISO 18207, 2012).

Tabela 1: Palavras e significados do guia do estudo de HAZOP

Palavra-guia	Significado
Não	Negação da intenção do projeto
Menos ou Menos de	Diminuição quantitativa
Mais ou Mais de	Aumento quantitativo
Parte de	Diminuição qualitativa
Bem como ou Mais do que	Aumento qualitativo
Reverso	Oposto lógico da intenção
Além de	Substituição completa

Fonte: AIChE, 2007.

Tabela 2: Exemplo de desvio

Desvio	Efeitos	Consequências
Temperatura Maior	Degradação térmica dos componentes do óleo	Perda de propriedades do óleo
	Potencial risco de formação de gases inflamáveis	Risco aumentado de incêndio ou explosão devido à presença de gases inflamáveis
	Aumento da pressão nos equipamentos e linhas de óleo	Potencial vazamento de óleo ou gás devido à ruptura de equipamentos ou linhas

Fonte: AIChE, 2007.

Separação Trifásica do Petróleo

A separação trifásica é um processo que consiste na separação de três fases fluidas de uma mistura: água, óleo e gás. Este processo é utilizado em uma ampla variedade de aplicações, incluindo a indústria de petróleo e gás, a indústria química, a indústria alimentícia e a indústria de saneamento (SANTOS, 2023).

Em um FPSO, a separação trifásica é uma etapa fundamental do processo de produção de petróleo. O petróleo bruto, extraído do fundo do mar, é uma mistura trifásica, contendo água, óleo e gás. A separação trifásica permite que essas fases sejam separadas, de modo que o óleo possa ser armazenado e transportado para a costa, a água possa ser tratada para posterior descarte ou reinjeção no reservatório, e o gás possa ser tratado para posterior uso como combustível na própria plataforma ou exportado (SILVA, 2022).

Módulo de Separação de Óleo

O módulo de separação de óleo é um sistema composto por equipamentos utilizados para realizar a separação trifásica de uma mistura, tendo basicamente duas fases de separação, uma primária e outra secundária.

Na separação primária, a mistura entra no módulo e é direcionada para o separador primário, sofrendo uma desaceleração repentina, o que promove a separação das fases. A água, por ser mais densa que o óleo, se acumula no fundo do separador primário enquanto o óleo e o gás sobem para a superfície (ALVES, 2020).

Na separação secundária a água é drenada do separador primário e o óleo e o gás são direcionados para o separador secundário, sendo separados por meio de um processo de decantação. O óleo, por ser mais denso que o gás, se acumula na superfície do separador secundário, enquanto o gás é liberado pela parte superior do equipamento (RODRIGUES, 2021).

O óleo separado na separação secundária é bombeado para tanques de armazenamento (tanques de carga), para serem posteriormente transferidos para terra ou para um outro navio denominado “aliviador”. O gás separado na separação secundária pode ser utilizado como combustível na própria plataforma, reinjetado na formação do campo de petróleo ou exportado através de dutos, passando antes por um módulo de tratamento (SANTOS, 2023).

A eficácia da separação trifásica em uma unidade FPSO é substancialmente influenciada por vários fatores técnicos. O grau de emulsificação, ou seja, a formação de misturas estáveis de duas ou mais fases fluidas, é um desses fatores críticos. A presença de emulsões pode representar um desafio significativo para o processo de separação trifásica. Além disso, a temperatura e a pressão operacional também desempenham papéis fundamentais. A variação da temperatura afeta diretamente a densidade das fases, o que, por sua vez, impacta na eficiência da separação. Da mesma forma, a pressão operacional influencia a densidade das fases e, conseqüentemente, a eficácia do processo de separação.

Além dos vasos separadores, existem também os trocadores de calor que são usados para aquecer o petróleo bruto, o que ajuda a acelerar o processo de separação.

O aquecimento do petróleo reduz sua viscosidade, o que facilita a separação da água e do gás natural.

Instrumentos de controle são usados para monitorar e controlar o processo de separação. Os instrumentos de controle incluem sensores, transmissores e controladores. Além do processo de separação da água e do gás natural, o módulo de separação de óleo também desempenha um papel importante na remoção de contaminantes do petróleo bruto. Esses contaminantes podem incluir água, areia, lama e sedimentos. A remoção desses contaminantes é importante para garantir a qualidade do petróleo bruto e evitar danos às instalações de processamento de petróleo em terra.

Os riscos identificados associados aos FPSO são inerentes ao próprio processo, ocasionados por falhas de instrumentos ou alterações de condições operacionais. Esses eventos podem causar danos à plataforma, levando a vazamentos de petróleo e gás natural.

Para mitigar esses riscos, é importante que sejam realizadas análises de risco e implementadas medidas de segurança. As análises de risco devem considerar uma variedade de fatores, incluindo-se as condições ambientais do local onde o FPSO será operado, pois podem influenciar a probabilidade e a severidade de eventos de risco, a tecnologia utilizada na plataforma e os procedimentos operacionais, pois podem influenciar a probabilidade e a severidade de eventos de risco.

A aplicação da metodologia HAZOP à segurança dos FPSO, e em especial ao módulo de separação trifásica, se torna uma ferramenta eficaz para identificar e avaliar potenciais perigos de forma sistemática e abrangente, já que o método fornece uma base sólida para a implementação de medidas de segurança que podem ajudar a mitigar os riscos associados.

3. METODOLOGIA

O HAZOP pode ser realizado utilizando uma variedade de ferramentas e técnicas. A lista de verificação de perigos (*hazard checklist*) é uma ferramenta que fornece uma lista de possíveis desvios de parâmetros operacionais, sendo uma ferramenta simples e eficaz para identificar possíveis desvios de parâmetros operacionais. A lista de verificação é composta por uma série de perguntas que são feitas sobre cada componente do processo (AIChE, 2007).

A Tabela de desvios (*deviation table*) é uma ferramenta que permite organizar os desvios de parâmetros operacionais de forma sistemática. A tabela de desvios é composta por uma série de colunas que representam os seguintes dados: componente do processo;

parâmetro operacional; desvio de parâmetros operacionais; causas do desvio; e consequências do desvio (CCPS, 2012). No presente trabalho adotamos a Tabela de Desvios para a realização da metodologia de HAZOP, cujo exemplo é apresentado na Figura 3.

Tabela 3: Exemplo da Tabela de Desvios utilizada como modelo para realização da HAZOP.

Variáveis de processo	Desvios de processo	Causas	Consequências	Medidas de mitigação
Temperatura	Aumento da temperatura	Falhas de equipamentos	Interrupção do processo de produção	Inspeções e manutenções regulares dos equipamentos
Pressão	Diminuição da pressão	Erros operacionais	Contaminação ambiental	Treinamento dos operadores

Fonte: API, 2020.

Para a realização do estudo de HAZOP adotou-se o modelo de planilha apresentado na Figura 3, contendo: os desvios (palavras-chave); possíveis causa e efeitos; detecções e/ou salvaguardas disponíveis; frequência de ocorrência; severidade; gradação do risco; e as recomendações e/ou observações. Para tal graduação dos riscos utilizou-se a Matriz de Risco 5 x 5 apresentada na Figura 4.

Figura 3: Modelo de planilha para a realização do estudo de HAZOP

Unidade:													
Sistema:													
Subsistema:													
Sistema:													
Desvio	Causas	Efeitos	Detecções / Salvaguardas	Freq.	Pessoas		Instalação e produção		Meio ambiente		Reputação		Recomendações / Observações
					Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Figura 4: Matriz de Risco

Matriz de tolerabilidade de riscos						Categorias de Frequência				
		Descrição / Características				A Extremamente Remota	B Remota	C Pouco Provável	D Provável	E Frequente
		Segurança Pessoal	Patrimônio / Continuidade Operacional	Meio Ambiente	Imagem	Conceitualmente possível, mas sem referências na indústria	Não esperado ocorrer, apesar de haver referências em instalações similares na indústria	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil de um conjunto de unidades similares	Possível de ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação	Possível de ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação
Categorias de severidade das consequências	V	Catastrófica	Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros	Danos catastróficos, podendo levar à perda da instalação industrial	Danos catastróficos	Repercussão internacional	M	M	NT	NT
	IV	Crítica	Fatalidade intramuros ou lesões graves extramuros	Danos severos a sistemas (reparação lenta)	Danos severos	Repercussão nacional	T	M	M	NT
	III	Média	Lesões graves intramuros ou lesões leves extramuros	Danos moderados a sistemas	Danos moderados	Repercussão regional	T	T	M	M
	II	Marginal	Lesões leves intramuros	Danos leves a sistemas / equipamentos	Danos leves	Repercussão local	T	T	T	M
	I	Desprezível	Sem lesões ou no máximo casos de primeiros socorros	Danos leves a equipamentos sem comprometimento da continuidade operacional	Danos insignificantes	Repercussão insignificante	T	T	T	M

Fonte: SENAI, 2023

Legenda: T – Tolerável; M – Moderado; NT – Não Tolerável

Na matriz de risco do HAZOP (Hazard and Operability Study), a frequência denota a probabilidade estimada de ocorrência de um evento específico ou desvio de processo. Geralmente, essa métrica é expressa em termos de frequência anual ou número de ocorrências dentro de um intervalo de tempo definido. A severidade, por sua vez, representa a magnitude do impacto potencial associado ao evento, abrangendo danos à segurança, ao meio ambiente, à produção ou à propriedade. O risco, como calculado na matriz de risco do HAZOP, é uma combinação ponderada da frequência e da severidade, fornecendo uma avaliação quantitativa da gravidade do evento em relação à sua probabilidade de ocorrência. Esta análise é fundamental para a priorização eficiente dos desvios de processo identificados durante o estudo HAZOP, direcionando os recursos para a mitigação dos riscos mais críticos e relevantes.

O registro dos resultados da metodologia de HAZOP foi realizado pelo modelo Causa-Consequência. A causa de cada desvio está envolvida tanto com falhas intrínsecas de equipamentos, como com vazamentos, rupturas, falhas de instrumentação. As consequências são os possíveis efeitos danosos de cada desvio identificado, avaliadas quanto à severidade, podendo ser as seguintes (BRAGA, N. M):

- **Segurança Pessoal:** consequências sobre pessoas;
- **Patrimônio/Continuidade Operacional:** consequências com danos às instalações e que considera custo e tempo de reparo como fatores de avaliação, sendo a perda de produção um fator implícito nas considerações de tempo de reparo;
- **Meio Ambiente:** danos ao meio ambiente e consequências financeiras decorrentes, tais como multas;
- **Imagem:** impacto negativo à imagem da empresa perante a população externa. O tipo de consequência pode alterar dependendo do tipo de estudo que estiver sendo feito e o objetivo da análise de HAZOP.

Uma vez definida a severidade de cada consequência para cada desvio e sua frequência de ocorrência, a matriz de tolerabilidade apresenta o nível de tolerabilidade do risco.

Embora o HAZOP seja uma técnica amplamente utilizada na análise de riscos industriais, ela possui algumas limitações que devem ser consideradas. A metodologia concentra-se em desvios de processo, padronizados propostos pela metodologia, quando aplicáveis através de causas críveis identificadas pela equipe de HAZOP.

Além disso, a interpretação dos resultados do HAZOP pode ser subjetiva e depender significativamente da experiência e conhecimento da equipe e profissionais envolvidos na análise, o que pode gerar conclusões diversas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase preparatória para a realização da análise de HAZOP do módulo de produção de óleo de FPSO modelo foi conduzida de maneira rigorosa, buscando a organização abrangente de todos os elementos necessários para a realização do estudo. A abordagem adotada foi estruturada para emular uma equipe multidisciplinar. Cada integrante desse grupo desempenhou um papel crucial, estudando previamente o processo. A Tabela 4 apresenta o papel desempenhado por cada integrante da equipe de trabalho definida.

Durante este estudo, conduziu-se uma análise abrangente da documentação técnica do módulo de produção de óleo, incluindo os diagramas de processo e listas de equipamentos, que proporcionou uma base sólida para a condução do HAZOP.

Tabela 4: Equipe de trabalho definida para realização do estudo de HAZOP.

Nome	Função
Danielly Ferreira	Engenheira Ambiental
Leonardo Cequeira	Engenheiro de Produção
Marcelo Maciel	Engenheiro de Processos
Rebecca Camacho	Engenheira de Segurança
Vanessa Akeda	Engenheira Ambiental

Fonte: Elaboração Própria, 2024.

A definição clara dos objetivos do estudo desempenhou um papel crucial nesse processo preparatório. Esses objetivos foram formulados de maneira a delimitar com precisão o escopo da análise, assegurando que a abordagem fosse focada nos aspectos mais críticos do módulo de produção de óleo. Além disso, a identificação dos NÓS críticos precedeu a análise detalhada dos parâmetros operacionais, incluindo pressão, temperatura, fluxo e níveis, contribuindo para um entendimento mais aprofundado das condições operacionais.

A execução do estudo de HAZOP ocorreu por meio de sessões estruturadas, cada uma dedicada a um NÓ identificado. Durante essas sessões, a equipe explorou cenários hipotéticos de desvio, considerando variações nos parâmetros operacionais e potenciais falhas de equipamentos. Cada desvio foi cuidadosamente registrado, documentando suas causas, consequências e a probabilidade de ocorrência. Essa etapa não apenas identificou os desvios potenciais, mas também forneceu *insights* valiosos sobre a interconexão dos sistemas e potenciais ramificações de falhas.

A análise dos resultados do HAZOP representou uma etapa crítica e complexa, envolvendo uma avaliação detalhada das consequências associadas a cada cenário de desvio. Aspectos cruciais como segurança, meio ambiente, integridade do equipamento e impacto na produção foram considerados.

Esse processo resultou na elaboração da seção de recomendações, que visa se tornar uma ferramenta estratégica para guiar a implementação eficaz das medidas sugeridas. Além disso, serviu como um compêndio do trabalho realizado, proporcionando uma visão dos processos analisados.

O FPSO ALFA foi escolhido como unidade modelo para a realização do estudo de HAZOP. Os documentos de engenharia foram fornecido pela empresa BETA, parceira da equipe de trabalho. A Figura 5 apresenta a área gráfica do PFD de um FPSO com a marcação do processamento do óleo, desde a saída do óleo da cabeça de poço até o envio para os tanques de carga, sendo o objeto de estudo de HAZOP. Para a análise de HAZOP foram utilizados os P&IDs de cada equipamento do processamento de óleo, com suas áreas gráficas apresentadas nas Figuras 6 a 11 a seguir.

Figura 5: Fluxograma de Processo de Produção.

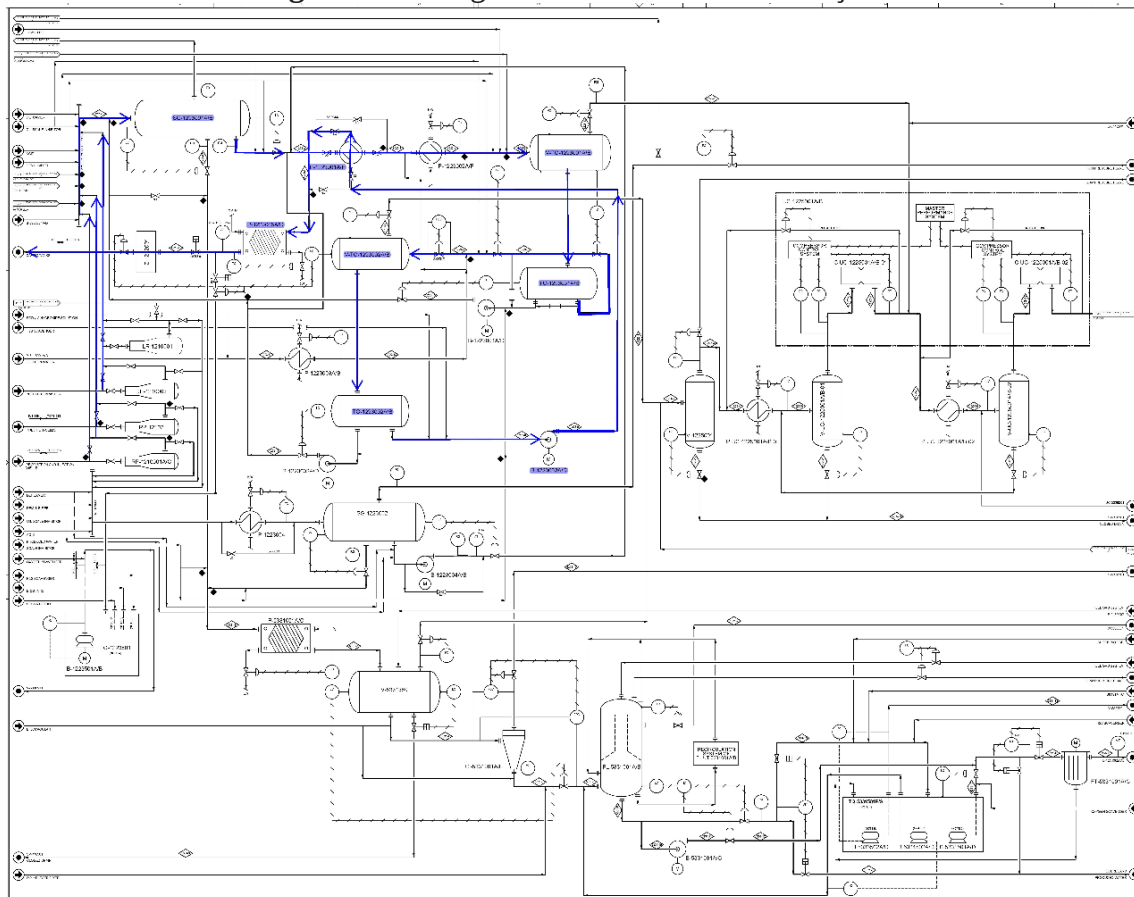


Figura 6: P&ID Separador primário.

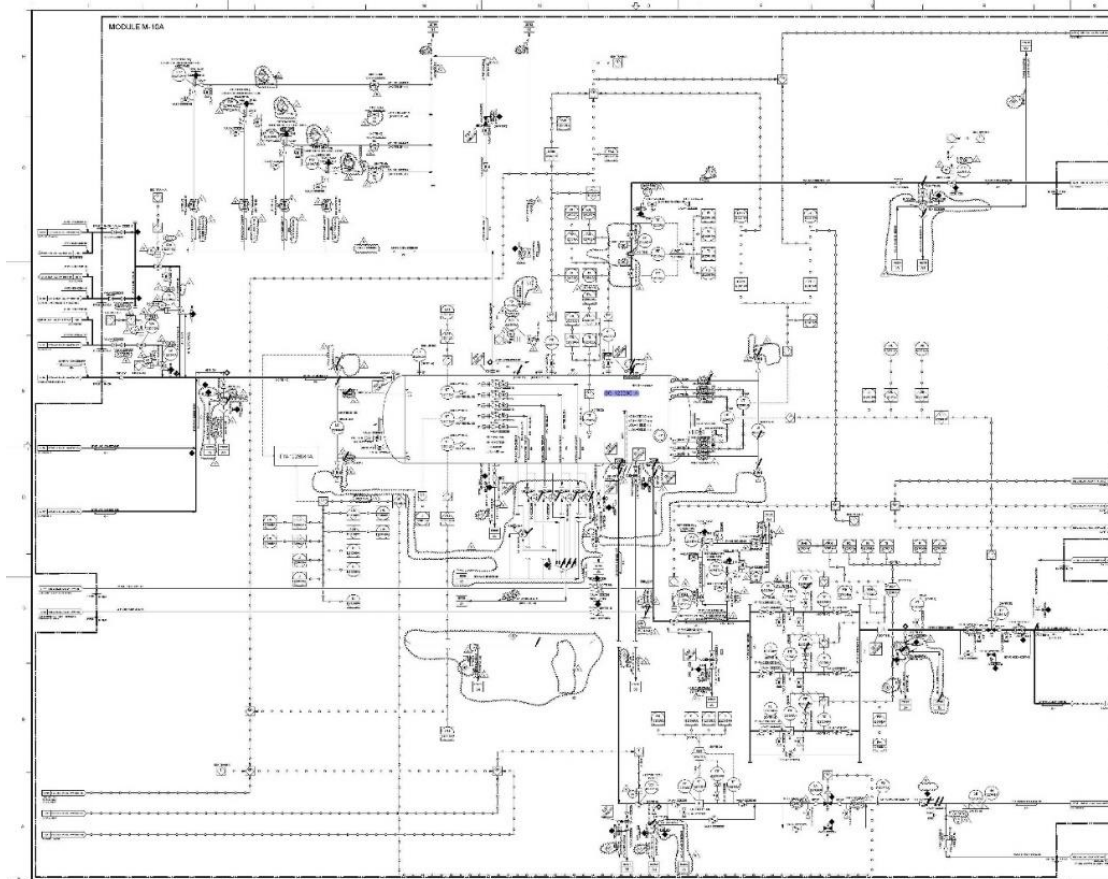


Figura 7: P&ID Separador secundário.

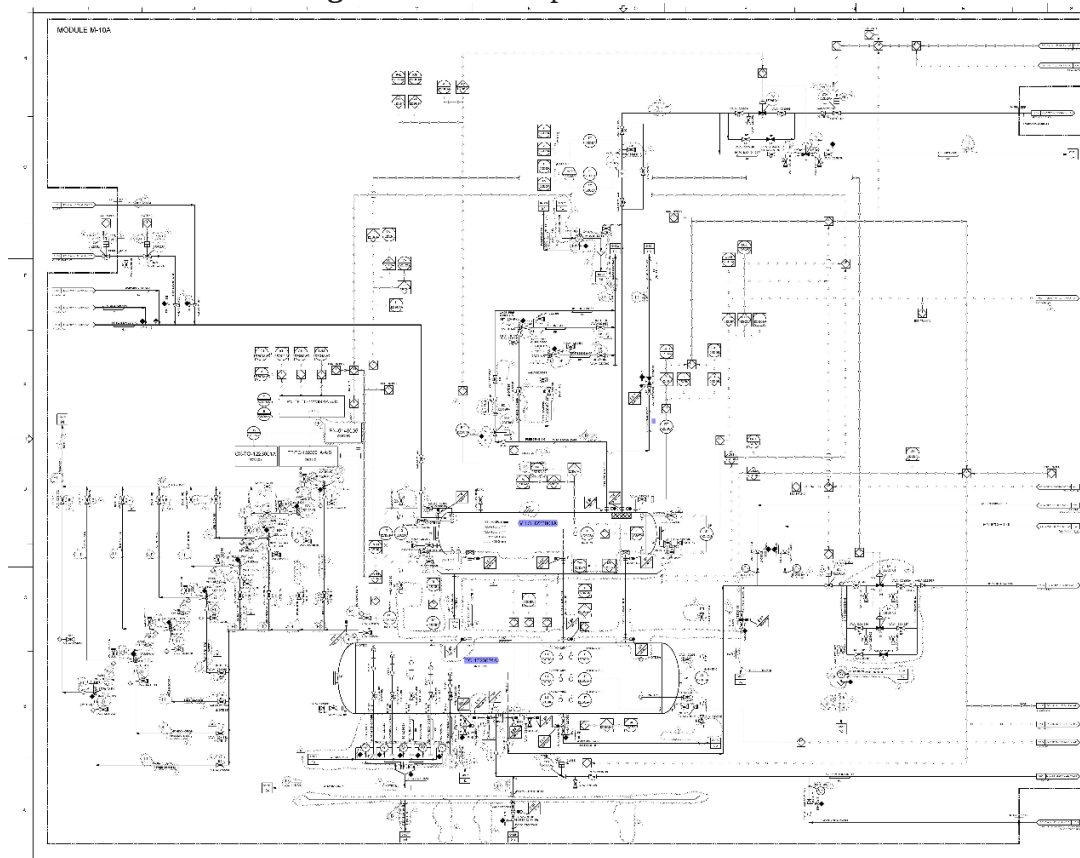


Figura 8: P&ID Desidratador

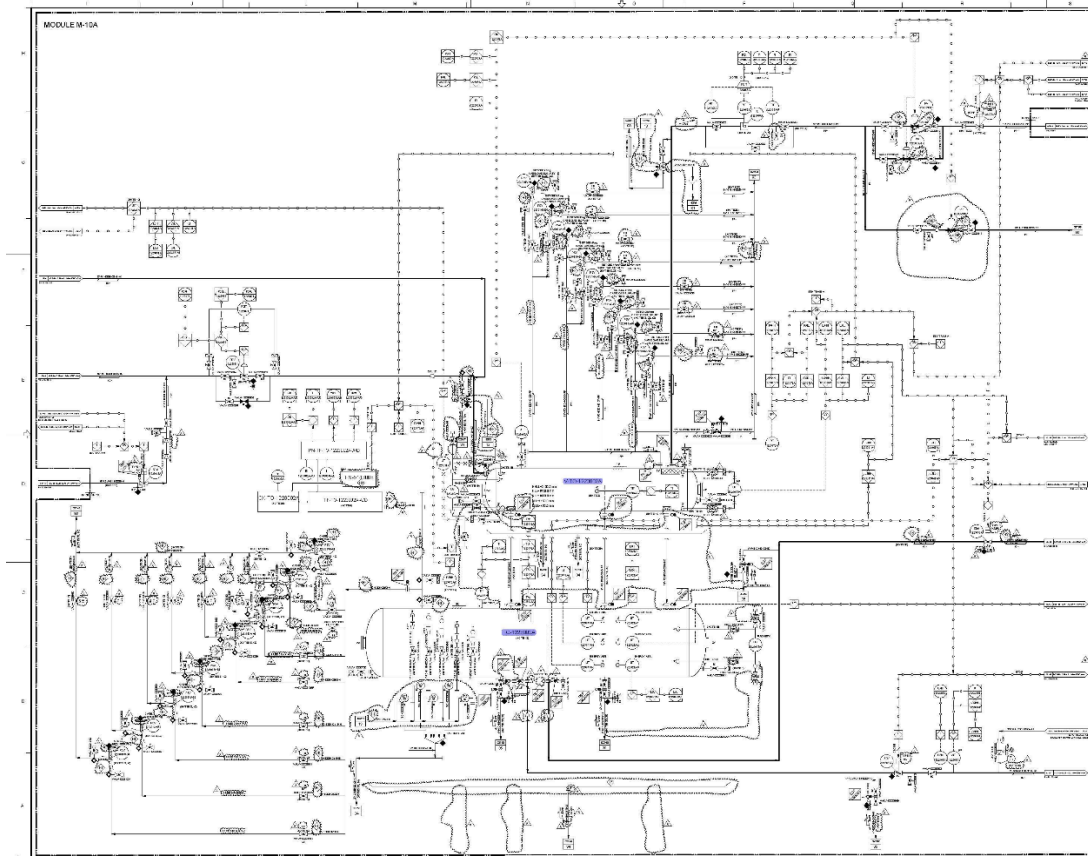


Figura 9: P&ID Bombas

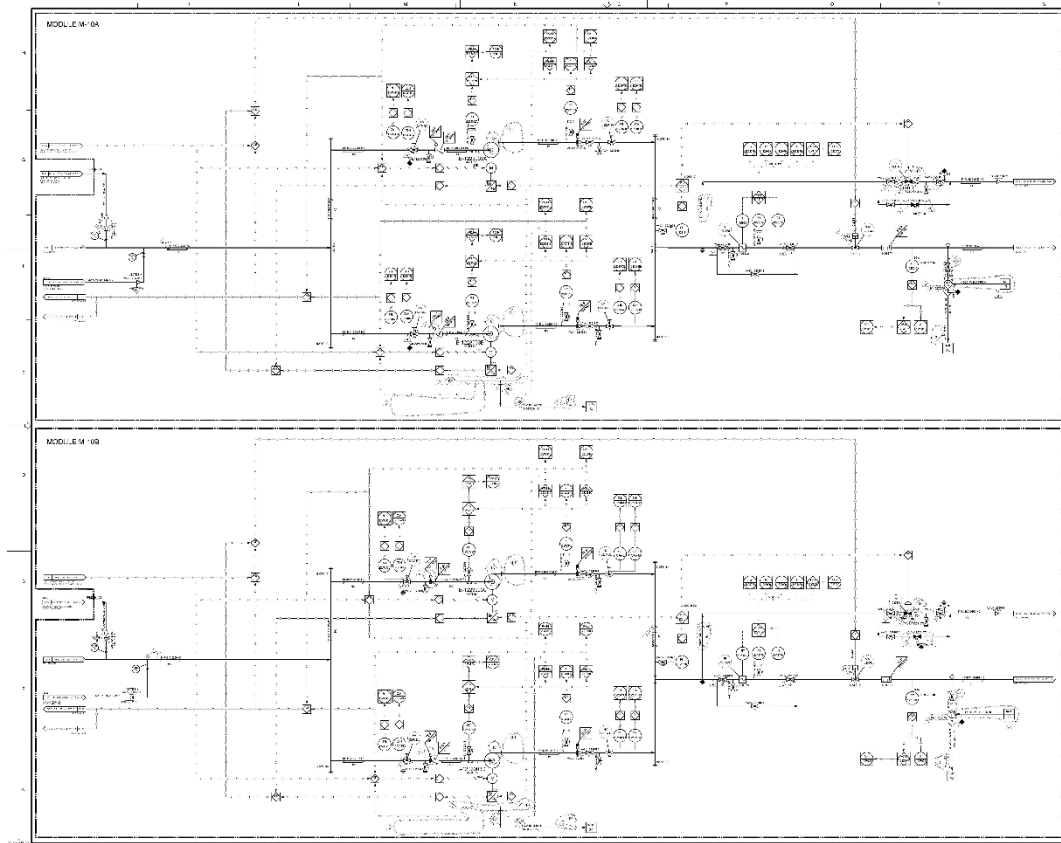


Figura 10: P&ID Trocador de calor A, B

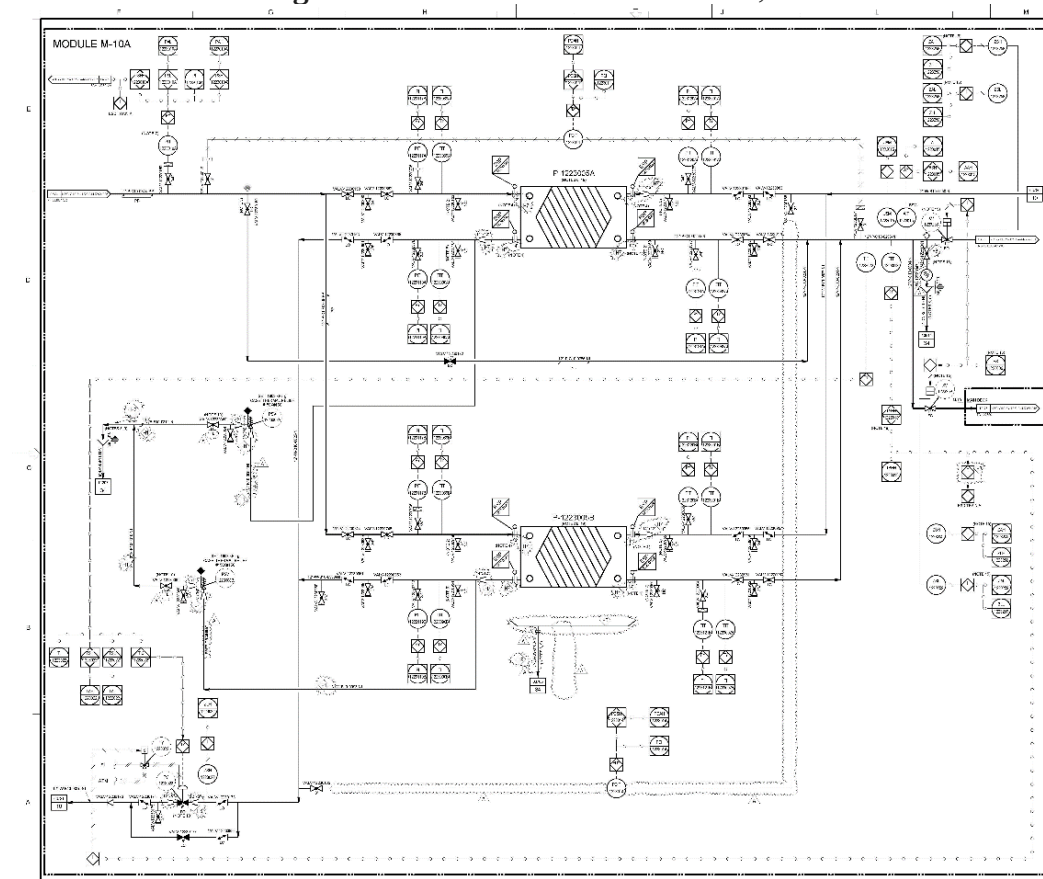
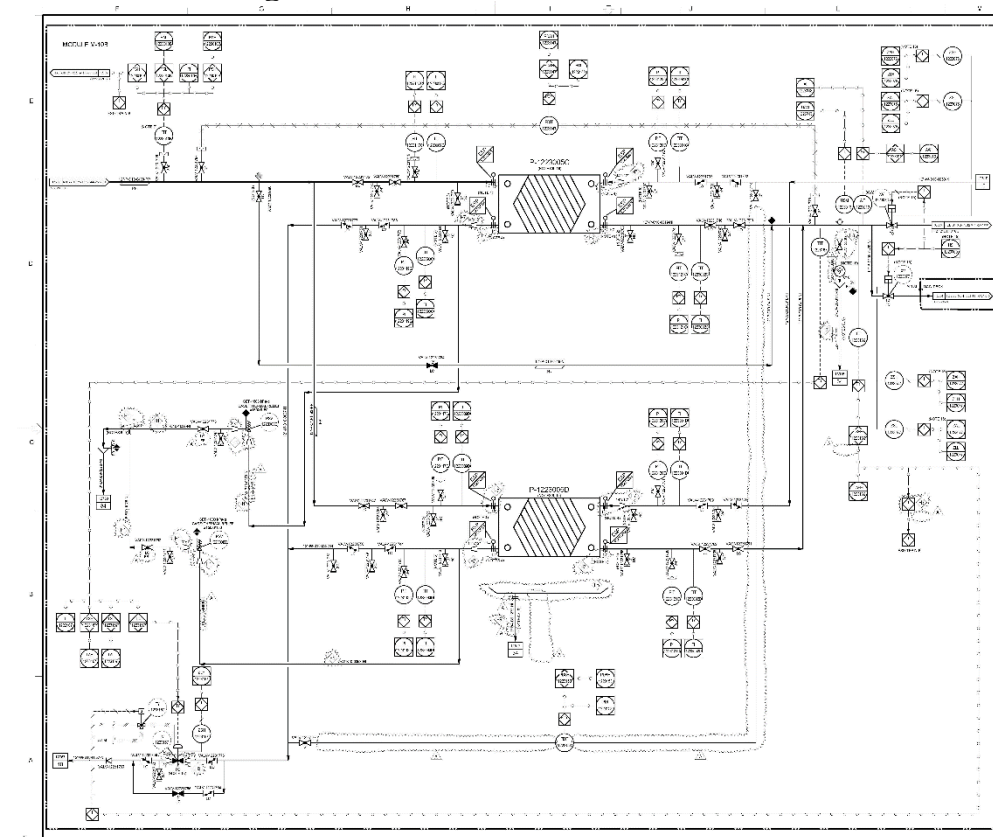


Figura 11: P&ID Trocador de calor C, D



Os três Nós para a análise de possíveis desvios foram selecionados baseando-se no próprio processo de separação trifásica da planta do FPSO, i.e., Nó 1 na entrada do separador primário, o Nó 2 na entrada dos permutadores de calor para aquecimento de óleo passando pelo separador secundário e o Nó 3 na entrada dos desidratadores de óleo.

A planilha de HAZOP completa é apresentada no Anexo I. A seguir são listadas as recomendações estabelecidas na análise de HAZOP para cada um dos 3 NÓS principais escolhidos para maior detalhamento.

NÓ 1 – Separação trifásica - primeiro estágio

- 1.1. Incluir cenário de fluxo reverso do FWS (Free Water Separator) para o vaso flash no caso da válvula (Double Offset Butterfly Valve) v-12230416 em posição aberta.
- 1.2. Verificar se o dimensionamento da PSV-1223002A-A/B (Pressure Safety Valve) para a caixa de purga de gás é adequado considerando o LV-1223018A (Level Control Valve) e a válvula de desvio totalmente abertos. Anexar a memória de cálculo das PSVs.

NÓ 2 – Separação trifásica - segundo estágio (incluindo a passagem pelos permutadores de calor para aquecimento de óleo)

- 2.1. Confirmar se PSV-1223011A-A/B (Pressure Safety Valve) são adequados para este cenário protegendo TO-1223001 e TO-1223001 (Oil Treater). Anexar a memória de cálculo das PSVs.
- 2.2. Ao sinal de parada da bomba B-1223001A/B, a LV-1223029A (Level Control Valve) deve ser colocado em posição fechada.
- 2.3. Alterar a notação LO/LC (Locked Open/ Locked Closed) para notação NO/NC (Normal Open/ Normal Closed) na descarga de B-1223001A/D.
- 2.4. Avaliar a necessidade de uma SDV (Shutdown Valve) na saída do P-1223002A/B/C (Production Heater) a montante da linha da TV-1223025A-1/A-2 (Temperature Control Valve). Anexar a memória de cálculo volume do inventário.
- 2.5. Estabelecer um procedimento operacional para o fluxo do inibidor de corrosão, incluindo a medição da temperatura da parede de entrada/saída do tubo do trocador de calor para monitoramento da eficiência do trocador.

- 2.6. Dispor no procedimento de partida e parada da P-1223002A/C (Production Heater) que a lateral do casco deve ser sempre a primeira a ser alinhada e a última a ser bloqueada.

NÓ 3 – Desidratadores

- 3.1. Verificar com o fornecedor da bomba a possibilidade de danos potenciais às bombas B-1223003A/B devido à rotação inversa. Anexar o catálogo da bomba.
- 3.2. Avaliar se as PSV-1223011A-A/B protegem contra sobrepressão devido ao fluxo reverso para TO-1223001A através de duas válvulas de retenção V-12231144/1152. Anexar a memória de cálculo das PSVs
- 3.3. Avaliar se as PSV-1223011A-A/B protegem contra sobrepressão devido ao fluxo reverso para o vaso TO-1223001A através de duas válvulas de retenção VALV-12231144/1152. Anexar a memória de cálculo das PSVs

A compreensão dos sistemas permitiu uma abordagem proativa na gestão de riscos operacionais, reforçando a resiliência do módulo de produção de óleo. Essa experiência evidencia a importância da fase preparatória e da execução da metodologia de HAZOP em ambientes industriais complexos.

5. CONCLUSÃO

HAZOP mostrou-se uma metodologia eficaz na análise dos riscos do processo estudado. Apesar de suas limitações, a técnica de HAZOP continua sendo uma ferramenta valiosa para a identificação e avaliação de riscos em muitas indústrias. No entanto, torna-se importante reconhecer suas limitações e, quando apropriado, complementar a análise com outras técnicas de gerenciamento de riscos para garantir uma abordagem mais abrangente.

Com base na análise HAZOP foi confirmada a importância do aprimoramento dos sistemas de controle e instrumentação nos pontos críticos do processo de separação de óleo do FPSO. Dessa forma, foi possível identificar as seções nas quais o processo pode apresentar riscos mais altos durante a fase inicial.

Seguindo as diretrizes e passo a passo da análise HAZOP foi possível sugerir ações no sentido de minimizar os acidentes e situações de risco durante a operação dos estágios de separação da planta do FPSO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. C. Separação trifásica de óleo, água e gás. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

ALONSO, P. S. R. Marine Demands for 2020-2030: Local Content and opportunities in a new environment. Disponível em: https://mz-filemanager.s3.amazonaws.com/25fdf098-34f5-4608-b7fa-17d60b2de47d/apresentacoescentral-de-downloads/0f534ef416cc3aab750882b3e519a506420f22824f49d2aab7f2649b34b8d49b/offshore_technology_conference_otc_paulo_sergio_ro.pdf. Acesso em 06/02/2024.

American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Guidelines for Hazard Evaluation Procedures. 3. ed. American Institute of Chemical Engineers, 2007.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Plano De Gestão Anual Da ANP 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/planogestaoanual2023.pdf>. Acesso em: 02/02/2023

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Guia sobre FPSOs - Unidades Flutuantes de Produção, Armazenamento e Transferência de Petróleo e Gás Natural, 2023.

BAYBUTT, P. The role of people and human factors in performing process hazard analysis and layers of protection analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, v. 26, n. 6, p. 1352-1365, 2013.

BRAGA, N. M.; Estudo de caso sobre a aplicação do HAZOP no Processo de tratamento de efluentes, Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/0035a8c8-80e0-4f78-a5f6-b7adfab6a40f/MARCOS%20NEVES%20BRAGA.pdf>. Acesso em 27/01/2024.

Dunjó, J., Fthenakisb, V., Juan A. Vílchez, J. A. 2010. “Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review.” Journal of Hazardous Materials, 173 19–32.

Ministério de Minas e Energia do Brasil. (2020). Norma Regulamentadora NR-32: Segurança e Saúde no Trabalho em Plataformas de Petróleo e Gás. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia.

CATMUR, J.; CHUDLEIGH, M.; REDMILL, F. Use of Hazard Analysis Techniques During the Product Life Cycle: HAZOP and FMEA Compared. 1997, London. Springer London. p.368-377, 1997.

Center for Chemical Process Safety (CCPS). Guidelines for Hazard Evaluation Using What-If and Hazard and Operability (HAZOP) Studies. 2. ed. American Institute of Chemical Engineers, 2012.

FREEDMAN. Pablo; HAZOP - Como Metodologia de Análises de Riscos. Petrotecnia. 2003. Disponível em: <http://biblioteca.iapg.org.ar/archivosadjuntos/petrotecnia/2003-2/HAZOP.pdf> >. Acessado em 27/01/2024

International Organization for Standardization (ISO). ISO 18207:2012. Hazard identification and risk assessment.

KLETZ, T. HAZOP and HAZAN: identifying and assessing process industry hazards: Am Dental Assoc, 1999.

LAWLEY, H. Hazard and operability studies. Chem Eng Process, v. 8, n. 5, p. 105-116, 1973.

- OLIVEIRA, J. M. M., e Silva, M. A. (2017). Segurança de plataformas flutuantes de produção, armazenamento e descarga (FPSO). Rio de Janeiro: Interciência, 2006.
- PIRES, L. S., e SILVA, J. M. M. (2022). Segurança de FPSOs: uma abordagem baseada em confiabilidade. Revista de Engenharia Naval, 25(2), 1-10.
- PITTA, G. (2019). Fundamentos de engenharia de FPSOs. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005. Vol. 1 e 2.
- PETROBRAS. Norma N-2782: Técnicas Aplicáveis à Análise de Riscos Industriais. 2015
- RODRIGUES, R. L. Separação de óleo, água e gás: fundamentos e aplicações. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- ROSSING, N. L., LIND, M. e JENSEN, N. A Metodologia Funcional HAZOP. ELSEVIER – Informática e Engenharia Química. 2010 Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Niels-Jensen10/publication/223244947_A_functional_HAZOP_methodology/links/5bfd6ea4a>. Acesso em 27/01/2024
- SADEE, C.; SAMUEL, D.E.; O'BRIEN, T.P. The Characteristics of the Explosion of Cyclohexane at the Nypro UK Flixborough Plant on 1st June 1974. Journal of Occupational Accidents, Amsterdam, p. 203-235, 1977.
- SANTOS, F. A., e Silva, J. M. M. (2023). Análise de falhas de FPSOs. Revista de Engenharia Naval, 26(1), 1-10.
- SANTOS, J. A. Módulo de separação de óleo: fundamentos teóricos e aplicações práticas. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica), Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
- SENAI. Análise qualitativa de riscos_modelo HAZOP. Disponível em: <https://ead2.cetiqt.senai.br/mod/resource/view.php?id=102973&redirect=1>. Acesso em 06/02/2024.
- SILVA, R. L. Módulo de separação de óleo: princípios de funcionamento e aplicações. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

ANEXO I

PLANILHA DE

HAZOP

FPSO ALFA

Unidade:

Sistema: PRODUÇÃO DE ÓLEO

Subsistema: Separação trifásica - primeiro estágio

DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS EFEITOS	Detecções / Salvaguardas	Freq.	Pessoas		Instalação e produção		Meio ambiente		Reputação		Recomendações / Observações
					Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	
Pressão Maior	SDV-1223056-1 fecha Inadvertidamente	Possibilidade de aumento abrupto de pressão no vaso separador com possíveis danos à tubulação e ao interior do equipamento.	PDSHH - 1223002	C	I	T	II	T	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Falha no fechamento da XV-1223006A/SDV-12230110.	Diminuição na vazão de alimentação do SG-1223001A. Sem consequências de segurança relevantes.	N/A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Falha no fechamento daXV-1223006A/SDV-12230110.	Fluxo reverso potencial entreo TEG e o purificador de	Válvula de retenção V-12231818/19 e Válvula de	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
		descarga do compressor principal.	retenção V-12230310/1385										
Fluxo Menor	Fechamento indevido da VALV-12230416 durante o envio de água produzida do TO-1223001A para montantedo SG-1223001 ^a	Diminuição da temperatura doSG-1223001A com perda de eficiência de separação água-óleo e possibilidade de aumento do teor de água noóleo tratado e no óleo fora de especificação. Sem consequências relevantes para a segurança.	TAL-1223028A	C	I	T	I	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento indevido da VALV-12230416 durante o envio de água produzida do TO-1223001A para montantedo SG-1223001 ^a	Diminuição da temperatura doSG-1223001A com perda de eficiência de separação água-óleo e possibilidade de aumento do teor de óleo na água produzidae sobrecarga na unidade de tratamento de água produzida. Sem consequências relevantes para a segurança.	TAL-1223028 A	C	I	T	I	T	I	T	I	T	
-------------	---	--	---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Fluxo Menor	Fechamento indevido da válvula V-12231248 durante envio de água produzida do TO-1223002A para montante do SG-1223001A.	Diminuição de temperatura no SG-1223001A com perda de eficiência de separação água-óleo e possibilidade de aumento do teor de água no óleo tratado e perda na produção. Sem consequências relevantes para a segurança.	TAL-1223028A	D	I	T	I	T	I	T	I	T
Fluxo Menor	Fechamento indevido da válvula V-12231248 durante envio de água produzida do TO-1223002A para montante do SG-1223001A.	Diminuição de temperatura no SG-1223001A com perda de eficiência de separação água-óleo e possibilidade de aumento do teor de óleo na água produzida e sobrecarga na unidade de tratamento de água produzida	TAL-1223028A; AIT/ASHH-5331002 fechando XV-5331034-2 e abrindo XV-5331034-1.	C	I	T	I	T	II	T	II	T

Fluxo Menor	Fechamento espúrio da SDV-1223051 ^a	Aumento de pressão no SG-1223001A com possibilidade de sobrepressão no vaso e risco de perda de contenção	PSH-1223032A e PSHH-1223031A	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
Fluxo Menor	Fechamento indevido da válvula V-12230281/0285	Redução da vazão de saída de óleo do SG-1223001A com possibilidade de transbordamento e carreamento de líquido para a saída de gás do SG-122301A e aumento de nível no Vaso V-1231001	LAH-1223018A/FAH-1223054A/B/C/ LSHH-1223016A	B	I	T	II	T	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230284 durante operação com by-pass	Corte na saída de óleo do SG-1223001A com possibilidade de emperramento e transporte de líquido para a saída de gás do SG-122301A e aumento de nível no Vaso V-1231001	LSHH-1223016A	B	I	T	III	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230178/0378 ou falha de fechamento da LV-1223018A ou fechamento inadequado da VALV-12230521/0288 durante a operação de bypass da válvula de controle.	Corte na saída de óleo do SG-1223001A com possibilidade de emperramento e transporte de líquido para saída de gás do SG-122301A e	LSHH-1223016A e LSHH-1231019	B	I	T	III	T	I	T	I	T	
		aumento de nível no Vaso V-1231001.											
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230336/0340/0342/0343/0345 ou falha de fechamento da LV-1223044A ou fechamento inadequado da VALV-12230338/0525/0341 durante a operação de bypass.	Elevação do nível de interface de água em SG-1223001A com aumento de carga de água para TO-1223001/002A.	LAH-1223012A-1	D	I	T	II	M	I	T	I	T	

[illegible]

Fluxo Maior	Falha no circuito de controle LIC-1223018A levando à abertura da LV-1223018A ou abertura excessiva da válvula V-12230288 ao operar por by-pass	Diminuição de nível no SG-1223001A com risco de explosão de gás e possibilidade de sobrepressão com perda de contenção.	PSV-1223002A; PSHH-1223003A fechando SDV-1223012A/S DV-1223040 LSLL-1223016A fechando SDV-1223012A	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	1.2 - Verificar se o dimensionamento da PSV-1223002A-A/B para a caixa de purga de gás é adequado considerando o LV-1223018A e a válvula de desvio totalmente abertos.
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle LIC-1223018A levando à abertura da LV-1223018A ou abertura excessiva da válvula V-12230288 ao operar por by-pass	Diminuição de nível no SG-1223001A com risco de explosão de gás e possibilidade de sobrepressão com perda de contenção.	PSV-1223002A; PSHH-1223003A fechando SDV-1223012A/S DV-1223040 LSLL-1223016A fechando SDV-1223012A	B	IV	M	IV	M	I	T	IV	M	
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle LIC-1223018A levando à abertura da LV-1223018A ou abertura excessiva da válvula V-12230288 ao operar por by-pass	Envio de petróleo para o sistema de tratamento de água produzida, causando concentração	LSLL-1223012A-3 fechando SDV-1223011A	B	I	T	I	T	IV	M	IV	M	

		excessiva de petróleo no sistema de tratamento de água e potencial petróleo para o mar.											
Fluxo Maior	Abertura inadvertida da válvula V-12231248 (fluxo de água produzido do vasi TO-1223002A) ao operar pela válvula LV-1223046.	Fluxo reverso de petróleo e gás para o sistema de água produzida com potencial sobrepressão no sistema de tratamento de água. Risco potencial de perda de contenção (P-5331001A e V-5331001)	PSV-5331003A/B-1/2; PSHH-5331004 fechamento SDV-1223015; Válvulas de retenção V-12231152/1144	B	IV	M	IV	M	I	M	IV	T	
Fluxo Reverso	Abertura da válvula SDV-1223051A (durante o processo de reinício do trem de produção) com pressão no SG-1223001A menor que a pressão no V-1231001.	Possibilidade de aumento abrupto de pressão no SG-1223001A, com possíveis danos às tubulações/interiores do equipamento	N/A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Unidade: FPSO ALFA

Sistema: PRODUÇÃO DE ÓLEO

Subsistema: Separação trifásica - segundo estágio (incluindo a passagem pelos permutadores de calor para aquecimento de óleo)

DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS EFEITOS	Detecções / Salvaguardas	Frequência	Pessoas		Instalação e produção		Meio ambiente		Reputação		Recomendações / Observações
					Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	
Fluxo Menor	Obstrução no trocador de calor P-1223001A devido a incrustações.	Aumento do fluxo para o P-1223001B com potencial aumento de vibração.	PAH-1223036B	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230068 quando operando pelo bypass dos trocadores de calor P-1223001A/C.	Maior fluxo direto para o trocador de calor, sem consequências relacionadas à segurança.	N/A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento espúrio da SDV-1223007 ^a	Aumento do potencial de incrustação no P-1223002A, causando aumento de temperatura	N/A	C	I	T	I	T	I	T	I	T	
		na saída do óleo. Sem consequências de segurança relevantes.											
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230353/0299 quando operando pelo bypass.	Alta temperatura na saída do aquecedor de produção, que deverá ser compensada pelo controle de temperatura. Nenhuma consequência de segurança relevante.	N/A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230353/0299 quando operando pelo bypass (12"-PC-B30-0259-HC) totalmente.	Descarga bloqueada causando potencial sobrepressão a montante da válvula. Risco de perda de contenção.	PDSH-1223004; PSH-1223025 PSHH-1223003, fechamento SDV-1223012A e SDV-1223040; desligamento de bombas B-1223004A/B PSV-1223002A-A/B	B	III	T	III	T	I	T	III	T	
Fluxo Menor	Fechamento espúrio da SDV-1223055A.	Diminuição da temperatura com redução na eficiência de separação água-óleo e aumento do teor de água na entrada do Vaso TO-1223002A, com possível sobrecarga da capacidade de tratamento do navio e perdas de produção.	TAL-1223081A/B; TAL-1223025A/02 6A TAL-1223037A, ASH-1233015A/B LSH-1223029A-1	D	I	T	III	M	I	T	I	T	

[illegible]

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230258/0259 ou falha de fechamento da TV-1223025A-1/A-2 (falha do circuito de controle) ou fechamento inadvertido da válvula V-12230912/0262 durante a operação de bypass da TV-1223025A-1/A-2.	Diminuição de temperatura no vaso TO-1223001A com potencial acúmulo de vapor no óleo, causando eventual liberação de vapor no tanque de carga e possível detecção de gás em todo o FPSO.	TAL-1223081A/B; TAL-1223025A/026A TAL-1223037A	D	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230258/0259 ou falha de fechamento da TV-1223025A-1/A-2 (falha do circuito de controle) ou fechamento inadvertido da válvula V-12230912/0262 durante a operação de bypass da TV-1223025A-1/A-2.	Diminuição da temperatura, com redução na eficiência de separação água-óleo e aumento do teor de água na entrada do vaso TO-1223002A, e possível sobrecarga na capacidade de tratamento do navio.	TAL-1223081A/B; TAL-1223025A/026A; TAL-1223037A; ASH-1233015A/B; LSH-1223029A-1	D	I	T	II	M	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230474/0530 ou V-12230531 quando operando pelo bypass da FE-1223065A.	Aumento de pressão no vaso TO-1223001A através da entrada de óleo, o com possibilidade de sobrepressão e risco de perda de contenção.	PSV-1223002A-A/AB; PSHH-1223066A fechando a SDV-1223012A; PSHH-1223003 fechando a SDV-1223012A e SDV-1223040 e desligando as bombas B-1223004A/B	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230474/0530 ou V-12230531 quando operando pelo bypass da FE-1223065A.	Aumento de pressão no vaso TO-1223001A com possibilidade de sobrepressão e risco de perda de contenção.	PSV-1223002A-A/AB; PSHH-1223066A fechando a SDV-1223012A; PSHH-1223003 fechando a SDV-1223012A e SDV-1223040 e desligando as bombas B-1223004A/B	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230597/0598 ou falha na malha de controle (PIC-1223064A-2),	Aumento de pressão no vaso TO-1223001A com possibilidade de	PSV-1223002A-A/AB; PSHH-1223066A fechando a SDV-1223012A;	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
	fechando a PV-1223064A-2 quando requerido abrir.	sobrepresão e risco de perda de contenção.	PSHH-1223003 fechando a SDV-1223012A e SDV-1223040 e desligando as bombas B-1223004A/B										
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230499 ou fechamento espúrio da SDV-1223023A ou fechamento inadvertido da válvula V-12230392 ou obstrução do filtro ESP-12230158.	Diminuição de pressão na sucção da bomba B-1223001A com possibilidade de cavitação e risco de danos à mesma.	PSLL-1223059A desarma B-1223001A	C	I	T	II	T	I	T	I	T	

Fluxo Inverso	Bomba B-1223001A desarma.	Potencial fluxo inverso quando alinhado ao SG-1223001A com possibilidade de sobrepressão no TO-1223001A, risco de perda de contenção e possíveis danos à bomba devido à rotação inversa.	PSV-1223011A-A/B + Válvulas de retenção V-12230415/04 14 + PSHH-1223066A/B	C	IV	M	IV	M	III	M	IV	M	2.1: Confirmar se PSV-1223011A-A/B são adequados para este cenário protegendo TO-1223001 e TO-1223001.
Fluxo Inverso	Bomba B-1223001A desarma.	Potencial fluxo inverso de óleo através da linha de fluxo mínimo sobrecarregando o sistema de tratamento de água.	Válvulas de retenção V-12230428/04 27	C	I	T	II	T	II	T	II	T	2.2: Ao sinal de parada da B-1223001A/B, a LV-1223029A deve ser colocado em posição fechada.

Fluxo Inverso	Bomba B-1223001A desarma.	Potencial fluxo inverso de óleo de SG-1223001A para V-TO-1223001A através de PV-1223061 com possibilidade de sobrepressão e risco de perda de contenção.	PSV-1223011A/B + Válvulas de retenção V-12230415/04 14 + PSHH-1223066A/B	B	III	T	III	T	I	T	III	T	2.3: Alterar a notação LO/LC para notação NO/NC na descarga de B-1223001A/D.
Fluxo Inverso	Fechamento inadvertido da válvula V-12230398	Aumento de pressão na descarga da bomba B-1223001A com possibilidade de danos à mesma.	PSHH-1223057A e desligamento da bomba B-1223001A	C	I	T	II	T	I	T	I	T	
Fluxo Inverso	Fechamento inadvertido da válvula V-12230398	Potencial fluxo inverso de óleo através da linha de fluxo mínimo sobrecarregando o sistema de tratamento de água.	Válvulas de retenção V-12230428/04 27	C	I	T	II	T	II	T	II	T	

Fluxo Inverso	Fechamento inadvertido da válvula V-12230398	Potencial fluxo inverso de óleo do seprador SG-1223001A para o vaso TO-1223001A	PSV-1223011A/B + Válvulas de retenção V-12230415/04 14 + PSHH-1223066A/B	B	III	T	III	T	I	T	III	T	
		através da PV-1223061, com possibilidade de sobrepressão e perda de contenção.											
Fluxo Maior	PV-1223064A-1 falha aberta	Diminuição da pressão potencial causando alto nível no vaso TO e transporte de líquido através da linha de gás para VRU (P-UC-1225001A/B-02).	LSHH-1223026A + LSH-1223024A	C	I	T	II	T	I	T	I	T	

Fluxo Maior	Falha na abertura do circuito de controle LIC-1223029A/ LV-1223029A ou abertura excessiva da válvula V-12230422/0470 durante a operação de bypass da LV-1223029A.	Possível envio de óleo para o sistema de tratamento de água produzida, causando concentração excessiva de óleo no sistema de tratamento de água e potencial descarga de óleo para o mar.	LSLL-1223028A-3 fechando SDV-1223023A e desligando bomba B-1223001A e AIT / ASHH-5331002 fechando XV-5331034-2 e abrindo XV-5331034-1	B	I	T	I	T	IV	M	IV	M	
Fluxo Maior	Falha na abertura do circuito de controle LIC-1223029A/ LV-1223029A ou abertura excessiva da válvula V-12230422/0470 durante a operação de bypass da LV-1223029A.	Redução do nível de interface de água no vaso TO-1223001A com potencial envio de óleo e gás (gás blow-by) para o sistema de tratamento de água produzida.	LSLL-1223028A-3 fechando SDV-1223023A e desligando a bomba B-1223001A + ASHH-5331002 direciona a água produzida fora das especificações para o tanque de óleo fora de especificação	B	I	T	I	T	II	T	II	T	

[illegible]

Fluxo Maior	Falha no circuito de controle TIC-1223025/ TV-1223025A-1/A-2 ou abertura excessiva da válvula V-12230262 durante a operação de bypass da TV-1223025A-1/A-2.	Aumento do potencial de incrustação no P-1223002A devido ao aumento da temperatura na saída do óleo com risco de obstrução do trocador de calor P-1223002A.	PDSH-12230013A	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Fluxo inverso	Abertura simultânea da válvula V-12230416/0423 (alinhamentos para SG-1223001A e P-5331001A respectivamente).	Envio de óleo para o sistema de tratamento de água produzida, causando concentração excessiva de óleo no sistema de tratamento de água e potencial óleo para o mar.	ASHH-5331002 direciona água produzida fora das especificações para o tanque fora das especificações (fechando a XV-5331034-2 e abrindo a XV-5331034-1) + Válvulas de retenção V-12230414/0415	B	I	T	I	T	IV	M	IV	M	

Fluxo inverso	Abertura simultânea da válvula V-12230416/0423 (alinhamentos para SG-1223001A e P-5331001A respectivamente).	Envio de óleo e gás para o sistema de água produzida com potencial sobrepressão no sistema de tratamento de água (P-5331001A e V-5331001) e risco de perda de contenção.	PSV-5331003A/B-1/2 + PSHH-5331027 fechamento SDV-1223015 + Válvulas de retenção V-12230414/04 15	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
Contaminação	Furo nos tubos do trocador de calor P-1223001A	Contaminação de óleo tratado por óleo não tratado.	ASH-1223015A	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Contaminação	Furo nos tubos do trocador de calor P-1223001A	Contaminação do óleo tratado por óleo não tratado, com possibilidade de sobrepressão nos tanques de carga e risco de perda de contenção.	PSH-1223010A/PSHH-1223010A fechando SDV-1223012A	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	

Contaminação	Furo nos tubos do trocador de calor P-1223001A	Vazão de óleo reduzida na entrada do vaso TO-1223001A com possível perturbação de nível.	LSL-1223024A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	
Contaminação	Parada e/ou partida do P-1223001A com furos nos tubos.	Alta pressão sem risco de sobrepressão. Nenhuma consequência adversa.	N/A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	
Contaminação	Furo nos tubos do trocador de calor P-1223002A.	Contaminação do óleo com água quente e possível aumento da temperatura.	ASH-1233015A/B + LSL-5125005 + LSLL-5125009 + B-5125001A/C desligadas	D	I	T	III	M	I	T	I	T	2.4: Avaliar a necessidade de uma SDV na saída do P-1223002A/B/C a montante da linha da TV-1223025A-1/A-2.

[illegible]

Temperatura Maior	Permutador P-1223001A com incrustações.	Potencial redução na eficiência de separação água-óleo, e aumento do teor de água na entrada do vaso TO-1223002A, com possível sobrecarga da capacidade de tratamento do navio.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/02 6A + TAL-1223037A + ASH-1233015A/B + LSH-1223029A-1	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Temperatura Maior	Permutador P-1223001A com incrustações.	Potencial redução da eficiência de separação água-óleo, com aumento do teor de óleo na água produzida e possibilidade de sobrecarga do sistema de tratamento de água.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/02 6A + TAL-1223037A + ASHH-5331002 direciona água produzida fora de especificação para tanque fora de especificação .	C	I	T	II	T	I	T	I	T	

Temperatura Menor	Permutador P-1223002A com incrustações.	Potencial redução na eficiência de separação água-óleo, e aumento do teor de água na entrada do vaso TO-1223002A, com possível sobrecarga da capacidade de tratamento do navio.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/02 6A + TAL-1223037A + ASH-1233015A/B + LSH-1223029A-1	D	I	T	II	M	I	T	I	T
Temperatura Menor	Permutador P-1223002A com incrustações.	Potencial redução da eficiência de separação água-óleo e aumento do teor de óleo na água produzida com possibilidade de sobrecarga do sistema de tratamento de água.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/02 6A + TAL-1223037A + ASHH-5331002 direciona água produzida fora de especificação para tanque fora de especificação .	C	I	T	I	T	II	T	II	T

Prssão Maior	Lado do óleo P-1223002A bloqueado.	Risco de sobrepressão no lado do casco do P-1223002A com possível perda de contenção.	PSV-1223005A	C	III	T	III	M	I	T	III	T	2.6: Dispor no procedimento de partida e parada da P-1223002A/C que a lateral do casco
													deve ser sempre a primeira a ser alinhada e a última a ser bloqueada.

Unidade: FPSO ALFA

Sistema: PRODUÇÃO DE ÓLEO

Subsistema: Desidratadores de óleo

DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS EFEITOS	Detecções / Salvaguardas	Freq.	Pessoas		Instalação e produção		Meio ambiente		Reputação		Recomendações / Observações
					Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da PDV-1223071 ou V-12230604/0605 ou fechamento da V-12231857/0606 durante a operação de bypass da PDV-1223071	Redução de pressão no vaso TO-1223002A. Sem consequências de segurança relevantes	PAL-1223069A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da V-12230602/0644 ou Fechamento inadvertido da V-12230682 durante operação pelo bypass da FE-1223068A	Aumento de pressão no vaso TO-1223002A.	PSHH-1223072A + PSV-1223014A-A/B-1/4	B	I	T	I	T	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Falha no sinal de controle fechando PV-1223069A2-1 quando deveria abrir ou fechamento inadvertido da válvula V-12230615/0617	Aumento de pressão no vaso TO-1223002A.	PSHH-1223072A + PSV-1223014A-A/B-1/4	B	I	T	I	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230153 ou HV-1223043A	Aumento de pressão a montante do bloqueio com risco de sobreaquecimento da bomba B-1223003A e danos na bomba.	PSHH-1223081A parando a B-1223003A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230821/0822 ou fechamento espúrio SDV-1223044	Aumento de pressão a montante do bloqueio com risco de superaquecimento da bomba B-1223003A e consequentes danos à bomba.	PSHH-1223081A parando B-1223003A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230821/0822 ou fechamento espúrio SDV-1223044	Fluxo reverso através da descarga da bomba B-1223003B com risco de danos à bomba por rotação inversa.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T	3.1: Verificar com o fornecedor da bomba a possibilidade de danos potenciais às bombas B-1223003A/B devido à rotação inversa.

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230824/0825 ou falha do circuito de controle do PIC-1223131 com fechamento da PV-1223131	Aumento de pressão a montante do bloqueio com risco de superaquecimento da bomba B-1223003A e danos à bomba	PSHH-1223081A parando B-1223003A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230824/0825 ou falha do circuito de controle do PIC-1223131 com fechamento da PV-1223131	Fluxo inverso através da descarga da bomba B-1223003B com risco de danos por rotação inversa.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T	3.1: Verificar com o fornecedor da bomba a possibilidade de danos potenciais às bombas B-1223003A/B devido à rotação inversa.
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230838/0092/0840/0108 ou obstrução nos tubos do P-1223001A	Aumento do fluxo de óleo tratado através dos tubos P-1223001B com risco de erosão e danos às partes internas do trocador.	PDSH-1223005	D	I	T	II	M	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230838/0092/0840/0108 ou obstrução nos tubos do P-1223001A	Potencial redução de temperatura causando uma redução na eficiência de separação água-óleo do V-TO-1223002A. Sem consequências relevantes para a segurança.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/026A + TAL-1223037A + ASH-1233015A/B + LSH-1223029A-1	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230838/0092/0840/0108 ou obstrução nos tubos do P-1223001A	Potencial redução da temperatura causando redução na eficiência da separação água-óleo e aumento do teor de óleo no sistema de água produzida com possibilidade de sobrecarga do sistema de tratamento de água.	TAL-1223081A/B + TAL-1223025A/026A + TAL-1223037A + ASHH-5331002 - direciona água produzida fora das especificações para o tanque de produto fora das especificações (fechando XV-5331034-2 e abrindo XV-5331034-1).	C	I	T	I	T	II	T	II	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230111/1907 durante operação de bypass do P-1223001A/C	Aumento de pressão a montante do isolamento com potencial para danificar a bomba devido ao cenário de descarga bloqueada.	PSHH-1223081A parando a B-1223003A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230158/0862/0864/0170 ou obstrução no lado do fluido quente do P-1223005A	Alto nível d no vaso TO-1223002A com potencial para enviar líquido para o V-1225001.	LSH-1223031A + LSHH-1223033A parando o trem A e fechando a SDV-	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
			1223034A										
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12230158/0862/0864/0170 ou obstrução no lado do fluido quente do P-1223005A	Alto nível de líquido no vaso TO-1223002A com potencial para enviar líquido para o sistema de flare.	LSH-1223031A + LSHH-1223033A parando o trem A	C	I	T	I	T	II	T	II	T	

[illegible]

Fluxo Menor	Falha na malha de controle do TIC-1223022 com fechamento inadvertido da TV-1223022	Aumento da temperatura do óleo tratado enviado para os tanques de carga ou tanque de óleo fora das especificações com potencial para aumentar a liberação de vapores e potencial detecção de gás através do FPSO.	TSHH-1223018 + TSHH-1212002 + TSHH-1223504	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da XV-1223258	Alto nível de líquido no vaso TO-1223002A com potencial para enviar líquido para o vaso V-1225001.	LSH-1223031A + LSHH-1223033A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da XV-1223258	Alto nível de líquido no vaso TO-1223002A com potencial para enviar líquido para o sistema de flare.	LSH-1223031A + LSHH-1223033A	C	I	T	I	T	II	T	II	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da XV-1223258	Aumento de pressão a montante do isolamento com potencial para danificar a bomba devido ao cenário de descarga bloqueada.	PSHH-1223081A parando a bomba B-1223003A + PDSH-1223011	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido das válvulas V-12120017/0018/0019/009/023 ou Fechamento inadvertido da válvula V-12120063/0020 ao operar pelo bypass da LV-1223031A-1/A-2.	Aumento de pressão a montante do bloqueio com potencial para danificar a bomba devido ao cenário de descarga bloqueada.	PSHH-1223081A parando a B-1223003A + PDSH-1223011	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Falha fechada da LV-1223031A-1/A-2	Aumento de pressão a montante do bloqueio com potencial para danificar a bomba devido ao cenário de descarga bloqueada.	PSHH-1223081A parando a B-1223003A + PDSH-1223011	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido a jusante da válvula V-12120019 (ex. HV-1350567)	Potencial fluxo inverso da bomba B-1223003C para a linha de descarga de B-1223003A (se PV-1223155 tiver um ponto de ajuste maior que PV-1223131).	LSH-1223031A + LSHH-1223033A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12230917	Potencial fluxo inverso da bomba B-1223003C para a linha de descarga de B-1223003A (se PV-1223155 tiver um ponto de ajuste maior que PV-1223131).	LSH-1223031A + LSHH-1223033A	D	I	T	I	T	I	T	I	T	

[illegible]

Fluxo Menor	Parada da bomba B-1223002A	Redução da pressão de descarga da bomba B-1223002A com fluxo reverso da V-TO-1223001A e envio de óleo para o sistema de tratamento de água produzida com risco de sobrecarga de óleo e não especificação da água produzida ao mar.	Válvulas de retenção VALV-12231271/1148 (SP)	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Parada da bomba B-1223002A	Fluxo inverso do SG-1223001A com possibilidade de aumento de pressão no vaso TO-1223001A. Cenário potencial de	Válvulas de retenção V-12231144/1152 + PSH-1223064A + PSHH-1223066A + PSV-1223002A-A/B (SP)	C	IV	M	IV	M	III	M	IV	M	3.2: Avaliar se as PSV-1223011A-A/B protegem contra sobrepressão devido ao fluxo reverso para TO-1223001A
		sobrepressão e possibilidade de perda de contenção.											através de duas válvulas de retenção V-12231144/1152.

Fluxo Menor	Parada da bomba B-1223002A	Fluxo inverso do SG-1223001A através da bomba B-1223002A com possíveis danos à mesma.	Válvulas de retenção V-12231144/1152	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Menor	Parada da bomba B-1223002A	Fluxo inverso para P-5331001A/C através da bomba B-1223002A com possíveis danos ao mesmo.	Válvulas de retenção V-12231258/1277 + PSHH-1223072A + fechamento da SDV-1223067A + PSV-1223014A-A/B/1/4	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12231108	Aumento de pressão a montante do bloqueio com risco de superaquecimento da bomba B-1223002A e danos à mesma.	PSHH-1223128A parando B-1223002A	C	I	T	II	T	I	T	I	T	

Fluxo Menor	Fechamento inadvertido da válvula V-12231118/1147 ou Fechamento inadvertido da V-12231225/1288 ao operar pelo bypass da PV-1223126A ou falha da malha do PIC-1223126A com fechamento inadvertido da PV-1223126A	Aumento de pressão a montante do bloqueio com risco de superaquecimento da bomba B-1223002A e danos à mesma.	PSHH-1223128A parando B-1223002A	C	I	T	II	T	I	T	I	T
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle com abertura inadvertida da PV-1223069A1-1/2	Redução de pressão no vaso TO-1223002A com possível cavitação da bomba B-1223003A e possíveis danos à mesma.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle com abertura inadvertida da PV-1223069A2-1	Redução de pressão no vaso TO-1223002A com possível cavitação da bomba B-1223003A e possíveis danos à mesma.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T

Fluxo Maior	Falha no PIT-1223069A com abertura inadvertida da PV-1223069A1-1/2 e da PV-1223069A2-1	Redução de pressão no vaso TO-1223002A com possível cavitação da bomba B-1223003A, aumento do nível do no TO-	LSHH-1223033A + PSLL-1223072A + LSH-1223031A	C	I	T	I	T	II	T	II	T	
		1223002A com risco de envio de líquido pela saída de gás (sistema flare).											
Fluxo Maior	Falha no PIT-1223069A com abertura inadvertida da PV-1223069A1-1/2 e da PV-1223069A2-1	Redução de pressão no vaso TO-1223002A com possível cavitação da bomba B-1223003A, aumento do nível do vaso TO-1223002A com risco de envio de líquido pela saída de gás para o V-1225001.	LSHH-1223033A + LSH-1223031A + PSLL-1223072A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Fluxo Maior	Falha no PIT-1223069A com abertura inadvertida da PV-1223069A1-1/2 e da PV-1223069A2-1	Redução de pressão no vaso TO-1223002A com possível cavitação da bomba B-1223003A e possíveis danos à mesma.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223031A-1/2	Perda potencial de nível no vaso TO-1223002A com risco de vazamento de gás para o tanque de	LSLL-1223033A + parada da bomba B-1223003A e fechamento SDV-1223038A +	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
		carga, resultando em possíveis danos por sobrepressão na parte superior dos Tanques de Carga e perda de contenção de gás inflamável.	PSV-1350508/30 (TQ-1358501P) + PSH-1350522 (TQ-1358501P)										
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223031A-1/2	Perda potencial de nível em V-TO-1223002A com risco de vazamento de gás e danos à bomba B-1223003A	LSLL-1223033A parando a bomba B-1223003A e fechando SDV-1223038A (SP)	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223031A-1/2	Operação dos trocadores P-1223005A/B com possível vazão acima da de projeto e possível risco de danos aos trocadores.	PDSH-1223011	D	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223048A	Perda potencial de nível no vaso TO-1223002A com risco de vazamento de gás para o tanque de carga, resultando em possíveis danos	LSLL-1223033A + parada da bomba B-1223003A e fechamento SDV-1223038A + PSV-1350508/30 (TQ-	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	
		por sobrepressão na parte superior dos Tanques de Carga e perda de contenção de gás inflamável.	1358501P) + PSH-1350522 (TQ-1358501P)										
Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223048A	'Perda potencial de nível em V-TO-1223002A com risco de vazamento de gás e danos à bomba B-1223003A	LSLL-1223033A parando a bomba B-1223003A e fechando SDV-1223038A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223031A com abertura inadvertida da LV-1223048A	Operação dos trocadores P-1223005A/B acima da vazão de projeto com risco de danos aos trocadores.	PDSH-1223011	D	I	T	III	M	I	T	I	T	
Fluxo Maior	Falha aberta da PV-1223126A devido a falha do circuito de controle	Redução da interface água no vaso TO-1223002A. Sem consequências relevantes para a segurança.	LSLL-1223041A-3 parando a bomba B-1223002A	C	I	T	I	T	I	T	I	T	
Fluxo Maior	Falha aberta PV-1223126A (durante o alinhamento para SG-1223001A)	Redução da interface de água no TO-1223002A. Sem consequências relevantes para a segurança.	LSLL-1223041A-3 parando a bomba B-1223002A	C	I	T	I	T	I	T	I	T	
Fluxo Maior	Falha aberta PV-1223126A (durante o alinhamento para SG-1223001A)	Redução de pressão com potencial fluxo inverso do SG-1223001A através de PV-1223126A e possível sobrepressão no vaso TO-1223001A, e possível perda de contenção.	Válvulas de retenção V-12231144/11 52 + PSH-1223064A + PSHH-1223066A + PSV-1223002A-A/B	C	IV	M	IV	M	III	M	IV	M	3.3: Avaliar se as PSV-1223011A-A/B protegem contra sobrepressão devido ao fluxo reverso para o vaso TO-1223001A através de duas válvulas de retenção VALV-12231144/11 52.

Fluxo Maior	Falha no circuito de controle da LIC-1223021A com abertura inadvertida da LV-1223046A	Envio de petróleo para o sistema de tratamento de água produzida, causando concentração excessiva de petróleo no sistema de tratamento de água e potencial descarte de petróleo para o mar.	LSL-1223031A + LSL-1223033A parando as bombas B-1223002A + LSL-1223041A-3 parando a bomba B-1223002A + AIT / ASHH-5331002 fechando XV-5331034 -2 e abertura XV-5331034-1	B	I	T	I	T	IV	M	IV	M	
Fluxo Maior	TV-1223022 falha aberta	Operação dos trocadores P-1223005A/B acima da vazão de projeto com risco de danos aos trocadores.	PDSH-1223014	D	I	T	I	T	I	T	I	T	
Fluxo inverso	Abertura inadvertida da válvula V-12231248 ao operar a entrega de água produzida para o P-1223001A/C	Potencial sobrepressão no sistema do pré-aquecedor de óleo/óleo P-1223001A/C causando perda de contenção.	Válvulas de retenção V-12231152/1144 + PSV-1223002A-A/B + PSHH-1223003A	B	IV	M	IV	M	III	T	IV	M	

Contaminação	Alinhamento simultâneo da XV-1223258 e da XV-1223259 durante óleo fora das especificações.	Perda potencial de nível no vaso TO-1223002A com risco de vazamento de gás para o tanque de carga, resultando em possíveis danos por sobrepressão na parte superior dos Tanques de Carga e perda de contenção de gás inflamável.	LSLL-1223033A + parada da bomba B-1223003A e fechamento SDV-1223038A + PSV-1350508/30 (TQ-1358501P) + PSH-1350522 (TQ-1358501P)	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
Contaminação	Alinhamento simultâneo da XV-1223258 e da XV-1223259 durante óleo fora das especificações.	Perda potencial de nível no vaso TO-1223002A com risco de vazamento de gás e danos à bomba B-1223003A	LSLL-1223033A parando a bomba B-1223003A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	

Contaminação	Alinhamento simultâneo da XV-1223258 e da XV-1223259 durante óleo dentro das especificações (válvula para tanque fora das especificações não fecha/vazamento interno).	Aumento de nível do tanque de óleo fora das especificações TQ-1223501 com possível transporte de líquido pelo coletor de injeção de gás inerte.	LSH-1223501 + LSHH-1223502A + LSHHH-1223502 + LSH-1223504A-2 + LSHH-1223504A-2 + LSHHH-1223504A-2	C	I	T	III	M	I	T	I	T
Contaminação	Trincas nas placas no trocador P-1223005A	Contaminação do óleo tratado com água de resfriamento e envio de óleo fora das especificações para os tanques de carga. Sem consequências relevantes para a segurança.	N/A	D	I	T	II	M	I	T	I	T
Contaminação	Trincas nas placas no trocador P-1223005A	Contaminação da água de resfriamento com óleo tratado e possíveis danos à vedação das bombas de água de resfriamento.	N/A	D	I	T	II	M	I	T	I	T

Temperatura Maior	Incrustações no P- 1223001A	Aumento potencial na temperatura do óleo tratado enviado para os tanques de carga ou tanque de óleo fora de	TSH- 1223022 + TSHH- 1223018	D	I	T	II	M	I	T	I	T	
----------------------	--------------------------------	--	---------------------------------------	---	---	---	----	---	---	---	---	---	--

		especificação com um aumento potencial na liberação de vapores.											
Pressão Maior	Golpe de ariete na partida da bomba B-1223003A	Danos potenciais às placas do permutador P-1223005A.	N/A	D	I	T	III	M	I	T	I	T	
Pressão Maior	Passagem de óleo no lado do casco do trocador P-1223001A com o lado do tubo bloqueado a montante e a jusante	Expansão térmica do lado preso com potencial sobrepressão e perda de contenção do volume preso.	PSV-1223009A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	
Pressão Maior	Passagem de óleo pelo lado quente do trocador P-1223005A com o lado frio bloqueado a montante e a jusante	Expansão térmica do lado preso com potencial sobrepressão e perda de contenção do volume preso.	PSV-1223008A	C	I	T	III	M	I	T	I	T	