

Pós-Graduação

Segurança de Processos



TÉCNICAS DE ANÁLISE DE RISCOS APLICADAS A GESTÃO DE MUDANÇAS EM PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

Emiliano A. Gomes, Liliane G. de Souza, Márcio F. V. da Silveira, Mariana O. Rodrigues e Virgílio C. Rios

RESUMO

Considerado uma das fontes de energia mais importantes da atualidade, é esperado que a produção mundial de petróleo cresça de forma acentuada nos próximos anos. O setor offshore de petróleo e gás vem se destacando à medida que a demanda por combustíveis fósseis continua forte ao mesmo tempo que os países buscam por fontes com menor intensidade de carbono. Do outro lado da balança, a transição energética é um dos principais desafios da humanidade e há um comprometimento para fazer uma migração para fontes renováveis de maneira responsável, impulsionando vidas e com respeito à natureza. Para isso, setor offshore precisa trabalhar fortemente na redução de emissão de carbono até a transição da matriz energética. Diante deste cenário, a demanda por implementação de projetos de melhoria para redução de emissão de carbono em unidades já existentes de produção de petróleo e gás natural está se tornando cada vez mais recorrente. Tais mudanças, caso sejam implementadas sem a devida análise de seus impactos, podem inserir novos riscos desconhecidos, podendo levar a consequências catastróficas. Avaliações inadequadas durante o processo de análise de mudanças podem resultar na violação das bases de projeto de sistemas que foram cuidadosamente projetados ou aumentar o risco de acidente de processo nas operações. A proposta deste trabalho é estabelecer um guia composto por requisitos capazes de avaliar aspectos quanto a planta de processamento, procedimentos e pessoas em uma mudança, além de indicar possíveis técnicas de análise de riscos a serem observadas durante a fase de análise, mitigando assim os riscos de avaliações inadequadas. O guia foi aplicado na análise da mudança de projeto que levou ao acidente da planta de Williams Olefins em Geismar, onde se mostrou capaz de evitar o evento ocorrido caso tivesse sido aplicado durante a fase de análise pela equipe multidisciplinar.

Palavras-chave: Mudança, Riscos e Segurança de Processo.

ABSTRACT

Considered one of the most important sources of energy today, global oil production is expected to grow sharply in the coming years. The offshore oil and gas sector has come into its own as demand for fossil fuels remains strong while countries look for less carbon-intensive sources. On the other side of the scale, the energy transition is one of humanity's main challenges and there is a commitment to make a migration to renewable sources in a responsible way, boosting lives and respecting nature. To achieve this, the offshore sector needs to work hard on reducing carbon emissions until the transition of the energy matrix. Given this scenario, the demand for implementing improvement projects to reduce carbon emissions in existing oil and natural gas production units is becoming increasingly recurrent. Such changes, if implemented without due analysis of their impacts, may introduce new unknown risks, which may lead to catastrophic consequences. Inadequate assessments during the change analysis process can result in violating the design bases of systems that have been carefully designed or increase the risk of process accidents in operations. The purpose of this work is to establish a guide composed of requirements capable of evaluating aspects regarding the processing plant, procedure, and people in a change, in addition to indicating possible risk analysis techniques to be observed during the analysis phase, thus mitigating the risks of inadequate assessments. The guide was applied in the analysis of the project change that led to the accident at the Williams Olefins plant in Geismar, where it proved capable of avoiding the event that occurred if it had been applied during the analysis phase by the multidisciplinary team.

Keywords: *Change, Risk and Process Safety.*

SIGLAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo

APR – Análise Preliminar de Riscos

AQR – Análise Quantitativa de Riscos

ASME – *American Society of Mechanical Engineers*

CCPS – *Center for Chemical Process Safety*

EERA – Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

FMEA – Análise de Modos e Efeitos de Falhas

FMECA – Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas

HAZOP – *Hazard and Operability Study* (Estudo de Perigo e Operabilidade)

HRA - *Human Reliability Analysis* (Análise da Confiabilidade Humana)

IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás *Center for Chemical Process Safety*

LOPA – *Layers of Protection Analysis* (Análise de Camadas de Proteção)

LOPC – *Loss of Primary Containment* (Perda de Contenção Primária)

LV – Lista de Verificação

MOC – *Management of Change* (Gestão de Mudanças)

NA – Não aplicável

NC – Não conforme

OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo

OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*

P&ID – *Piping & Instrumentation Diagram* (Diagrama de tubulação e instrumentação)

PNZ – *Pathway To Net-Zero Emissions* (Caminho para Emissões Zero)

PSM – *Process Safety Management* (Gestão de Segurança de Processo)

PSSR – *Pre-Startup Safety Review* (Revisão de Segurança Pré-partida)

PT – Permissão de Trabalho

RIK – Substituição por especificação equivalente

SGIP – Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços

SGSO – Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional

SGSS – Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional de Sistemas Submarinos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 Objetivo Geral.....	10
1.2 Objetivos Específicos	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Conceito de mudança.....	11
2.2 A importância do gerenciamento de mudança.....	12
2.3 Classificação das mudanças.....	14
2.4 Processo de gerenciamento de mudanças	15
2.5 Técnicas de análise de riscos utilizadas em mudanças	17
2.5.1 Técnicas de avaliação de perigos e análise qualitativa de riscos.....	18
2.5.2 Técnicas de análise quantitativa de riscos e estudos de consequência	19
2.5.3 Fatores humanos e análise de confiabilidade humana.....	20
3. METODOLOGIA	22
4. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA	25
4.1 Concepção do modelo conceitual	25
4.2 Desenvolvendo o guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças	25
4.2.1 Estabelecendo requisitos.....	26
4.2.2 Associando os estudos de riscos relevantes.....	27
4.3 Aplicação do guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças.....	32
4.3.1 Avaliação quanto aos aspectos da Planta de Processamento.....	35
4.3.2 Avaliação quanto aos aspectos de Procedimentos e Documentação	37
4.3.3 Avaliação quanto aos aspectos de Pessoas	38
4.3.4 Resultados da utilização do guia	39
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS	42
ANEXO 1	45

1. INTRODUÇÃO

Entre as últimas décadas do século XX e o início do século XXI, o mundo foi marcado por acidentes de grandes proporções na indústria química. Eventos como o de *Nypro* em *Flixborough* (CCPS, 2004), *Union Carbide* em *Bhopal* (CCPS, 2009), plataforma *Piper Alpha* no Mar do Norte (CCPS, 2013), plataformas P-36 (ANP, 2001) e FPSO cidade de São Mateus no Brasil (ANP, 2015) são alguns exemplos de acidentes com impactos significativos a vida humana e ao meio ambiente.

Com a corrida de grandes empresas em busca do “ouro negro”, estimuladas pela alta demanda energética, grandes investimentos na área e alto retorno financeiro, a indústria do Óleo e Gás desencadeou um processo de desenvolvimento tecnológico exponencial. Com o avanço tecnológico, a exploração e produção de petróleo se estendeu para as áreas marítimas, plantas de processamento de petróleo ficaram maiores e as operações mais complexas.

No Brasil, a indústria do petróleo iniciou sua exploração offshore na década de 70, quando foram construídas as primeiras plataformas fixas tipo jaqueta. Atualmente, segundo dados publicados no site da ANP (2023), existem 69 unidades marítimas em produção.

Considerada uma das fontes de energia mais importantes da atualidade, espera-se que a demanda mundial de petróleo cresça 2,2 mb/d (milhões de barris por dia) em 2024, chegando a uma média de 102,0 mb/d, conforme relatório da Opep (Organização dos Países Exportadores de Petróleo), emitido em 10 de agosto de 2023.

Segundo dados do IBP, (Figura 1) desde 2013, quando a produção nacional de petróleo apresentou um crescimento acentuado. O setor offshore de petróleo e gás vem se destacando à medida que a demanda por combustíveis fósseis continua forte ao mesmo tempo que os países buscam por fontes com menor intensidade de carbono.

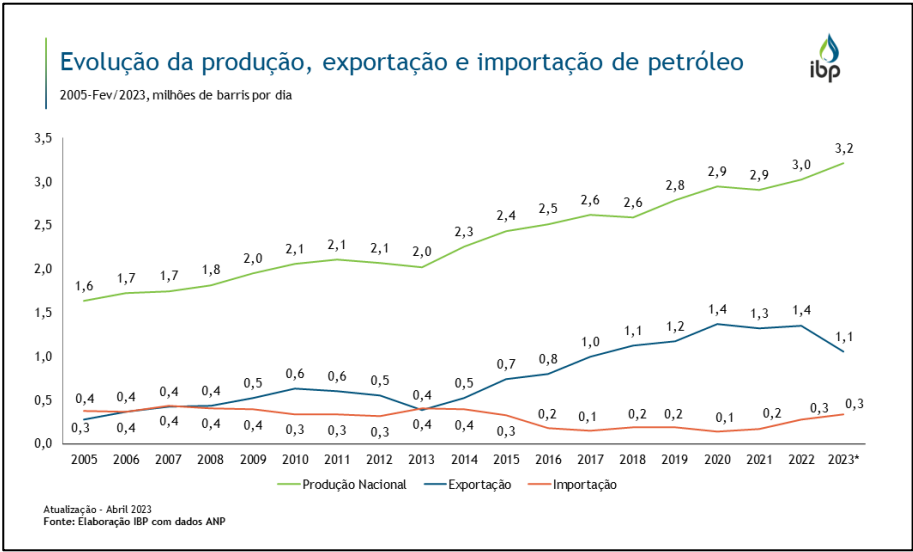


Figura 1: Gráfico da evolução da produção, exportação e importação de petróleo (IBP, 2023)

No contexto mundial, novos investimentos neste setor devem alcançar cerca de US\$ 214 bilhões nos próximos dois anos.

O principal motor desse crescimento será o Oriente Médio, que pela primeira vez irá liderar os gastos em exploração e produção offshore, sendo impulsionados por projetos grandiosos no Catar, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos. O Brasil também será um dos destaques em investimentos em 2023, (Figura 2), atraindo cerca de US\$ 23 bilhões.

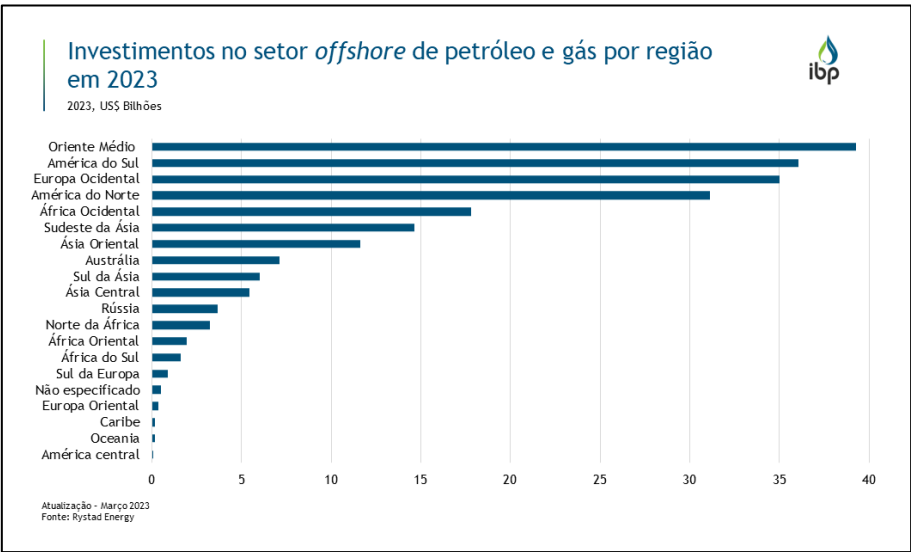


Figura 2: Investimentos no setor offshore de petróleo e gás por região (IBP, 2023)

Com o aumento da demanda de exploração e produção de petróleo, somado aos investimentos e avanço tecnológicos, cada vez mais as unidades de produção deste setor ficam maiores e com operações mais complexas.

Do outro lado da balança, a transição energética é um dos principais desafios da humanidade e há um comprometimento para fazer uma migração para fontes renováveis de maneira responsável, impulsionando vidas e com respeito à natureza. A matriz energética do planeta está em transformação e novas soluções de baixo carbono estão em desenvolvimento, mas as fontes de energia do presente têm e terão um papel importante nessa jornada.

Segundo o relatório da *Energy Transition Outlook 2023* (DNV, 2023), com a implantação do modelo *Pathway To Net-Zero Emissions* (PNZ) devemos alcançar um sistema energético líquido zero até 2050 para limitar o aquecimento global a 1,5 graus.

Diante deste cenário, são necessários cortes imediatos e permanentes na utilização de combustíveis fósseis para manter viva a esperança de atingir 1,5°C. Durante esse momento de transição, todas as ações para redução de emissões são importantes, pois é crucial permanecer o mais abaixo possível dos 2°C.

A previsão é que as emissões de CO₂ atinjam níveis recorde em 2023, porém deverão diminuir 19% em até 2030 (Figura 3).

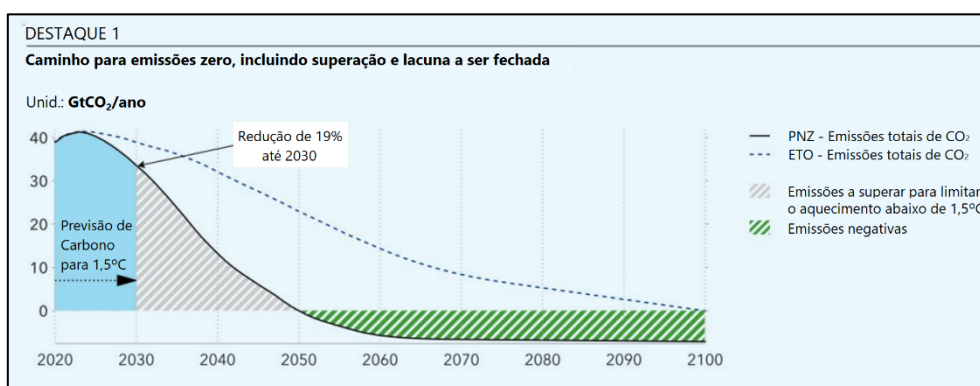


Figura 3: Caminho para emissões zero, incluindo ações de superação (DNV, 2023)

Para isso, setor de indústria óleo e gás precisa trabalhar fortemente na redução de emissão de carbono até a transição da matriz energética. Portanto a demanda por implementação de projetos de melhoria para redução de emissão de carbono nas unidades de produção se torna cada vez mais recorrente.

Ao ser projetada e construída, toda unidade marítima é avaliada criteriosamente objetivando a identificação e mitigação de todos os riscos referentes à sua operação considerando o cenário da época de seu projeto. Ao longo da sua fase de operação, com os avanços tecnológicos e novos estudos socioambientais podem tornar aquele projeto obsoleto, surgindo a necessidade de adequações e/ou atualizações.

Problemas como falha no projeto, adequação ao cenário do reservatório, aumento da produção ou necessidade de implementação de melhorias para atender novos requisitos regulatórios, podem gerar alterações no risco e na confiabilidade dos sistemas da unidade. A implementação destas mudanças, caso sejam negligenciadas, podem levar a consequências catastróficas.

De forma a regular a atividade em território brasileiro, através da Agência Nacional de Petróleo (ANP), foram estabelecidas práticas de gestão para assegurar a integridade nas operações de exploração e produção de petróleo e gás natural.

Atualmente, a agência mantém publicado 3 regulamentos técnicos voltados para área, sendo o primeiro deles o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), o segundo é o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional de Sistemas Submarinos (SGSS) e o terceiro é o Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP).

Tais regulamentos estabelecem requisitos voltados para gestão de pessoas, instalações e práticas operacionais (procedimentos). Neste trabalho o principal tema abordado é referente a Prática de Gestão N°16 – Gerenciamento de Mudanças do SGSO (ANP, 2007).

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, após a introdução do tema e apresentação dos objetivos é feita a fundamentação teórica, onde são apresentados os

conceitos e teorias que embasam o tema abordado. Em seguida, o capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada, detalhando as etapas seguidas e as justificativas para tais escolhas. A seção de aplicação da ferramenta apresenta aplicação da metodologia desenvolvida e seus os principais achados, bem como sua análise e interpretação. Por fim, é feita a conclusão, sintetizando todos os pontos abordados ao longo do estudo.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é estabelecer um guia para padronizar a identificação de aspectos e impactos de uma mudança física em uma instalação de produção típica, durante sua fase de análise.

1.2 Objetivos Específicos

- Descrever o conceito de mudança, apresentando suas classificações e enfatizando a importância do seu gerenciamento;
- Lista as técnicas de análise de riscos normalmente envolvidas em mudanças de operações e tecnologia na indústria do óleo e gás;
- Estabelecer um guia composto por requisitos capazes de avaliar aspectos e identificar os impactos de uma mudança de operações e tecnologia, e indicar possíveis técnicas de análise de riscos a serem observadas;
- Aplicar o guia em um exemplo de mudança permanente de operações e tecnologia, para identificar quais análises de risco seriam mais adequadas para avaliar os cenários.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito de mudança

Quando pensamos em mudança, o conceito que mais se destaca é o de aspecto de alteração ou variação de uma situação, condição, prática ou processo preexistente. O estabelecimento de rotinas e sequências de operações é uma característica muito importante no processo industrial, tanto do ponto de vista da produtividade quanto da proteção de pessoas, equipamentos e do meio ambiente.

As Diretrizes para Gerenciamento de Mudança para Segurança de Processo (CCPS, 2019) sugerem definições mais claras sobre o conceito abordado, estabelecendo o termo “mudança” como:

“Mudança. Qualquer adição, modificação de processo ou substituição de item (p. ex, pessoa ou coisa) que não representa uma substituição por especificação equivalente (RIK)”. CCPS (2019).

Na mesma terminologia, é considerada como “Substituição por especificação equivalente (RIK)” para as substituições de mesma natureza:

“Substituição por especificação equivalente (RIK). Um item (equipamento, produtos, químicos, procedimentos, estruturas organizacionais, pessoas etc.) que atende às especificações originais de projeto, se estas existirem, do item que está sendo substituído. Pode ser uma substituição idêntica ou qualquer outra equivalente conforme as especificações de projeto, contanto que a alternativa não afete negativamente a função ou segurança do item, ou itens associados.” CCPS (2019).

Essa forma, podemos concluir que uma mudança consiste em uma alteração permanente ou temporária na tecnologia, nas instalações, em procedimentos ou na força de trabalho, própria ou contratada, que modifique o risco ou a confiabilidade de um sistema. Como exemplos, podemos citar:

- Utilização de tubulação de diferente diâmetro ou classe de pressão;
- Alterações nos níveis máximos e mínimos de projeto;

- Execução de tarefas cobertas por procedimento escrito e parcialmente seguido.

No que diz respeito à mudança, há ainda uma distinção a fazer. Quando estamos diante de uma pequena mudança na instalação ou na tecnologia, que possa ser realizada com pouco recurso, normalmente sem projeto, e que aparentemente não impacta os processos, mas que, na realidade, possa alterar o risco ou a confiabilidade de um sistema, estamos diante de uma mudança sutil.

2.2 A importância do gerenciamento de mudança

Com base na reflexão anterior, é possível verificar elementos conceituais para analisarmos a importância do gerenciamento de mudanças. O Gerenciamento de Mudança (MOC - *Management of Change*) consiste em:

“Uma forma mais estruturada e planejada de promover as mudanças dentro das organizações, através da aplicação e utilização de técnicas e metodologias que objetivam auxiliar os gestores a administrar as mudanças necessárias nas operações e processos produtivos.” (SOUZA, 2003)

“As avaliações de MOC focam em mudanças autênticas e não em substituições por especificações equivalentes (RIKs).” (CCPS, 2019)

Esse conceito chama a atenção para o fato de que a introdução de mudanças, sobretudo em processos de produção, implica em uma adaptação ao novo e pode gerar insegurança e instabilidade, mesmo que as alterações sejam percebidas por todos os envolvidos como favoráveis. Deve-se ressaltar que a mudança pode, inclusive, estar restrita a um período de tempo determinado ou a uma situação passageira.

“MOC é um dos elementos mais importantes de um sistema de gerenciamento de segurança de processo (PSM).” (CCPS, 2019)

Mudanças implementadas de forma inadequada podem afetar a segurança da força de trabalho e/ou da comunidade, trazer impactos ao meio ambiente, ou até mesmo resultar em interrupções significativas das atividades da empresa. O cuidado em evitar a

ocorrência de acidentes com causas introduzidas por mudanças e de reduzir os custos das atividades de produtivas motiva as companhias a criarem um sistema de MOC eficaz, que lhes permitem manterem-se competitivas, e no rumo do crescimento. (CCPS, 2019)

Entender os riscos envolvidos na operação de uma mudança ajuda a companhia a decidir como modelar seus processos de PSM, sendo a parte mais importante para determinação do tipo, capacidade e confiabilidade do sistema de MOC.

É importante observar que um dos pilares do sistema de gerenciamento de segurança de processo de Gestão da Segurança de Processos Baseada em Riscos (RBPS) é a Gestão de Mudanças ou MOC (“Management of Change”), conforme Figura 4.

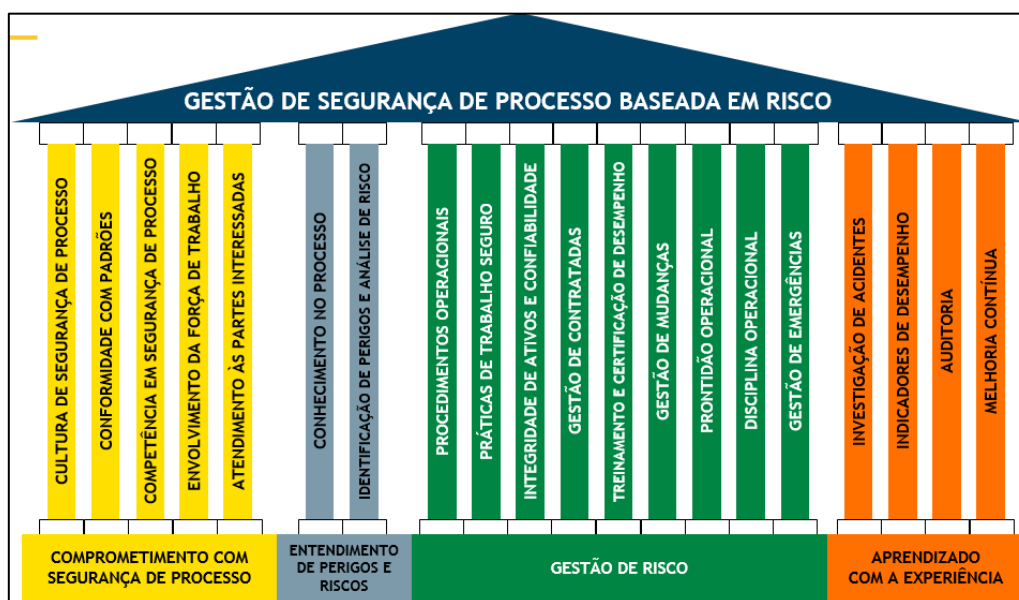


Figura 4: Pilares de gestão de Segurança de Processos (CCPS. 2014)

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), em seu Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO), “mudanças nas instalações, procedimentos ou pessoal, devem ser avaliadas e gerenciadas de forma que os riscos advindos dessas operações permaneçam em níveis aceitáveis” (ANP, 2007). Sendo assim, é fundamental avaliar adequadamente os impactos na produção e na segurança de pessoas, equipamentos e meio ambiente. A partir disso, deve-se planejar o melhor momento e a forma menos impactante de deflagrar o processo, de disseminar informações entre os responsáveis em todas as instâncias envolvidas, desde os níveis gerenciais até os

operacionais. Também é fundamental acompanhar o processo, identificando e providenciando ajustes que se façam necessários.

2.3 Classificação das mudanças

Geralmente uma mudança está associada à solução de um problema específico ou um conjunto de condições a serem alteradas. A classificação das mudanças reflete essa diversidade. É possível referir-se a mudanças em equipamentos, ambientes, tecnologias, processos e até de força de trabalho.

A classificação adequada de uma mudança possibilita a seleção da melhor estratégia durante as fases de planejamento, implementação e acompanhamento, além da identificação dos riscos que devem ser devidamente analisados e mitigados.

Em algumas empresas de petróleo, as mudanças são classificadas conforme o tipo e a temporalidade.

Classificação quanto ao Tipo:

- Mudança de equipamento de processo;
- Mudança de controle de processo;
- Mudança de operações e tecnologia;
- Mudança nos procedimentos;
- Mudança na inspeção, teste e manutenção preventiva, ou requisitos de reparação;
- Mudança da infraestrutura da planta;
- Mudança organizacional e de equipes;
- Mudança de política;
- Mudança de outros elementos do sistema de PSM;
- Outras mudanças.

Classificação quanto a Temporalidade:

- Mudança permanente
- Mudança temporária
- Mudança de emergência

2.4 Processo de gerenciamento de mudanças

Segundo o CCPS (2019) uma companhia deve abordar princípios no seu processo de gerenciamento de mudanças de modo a garantir que prática de MOC seja confiável, que ela permita identificar potenciais situações de mudanças, que os possíveis impactos sejam avaliados e que haja aprovação adequada durante a sua implementação.

A implementação de uma mudança geralmente é realizada pela força de trabalho da instalação ou equipe contratada envolvida no projeto, engenharia, construção, operação ou manutenção. Para que seja autorizada a sua execução, uma mudança deve ter os seguintes requisitos atendidos:

- Atualização de registros;
- Comunicação das mudanças para as partes interessadas;
- Definir medidas de controle de riscos;
- Manter os registros de MOC.

Conforme o tipo de mudança a ser implementada (lista das classificações de mudança no item 2.3), a equipe de análise deve definir as avaliações, ações e aprovações necessárias. Para suportar estas decisões, a equipe deve usar os critérios estabelecidos por sua companhia a respeito do nível de autoridade exigido para aprovar certos tipos de mudanças. Porém o processo de gerenciamento de mudanças (MOC) da companhia deve conter, no mínimo, as cinco etapas abaixo:

- Avaliação Inicial;
- Avaliação da Classificação;
- Avaliação de Perigo;
- Avaliação de Autorização;
- Avaliação de Encerramento.

As etapas em questão têm como objetivo avaliar se a mudança é realmente necessária, se sua avaliação de perigos e impactos será corretamente aplicada de acordo

com a sua natureza, se a avaliação de perigos e impactos atenderá a todos os requisitos PMS, se ela terá a autorização compatível com sua complexidade e as ações pós-implementação estão completas. Na Figura 5 podemos ver um exemplo de fluxograma para um processo de MOC simples:

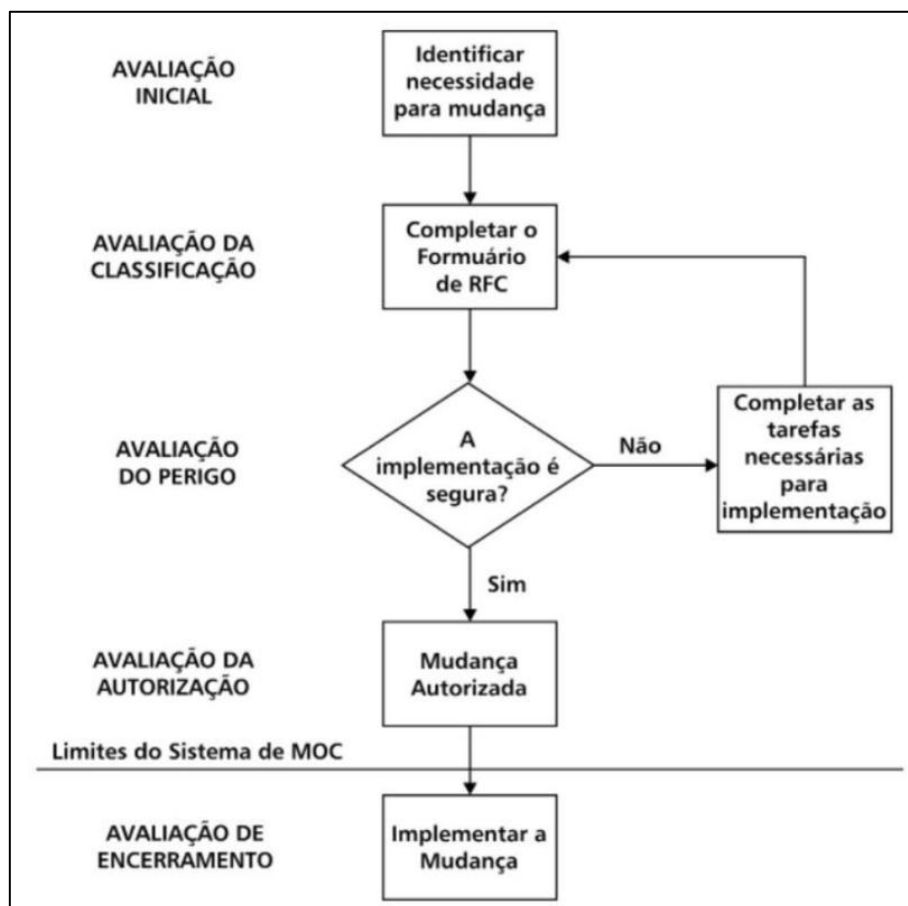


Figura 5: Fluxograma do Sistema de MOC (CCPS, 2019)

Um dos aspectos mais importantes nas avaliações de MOCs está na avaliação de perigos e impactos associados às mudanças propostas. A equipe envolvida na análise deve determinar quais as técnicas de análises de riscos mais adequadas para avaliar cada tipo de mudança e propor ações mitigadoras. A falta de orientações para a seleção de técnicas de análises de riscos apropriadas para avaliar os efeitos potenciais de uma determinada mudança pode resultar em eventos não desejáveis de grandes proporções.

2.5 Técnicas de análise de riscos utilizadas em mudanças

Todo investimento de uma empresa com plantas de processo ou linhas de produção complexa exige uma análise criteriosa do grau de perigo e dos riscos envolvidos em suas operações.

Os eventos ocorridos em Bhopal (CCPS, 2009) e Chernobyl (WNA, 2022) são dois exemplos de acidentes que marcaram a história com impactos ambientais e sobre o modelo de vida das populações envolvidas. Essas e outras tragédias despertaram na população, dirigentes e especialistas, a consciência de que algo precisaria ser feito, no sentido preventivo, para minimizar o risco de novas tragédias de tamanha gravidade e, também, as perdas econômicas das indústrias.

Os investimentos nos diversos setores da indústria petrolífera fizeram com que se desenvolvessem técnicas voltadas para a identificação de perigo e estimativas de riscos e consequentes impactos à saúde de pessoas, ao meio ambiente e às instalações. Essas medidas foram organizadas e incorporadas como instrumento para a avaliação dos riscos em atividades industriais, sobretudo nos setores da química e petroquímica, e também na indústria de energia.

Uma das principais etapas do processo de gerenciamento de mudança (MOC) é a identificação de novos perigos que possam estar sendo introduzidos ou agravando algum risco pré-existente no processo. Para isso as companhias/instalações devem adotar e implementar protocolos de avaliação adequados para tipos de mudanças relevantes. (CCPS, 2019)

Em linhas gerais, a avaliação de risco deve considerar:

- Mecanismos que permitam identificar e avaliar a frequência e as consequências de eventos indesejáveis, visando a sua prevenção e/ou a máxima redução de seus efeitos;
- Mecanismos para a priorização dos riscos, ou seja, após a análise comparativa de cenários acidentais, se estabelece uma gradação dos riscos categorizados em uma escala com três níveis: não tolerável, moderado e

tolerável. Esses mecanismos incluem, ainda, a documentação, a comunicação e o acompanhamento das medidas adotadas para controlá-los;

- Incorporação de processos de Avaliação de Riscos em todas as fases do empreendimento, incluindo os relacionados à proteção da força de trabalho, das instalações e do meio ambiente;
- Realização de Avaliação de Riscos periódica ou à medida que se identifiquem mudanças nos processos e instalações.

A seguir serão apresentadas as técnicas de avaliação de perigos, avaliação de riscos qualitativos e quantitativos que normalmente devem ser observadas e aplicadas em gerenciamento de mudanças. É importante ressaltar que não faz parte do objetivo deste trabalho demonstrar como são elaboradas as técnicas de análises, e sim quais delas devem ser observadas durante o planejamento de uma mudança.

2.5.1 Técnicas de avaliação de perigos e análise qualitativa de riscos

As técnicas de avaliação de perigos e análise qualitativa de riscos caracterizam-se por serem análises baseadas no uso da experiência dos profissionais envolvidos, portanto, por utilizar os dados de análise subjetiva e o grau de experiência dos empregados convocados a participar da avaliação de riscos. (CCPS, 2023)

A aplicação dessas técnicas consiste em duas etapas distintas: primeiro, a identificação dos perigos do processo; segundo, a avaliação se as salvaguardas existentes ou propostas são adequadas para controlar esses perigos.

Algumas dessas técnicas são baseadas em experiências e outras possuem natureza preditiva, como por exemplo os estudos de APR, HAZOP e FMEA que dispõem de critérios para avaliação dos riscos envolvidos. Tais análises possuem natureza preditiva e permitem classificar os cenários de acordo com o grau de importância e estabelecer os cenários acidentais que necessitam de maior atenção. Após o perigo ser mapeado, a equipe de execução destes estudos deve identificar as causas da perda de contenção, para

cada cenário accidental. Ao agrupar várias causas em um mesmo cenário, a equipe de execução deve certificar-se de que todas as salvaguardas preventivas listadas são aplicáveis a todas as causas do cenário e que para cada par “causa-consequência” a frequência e a severidade são as mesmas.

No Quadro 1 estão listadas as técnicas de identificação de perigos e análises de riscos qualitativas normalmente utilizadas em mudanças operacionais e tecnologia.

Quadro 1: Técnicas de identificação de perigos e análises de riscos qualitativas normalmente utilizadas em mudanças operacionais e tecnologia

Finalidade	Técnicas aplicáveis
Identificação de Perigos	Análise de <i>What if</i>
	Lista de Verificação (LV)
	Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)
	Análise Preliminar de Riscos (APR)
	Análise de Modos, Efeitos de Falhas (FMEA)
Análise qualitativa de riscos	Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)
	Análise Preliminar de Riscos (APR)
	Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMECA)

Durante a avaliação de uma mudança é possível utilizar técnicas combinadas para avaliar mudanças de operações e tecnologia durante a fase de operação de uma instalação. O apêndice A do livro Diretrizes para Elaborar Procedimentos para Avaliação de Perigos (CCPS, 2023) apresenta exemplos de aplicação de análise de “*what if*” combinada com a técnica de “lista de verificação” para avaliar perigos.

2.5.2 Técnicas de análise quantitativa de riscos e estudos de consequência

De forma sucinta, a avaliação quantitativa é o resultado numérico das informações obtidas através da análise qualitativa. A partir dos estudos quantitativos é possível chegar ao cálculo da frequência de ocorrência e das consequências dos eventos em questão apresentados em dados objetivos dos cenários accidentais analisados.

Os cenários acidentais são baseados nos cenários acidentais identificados pelos estudos qualitativos. Nos estudos quantitativos substitui-se dos critérios qualitativos pela análise numérica, mais precisa e baseada em critérios de engenharia e modelos matemáticos. O estudo se inicia extraído da Análise Preliminar de Riscos (APR) os principais cenários de riscos identificados na Unidade.

Os estudos quantitativos são desenvolvidos a partir da utilização de softwares matemáticos que geram planilhas, gráficos, simulações, ou seja, dados que projetam o cenário de acidentes e podem contribuir, portanto, para a antecipação de ações preventivas.

No Quadro 2 estão listadas as Técnicas de análises de riscos quantitativas e estudos de consequências utilizados normalmente em mudanças operacionais e tecnologia.

Quadro 2: Técnicas de análises de riscos quantitativas e estudos de consequências utilizados normalmente em mudanças operacionais e tecnologia

Finalidade	Técnicas aplicáveis
Avaliação quantitativa de riscos	Análise Quantitativa de Riscos (AQR/QRA)
Avaliação semiquantitativa de riscos	Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
Estudos de consequências e outros estudos	Estudo de Colapso
	Estudo de Dispersão de Gases Inflamáveis, tóxicos e fumaça
	Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
	Estudo de Explosão
	Estudo de Propagação de Incêndio
	Estudo de Queda de Objetos

2.5.3 Fatores humanos e análise de confiabilidade humana

Embora os novos projetos estejam sendo entregues com um alto nível de automação, o operador de processo ainda tem a responsabilidade geral pela operação segura e econômica do processo. Portanto a função do operador ainda é considerada vital para operação da planta de forma que o controle seja mantido quando possível, e a seja tomada ações quando necessário para evitar um evento de perda.

Neste sentido, o desempenho humano confiável é necessário para o sucesso de sistemas homem-máquina e é influenciado por vários fatores. Esses fatores de modelagem de desempenho podem ser atribuídos internos como estresse, estado emocional, treinamento e experiência, ou fatores externos como horas de trabalho, ambiente, ações dos supervisores, procedimentos e interfaces de *hardware*.

Fatores humanos é uma disciplina que busca adequar os projetos de máquinas, operações e ambientes de trabalho com às capacidades, limitações e necessidades humanas (CCPS, 2023). A Análise de Confiabilidade Humana (HRA - *Human Reliability Analysis*) é indicada para identificar situações prováveis de erro que podem causar ou levar a incidentes durante a execução de tarefas pelo operador de processo. Ela pode ser utilizada para identificar potenciais causas de erros humanos e seus efeitos, podendo ser utilizada combinada com outras técnicas de avaliação de perigos.

3. METODOLOGIA

A proposta deste trabalho é estabelecer um guia para identificação de aspectos e impactos de uma mudança física em uma instalação marítima de produção de petróleo típica. Este guia é composto por requisitos capazes de identificar possíveis impactos de forma minuciosa e indicar possíveis técnicas de análise de riscos que devem ser observadas, elaboradas e/ou revisadas durante a fase de análise de uma mudança, a fim de garantir que os perigos potenciais sejam devidamente tratados.

O primeiro passo foi estabelecer pilares para balizar a definição dos aspectos mais relevantes a serem observados durante a avaliação de impactos, conforme Figura 6:



Figura 6: Pilares de Balizamento do Modelo Conceitual

Para cada pilar o grupo estabeleceu direcionadores através da técnica de brainstorming, com o objetivo de identificar os itens importantes a serem considerados pelos requisitos que irão compor o guia. Como os pilares e direcionadores definidos, o

grupo definiu um modelo orientador para estabelecer os requisitos. O modelo definido foi inspirado na metodologia de análise “espinha de peixe” (Diagrama de Causa e Efeito).



Figura 7: Estrutura do Modelo Conceitual

Para o desdobramento dos direcionadores referentes ao pilar “planta de processamento” foi utilizado como referência as camadas de proteção LOPC - *Loss of Primary Containment* (Figura 8).

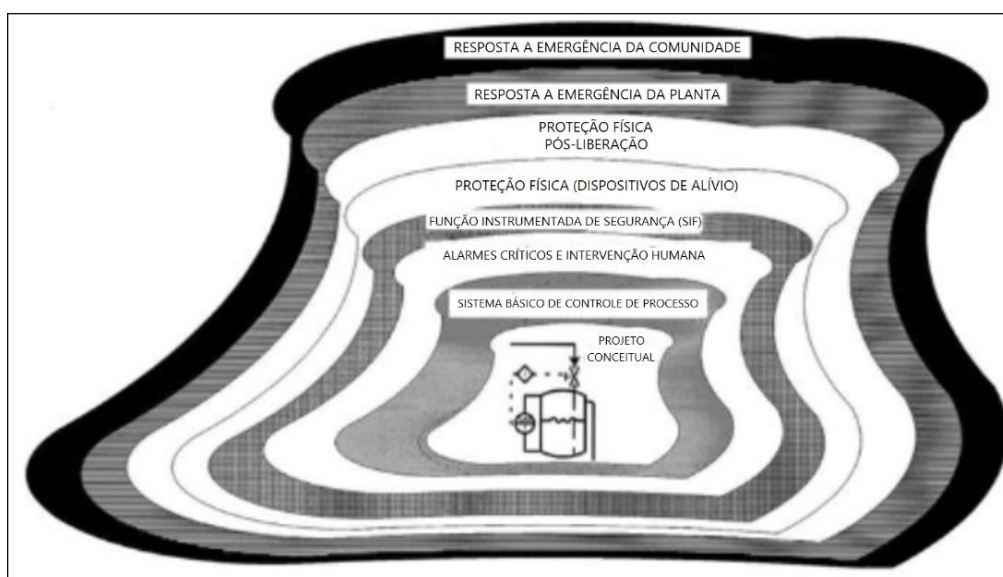


Figura 8: Camadas de proteção contra um possível acidente (CCPS, 2021)

Para o desdobramento dos direcionadores dos demais pilares foram elencados processos típicos do sistema produtivo de unidades marítimas de produção.

Dentre outras potenciais aplicações do guia, o grupo selecionou o acidente na planta de Williams Olefins em Geismar, Louisiana (CSB, 2016), que teve com uma de suas causas raízes para o evento a falha no gerenciamento de mudanças. É importante ressaltar que não é objetivo deste trabalho fazer uma análise do acidente, mas sim a aplicação do guia, realizando uma análise reversa, para identificação dos aspectos da mudança que foi realizada na planta e indicação das análises de riscos que deveria ter sido revistas antes da sua efetiva implementação.

4. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

4.1 Concepção do modelo conceitual

Após a definição dos direcionadores (através da técnica de *brainstorming*), foi possível estabelecer um modelo conceitual (Figura 9) para a confecção do guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças. Os direcionadores apresentados no modelo servirão com balizadores na definição dos requisitos durante a etapa de resultados e discussão deste trabalho.



Figura 9: Modelo Conceitual de Análise de Mudança

Os direcionadores contidos no modelo são tópicos amplamente conhecidos na indústria do petróleo e foram escolhidos pelo grupo que desenvolveu o trabalho através do seu grau de relevância.

4.2 Desenvolvendo o guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças

O guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças consiste um conjunto de requisitos estabelecidos a partir do modelo conceitual apresentado na Figura. Este

trabalho optou em apresentar o guia no formato lista de verificação (LV) por entender-se que a análise de uma mudança deve possuir uma ferramenta que permitam avaliações concisas, claras e objetivas para a redução da probabilidade de erro humano.

Da mesma forma que o modelo conceitual, o guia possui blocos separados por pilares, definidos por meio da relevância dos mencionados itens com relação ao gerenciamento de mudança física em uma instalação marítima de produção. Importante destacar que o guia foi elaborado com o foco em mudanças físicas realizadas em instalações marítimas de produção, objeto deste trabalho.

4.2.1 Estabelecendo requisitos

Para cada direcionador foram estabelecidos requisitos mínimos que devem ser considerados durante a análise de uma mudança. Eles consistem em perguntas que devem ser observadas junto com elementos e/ou parâmetros que possam ser possivelmente impactos durante a implementação da mudança. Tais perguntas têm o intuito de estimular a equipe multidisciplinar a avaliar os aspectos mais relevantes, direcionando tais avaliações para as análises de riscos mínimas que devem ser observadas nesta fase.

Ao realizar uma mudança em uma instalação é importante avaliar o impacto global da alteração em questão de forma a mitigar todos os riscos envolvidos. Portanto é necessário verificar, além dos aspectos locais referente à modificação, mas também os impactos nos processos adjacentes ao local de origem. A alteração de um determinado parâmetro de processo ou rotina de um operador pode acarretar no desenquadramento de um determinado produto, conseqüentemente, podendo causar um acidente ou prejuízos financeiros a companhia. Acidentes da indústria química nos mostraram que, algumas vezes, elementos ou parâmetros de processos podem ser alterados sem a devida observância de todos os estudos de riscos de referência da unidade pertinentes ao novo cenário da modificação.

A lista de requisitos foi estabelecida com base no modelo conceitual estabelecido na metodologia deste trabalho. Na Figura 10 podemos observar, como exemplo, que para cada pilar estabelecido no modelo (destacado na cor azul) foi desdobrada uma lista de requisitos (destacada na cor vermelha).

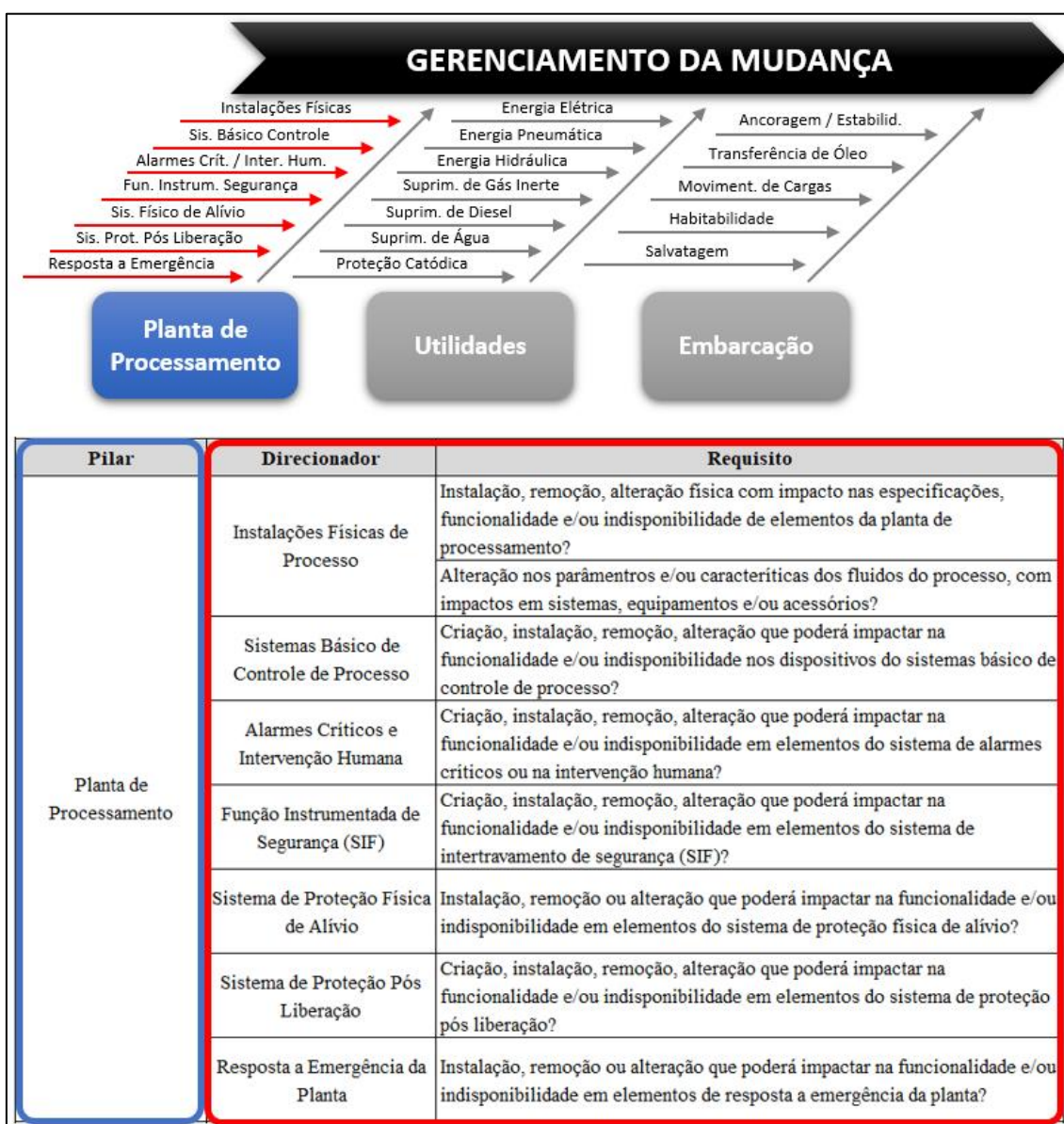


Figura 10: Pilar “Planta de Processamento” desdobrada do modelo conceitual para os requisitos de avaliação

4.2.2 Associando os estudos de riscos relevantes

Conforme visto no item 2.5.1 deste trabalho, os estudos qualitativos caracterizam-se por serem análises baseadas na experiência profissional dos envolvidos. Portanto, utilizam dados de análise subjetiva e o grau de experiência dos empregados convocados a participar da avaliação de riscos definem o nível de profundidade da avaliação dos riscos. Por serem técnicas que consideram vários referenciais pré-estabelecidos, são amplamente aplicadas nas avaliações de riscos de mudanças. Porém, é importante ressaltar que as análises quantitativas e os estudos de consequência não devem ser

ignorados, principalmente quando tratamos de instalação, remoção e alteração em elementos de segurança de processo.

Considerando os elementos e/ou parâmetros envolvidos em cada requisito do guia, o grupo elencou uma lista de possíveis estudos de riscos que devem ser observados no caso de aplicabilidade daquele requisito específico. Os estudos indicados no guia têm um intuito de fornecer uma referência de consulta de possíveis cenários impactados pela mudança em análise e pode sugerir a aplicação de novos estudos de risco ou revisão deles. É importante esclarecer que relação de estudos indicado no guia se trata de uma lista sugerida, não limitando a necessidade de consulta e/ou revisão de outros estudos de riscos não citados no requisito.

A seleção dos estudos relacionados no guia dependerá dos elementos e/ou parâmetros impactados pela mudança. Portanto a quantidade de estudos e documentos a serem analisados e/ou revisados dependerá da complexidade da mudança proposta. Os quadros 3, 4, 5, 6, 7 e 8 relacionam os requisitos estabelecidos através do modelo conceitual e a lista mínima dos estudos de riscos a ser observados durante o planejamento.

➤ Planta de Processamento

Quadro 3: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Planta de Processamento"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Instalações Físicas de Processo	Instalação, remoção, alteração física com impacto nas especificações, funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos da planta de processamento?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise Quantitativa de Riscos (AQR)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Análise de <i>What if</i>
	Alteração nos parâmetros e/ou características dos fluidos do processo, com impactos em sistemas, equipamentos e/ou acessórios?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise Quantitativa de Riscos (AQR)
Sistemas Básico de Controle de Processo	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade nos dispositivos do sistema básico de controle de processo?	Análise de <i>What if</i>
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
Alarmes Críticos e Intervenção Humana	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de alarmes críticos ou na intervenção humana?	Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Confiabilidade Humana (HRA)

Função Instrumentada de Segurança (SIF)	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de intertravamento de segurança (SIF)?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Sistema de Proteção Física de Alívio	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção física de alívio?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Sistema de Proteção Pós Liberação	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção pós liberação?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Estudo de Dispersão de Gases
		Estudo de Explosão
		Estudo de Propagação de Incêndio
		Estudo de Colapso
Resposta a Emergência da Planta	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de resposta a emergência da planta?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Estudo de Dispersão de Gases
		Estudo de Explosão
		Estudo de Propagação de Incêndio
		Estudo de Colapso

➤ Utilidades

Quadro 4: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Utilidades"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Energia Elétrica	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de geração principal, auxiliar e/ou de emergência?	Análise de <i>What if</i>
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Energia Pneumática	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de energia pneumática?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Energia Hidráulica	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de energia hidráulica?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)

Suprimento de Gás Inerte	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de Suprimento de Gás Inerte?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Suprimento de Diesel	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de Suprimento de Diesel?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Suprimento de Água	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos do sistema de suprimento de água industrial e potável?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Proteção catódica	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade dos sistemas de proteção catódica?	Análise de <i>What if</i>
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)

➤ Embarcação

Quadro 5: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Embarcação"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Estabilidade e Ancoragem	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na manutenção da estabilidade da plataforma?	Análise de <i>What if</i>
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de ancoragem.	Análise de <i>What if</i>
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Transferência de Óleo	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de transferência de óleo (off-loading)?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Movimentação de Cargas	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de Movimentação de Cargas?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Queda de Objetos
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Habitabilidade	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos para condições mínimas de habitabilidade?	Análise de <i>What if</i>
		Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
Salvagem	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)

	elementos de suporte a evacuação, resgate e abandono?	Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Estudo de Queda de Objetos
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)

➤ Local de Trabalho

Quadro 6: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Local de Trabalho"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Sinalização	Instalação, remoção ou alteração de sinalização?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
Arranjo / Acessos	Alteração no arranjo e/ou criação, remoção e alteração de acessos?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Dispersão de Gases
		Estudo de Explosão
		Estudo de Propagação de Incêndio
		Estudo de Queda de Objetos
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
Proteção Coletiva	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de proteção coletiva?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
Armazenamento	Criação, remoção ou alteração em local para armazenamentos de materiais e/ou produtos?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Explosão
		Estudo de Propagação de Incêndio
		Estudo de Queda de Objetos
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
Tratamento de Resíduo	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos do sistema de tratamento de resíduo?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)

➤ Procedimentos e Documentação

Quadro 7: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Procedimento e Documentação"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Procedimentos Operacionais	Criação, exclusão ou alteração em procedimentos operacionais?	Análise de <i>What if</i>
		Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
Procedimentos de Emergência	Criação, exclusão ou alteração em procedimentos de emergência?	Análise Preliminar de Riscos (APR)
		Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)
		Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)

Padrões Corporativos	Atendimento, criação, exclusão ou alteração em padrões corporativos?	Não Aplicável
Requisitos Legais	Atendimento a requisitos legais e/ou necessidade de autorização de entidades regulatórias?	Não Aplicável
Documentos de Engenharia e Segurança	Criação, exclusão ou alteração (as built) na documentação de engenharia da unidade e/ou de segurança operacional?	Obs.: Os documentos a serem revisados neste requisito são consequência das alterações proposta pela mudança, servido como referência para elaboração e/ou revisão dos estudos de riscos citados neste formulário.

➤ Pessoas

Quadro 8: Estudos de riscos por requisitos do pilar "Pessoas"

Direcionador	Requisito	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Comunicação	Necessidade de comunicação para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Não Aplicável
Treinamento	Necessidade de treinamento para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
Dimensionamento	Criação, extinção ou alteração em postos de trabalho?	Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
		Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)

4.3 Aplicação do guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças

O guia deve ser aplicado durante a fase de planejamento de uma mudança, servindo como ferramenta de identificação de aspectos e guia na avaliação das técnicas de análises de riscos pertinentes a cada impacto identificado. Cabe ressaltar que esta ferramenta deverá ser utilizada como um guia durante a análise, não se limitando aos requisitos contidos na lista.

Para sua aplicação, uma equipe multidisciplinar deve ser formada e deve tipicamente constituir dos seguintes membros, mas não limitados a:

- Engenheiro de Segurança de Processo;
- Engenheiro de Processos;
- Engenheiro de Segurança do Trabalho;
- Representantes de operação;
- Representantes das demais disciplinas técnicas envolvidas na mudança.

Como forma de validar o guia desenvolvido no exposto trabalho, optou-se pela aplicação em um evento real, visando demonstrar a importância da aplicação do mesmo na prevenção do acidente em questão. O evento escolhido para aplicação da lista possui caráter didático, não sendo efetivamente da indústria offshore, porém demonstra que o guia proposto pode ser aplicável a indústria petroquímica também. Para fácil entendimento da aplicação do guia, optou-se como exemplo o acidente na planta de Williams Olefins (CSB, 2016) em Geismar, Louisiana, ocorrido em 13 de junho do 2013 que ocasionou na morte de 2 pessoas e deixou 167 feridas.

De forma sucinta, o acidente ocorreu durante uma manobra não rotineira que alinhava fluido aquecido para um permutador de calor, que estava fora de operação, e com a linha de descarga para seu dispositivo de alívio de pressão bloqueada. Com o aumento da temperatura de uma mistura líquida de propano confinada no dentro do permutador, houve um aumento dramático de pressão dentro do equipamento, levando ao rompimento catastrófico de seu invólucro e causando uma explosão de vapor em expansão de líquido fervente (BLEVE) e incêndio no local.

A investigação do CSB revelou uma cultura de segurança de processo deficiente nas instalações de Williams Geismar, resultando em uma série de pontos fracos do programa de gerenciamento de segurança de processo. Estes incluem deficiências na implementação de programas de Gestão de Mudanças (MOC), Revisão de Segurança Pré-Inicialização (PSSR), Análise de Perigos de Processo (PHA) e programas de procedimentos causais ao incidente.

Como objeto de estudo, foi aplicado a metodologia proposta por esse trabalho na causa relacionada a falha em gerenciar adequadamente a mudança que introduziram novos perigos envolvendo o permutador que rompeu, sendo ela a instalação de válvulas de bloqueio que poderiam isolar o permutador de seu dispositivo de alívio de pressão.

Os permutadores A e B dos fracionadores de propileno são trocadores de calor de casco e tubo, onde a água quente do lado do tubo vaporiza o fluido de processo de hidrocarboneto do lado do casco, que é aproximadamente 95% de propano com o restante composto principalmente de propileno e C_4S_{12} (Figura 11). A água aquecida entra nos permutadores dos fracionadores de propileno a aproximadamente 85 °C e vaporiza parcialmente o propano do lado do casco, que entra no permutador a uma temperatura de aproximadamente 54,4 °C.

O projeto original do fracionador de propileno tinha ambos os permutadores operando continuamente. Este projeto de processo exigia paradas periódicas do fracionador de propileno quando os permutadores obstruíam e exigiam limpeza. Em 2001, a Williams instalou válvulas na tubulação dos permutadores do lado do casco e do lado do tubo para permitir a operação contínua com apenas um permutador operando por vez. O outro permutador ficaria fora de operação, porém pronto para operação, isolado do processo pelas novas válvulas. Esta configuração permitia a limpeza de um permutador sujo enquanto o fracionador de propileno continuava a operar. A instalação destas válvulas também introduziu um novo perigo no processo, pois caso as novas válvulas não estivessem na posição adequada (aberta ou fechada) para cada fase de operação, o permutador poderia ser isolado de sua válvula de alívio de pressão localizada na parte superior do fracionador de propileno (Figura 12).

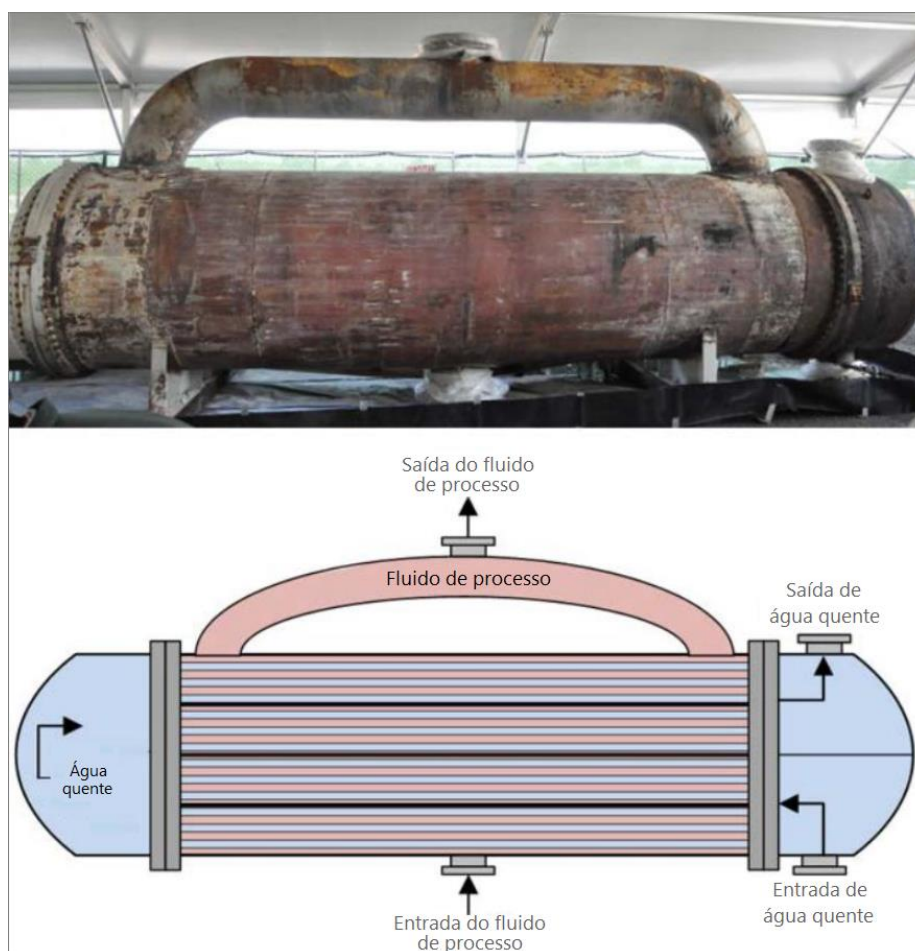


Figura 11: Permutador fracionador de propileno (CSB, 2016)

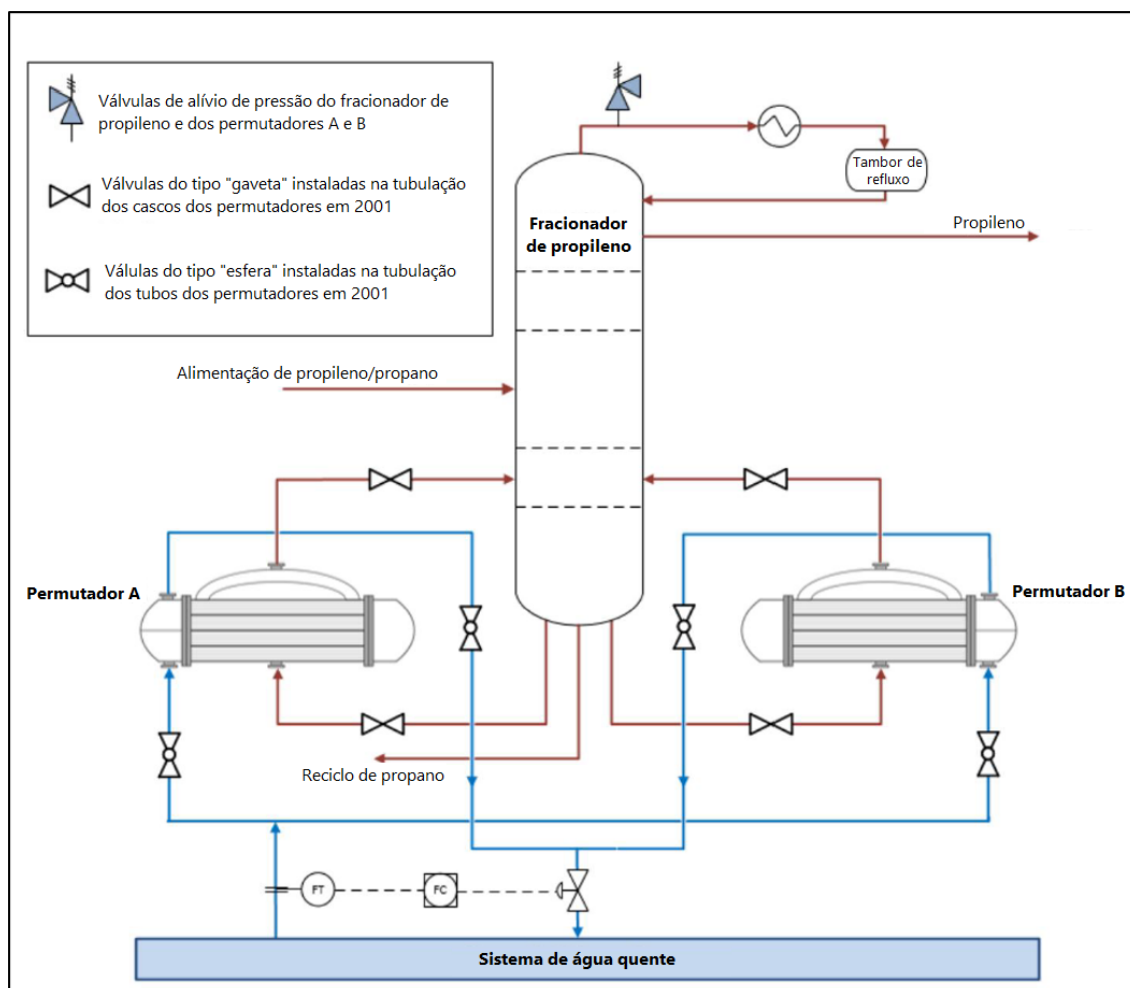


Figura 12: Esquema do fracionador de propileno (CSB, 2016)

Com base nas informações apresentadas, o grupo aplicou o guia para identificar quais técnicas de análise de riscos seriam necessárias para avaliar a instalação das válvulas tipo “gaveta” e tipo “esfera”, conforme mudança implementada pela *Williams Olefins em Geismar* em 2001.

4.3.1 Avaliação quanto aos aspectos da Planta de Processamento

Aplicando o guia, observamos que os direcionadores impactados na instalação das válvulas na tubulação dos permutadores do lado do casco e do lado do tubo foram os de “Instalações Físicas de Processo” e “Sistema de Proteção Física de Alívio”.

Quadro 9: Aplicação do guia no pilar “Planta de Processamento”

Pilar	Direcionador	Requisito	Possíveis elementos ou parâmetros impactados	Sim	Não	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Planta de Processamento	Instalações Físicas de Processo	Instalação, remoção, alteração física com impacto nas especificações, funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos da planta de processamento?	Vasos	X		- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se as análises de APR e/ou HAZOP não sejam aplicáveis) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise Quantitativa de Riscos (AQR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Fornos		X	
			Caldeiras		X	
			Bombas		X	
			Compressores		X	
			Permutadores	X		
			Válvulas de Processo	X		
			Linhas e tubulações	X		
			Acessórios e suportes	X		
			Placas de orifício		X	
			Fixações		X	
			Isolamentos		X	
			Aquecedores		X	
			Outros: _____		X	
	Sistema de Proteção Física de Alívio	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção física de alívio?	Válvula do tipo PSV	X		- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Disco de Ruptura (PSE)	X		
			Vent	X		
			Pino de Ruptura (PRV)		X	
			Válvula presso-vácuo		X	
			Vaccum-Breaker		X	
			Tocha		X	
			Outros: _____		X	

Ao avaliar os aspectos em questão, o guia indicou revisitar os estudos de Análise Preliminar de Riscos (APR), Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP), Análise de Camadas de Proteção (LOPA), Análise Quantitativa de Riscos (AQR) e Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) e análise de *What if*. Porém a análise de *What if* e Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) não se fazem necessárias neste caso, uma vez que as técnicas de APR e HAZOP são mais robustas e englobam os cenários que seriam analisados por essas técnicas. Neste caso também não seria aplicável a Análise Quantitativa de Riscos (AQR) pelo fato da mudança proposta não impactar significativamente nos inventários dos fluidos do processo.

4.3.2 Avaliação quanto aos aspectos de Procedimentos e Documentação

Na avaliação do pilar “Procedimentos e Documentação”, o guia indicou impactos nos direcionadores de “Procedimentos Operacionais” e “Documentação de Engenharia”.

Quadro 10: Aplicação do guia no pilar “Procedimento e Documentação”

Pilar	Direcionador	Requisito	Possíveis elementos ou parâmetros impactados	Sim	Não	Estudos mínimos a serem observados, revisados ou elaborados
Procedimentos e Documentação	Procedimentos Operacionais	Criação, exclusão ou alteração em procedimentos operacionais?	Procedimento de Partida	X		- Análise de <i>What if</i> - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
			Procedimento de Operação	X		
			Procedimento de Parada	X		
			Plano de Manutenção	X		
			Plano de Inspeção	X		
			Lista de Elementos Críticos (LEC)		X	
			Instruções técnicas		X	
			Manuais		X	
			Outros: _____		X	
	Documentos de Engenharia e Segurança	Criação, exclusão ou alteração (as built) na documentação de engenharia da unidade e/ou de segurança operacional?	Fluxograma de Processo (PFD)		X	Obs.: Os documentos a serem revisados neste requisito são consequência das alterações proposta pela mudança, servido como referência para elaboração e/ou revisão dos estudos de riscos citados neste formulário.
			Fluxograma de Engenharia (P&ID)	X		
			Matriz de Causa & Efeito		X	
			Desenho isométrico	X		
			Leiaute de Fogo & Gás		X	
			Leiaute de Classificação de Área		X	
			Folha de Dados (FD)	X		
			Diagramas de cargas		X	
			Especificação de tubulação		X	
			Especificação de isolamento térmico		X	
			Memórias de cálculos	X		
			Plano de inspeção e testes	X		
			Memoriais Descritivos (MD)	X		
			Plano de Segurança (Safety Plan)		X	
			Mapa de Risco		X	
			Outros: _____		X	

Ao revisar os procedimentos operacionais de partida, operação e parada do sistema, é importante observar as recomendações dos estudos de APR e HAZOP revisados pela mudança. Além desses estudos é importante realizar uma Análise de Confiabilidade Humana (HRA) para verificar possíveis situações de erro durante a execução da tarefa pelo operador de processo que poderiam levar a eventos indesejáveis.

4.3.3 Avaliação quanto aos aspectos de Pessoas

Na avaliação do pilar “Pessoas”, o guia indicou impactos nos direcionadores relacionados a “Comunicação” e “Treinamento”.

Quadro 11: Aplicação do guia no pilar “Pessoas”

Pilar	Direcionador	Requisito	Possíveis elementos ou parâmetros impactados	Sim	Não	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Pessoas	Comunicação	Necessidade de comunicação para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Operadores	X		- Não Aplicável
			Liderança	X		
			Integrantes da EOR	X		
			Equipe da Segurança	X		
			Equipe de Apoio		X	
			Outros: _____		X	
	Treinamento	Necessidade de treinamento para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Operadores	X		- Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
			Liderança	X		
			Integrantes da EOR		X	
			Equipe da Segurança		X	
			Equipe de Apoio		X	
			Outros: _____		X	
	Dimensionamento	Criação, extinção ou alteração em postos de trabalho?	Operadores		X	- Análise de Confiabilidade Humana (HRA) - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Liderança		X	
			Integrantes da EOR		X	
			Equipe da Segurança		X	
			Equipe de Apoio		X	
			Outros: _____		X	

Assim como no pilar “Procedimentos e Documentação”, a Análise de Confiabilidade Humana (HRA) faz-se necessária, pois além de avaliar os aspectos de procedimentos operacionais, o mesmo deve observar a adequação dos treinamentos da força de trabalho envolvida na tarefa e seus instrutores (liderança).

4.3.4 Resultados da utilização do guia

Após revisar o incidente na planta de Williams Olefins em Geismar à luz do guia, concluiu-se que a instalação das válvulas na tubulação dos permutadores, tanto no lado do casco quanto no lado do tubo, com o objetivo de possibilitar a operação contínua com apenas um permutador operando por vez, não poderia ter sido realizada sem a revisitação dos estudos a seguir e implementação de medidas mitigadoras:

- Análise de Camadas de Proteção (LOPA)
- Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
- Análise Preliminar de Riscos (APR)
- Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP)

Além dos estudos de riscos mencionados, o guia apresenta uma "coluna de possíveis elementos ou parâmetros impactados", que atua como um "gatilho de memória" para o grupo encarregado da análise. Isso garante que aspectos importantes durante a avaliação da mudança não sejam negligenciados, como foi o caso do bloqueio inadvertido do sistema de alívio do permutador na planta de Williams Olefins em Geismar.

Quadro 12: Exemplo de utilização do guia como “gatilho de memória”

Direcionador	Requisito	Possíveis elementos ou parâmetros impactados	Sim	Não	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados
Sistema de Proteção Física de Alívio	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção física de alívio?	Válvula do tipo PSV	X		- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Disco de Ruptura	X		
		Vent	X		
		Pino de Ruptura		X	
		Válvula presso-vácuo		X	
		Vacuum-Breaker	X		
		Tocha		X	
		Outros: _____		X	

A aplicação do guia para identificação de aspectos e impactos de mudanças se mostrou eficaz no estudo de caso do acidente da planta de *Williams Olefins em Geismar* e, se corretamente aplicada, seria capaz de evitar o evento impedindo o avanço da implementação da mudança sem a avaliação dos estudos pertinentes e mitigação dos riscos envolvidos. Entretanto é importante ressaltar que toda mudança só poderá ser implementada somente após a avaliação dos riscos, mitigação dos riscos e aprovação gerencial.

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do guia foi realizado com o objetivo de orientar a gestão de mudanças, visando garantir a avaliação abrangente de todos os aspectos de impacto da mudança.

Desta forma, pode-se concluir que o guia proposto por este trabalho se mostrou uma ferramenta robusta para identificação de aspectos e impactos de mudanças nas operações e tecnologia a serem implementadas, tanto na indústria do petróleo, quanto na indústria petroquímica.

Sua aplicação trouxe benefícios na padronização do processo de análise, dando foco nos aspectos importantes que devem ser avaliados, evitando que eles sejam negligenciados durante a implementação da mudança.

Conforme mencionado no capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, a aplicação do guia deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, sendo fundamental a participação do engenheiro de segurança de processo na indicação dos estudos de riscos pertinentes. A lista de estudos indicados pelo guia são apenas uma referência para nortear a equipe no momento de levantamento dos aspectos da mudança.

A aplicação do guia na gestão de mudanças na planta de *Williams Olefins* demonstrou eficácia ao identificar medidas a serem implementadas para garantir a realização segura da mudança. Ao revisitar os estudos e propor medidas mitigadoras para os possíveis cenários decorrentes da mudança, seria evitada a execução sem considerar o cenário de bloqueio inadvertido do sistema de alívio, prevenindo assim o incidente.

O formato de “lista de verificação”, empregado no guia, possui diversas vantagens sob o ponto de vista de padronização, qualidade e conformidade. Porém, é importante salientar que essa ferramenta possui algumas limitações no que tange a diversidade. Alguns aspectos não previstos no guia podem passar despercebidos durante a análise, podendo levar a uma avaliação “limitada” pelo grupo.

Diante desta condição, torna-se de extrema importância que o guia seja submetido regularmente a um processo de “Análise Crítica”, permitindo que seus pilares,

direcionadores, requisitos, elementos/parâmetros e a lista de estudos de riscos associados estejam sempre atualizados. Recentes eventos indesejáveis e novas práticas da indústria são ótimas fontes de informações para implementar melhorias no guia para identificação de aspectos da mudança.

6. REFERÊNCIAS

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO)**, 2007. Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/gerenciamento-de-seguranca-operacional-sgso>>. Acesso em 03 ago. 2023.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Gerenciamento de Segurança Operacional de Sistemas Submarinos (SGSS)**, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional/gerenciamento-de-seguranca-operacional-de-sistemas-submarinos-sgss>>. Acesso em 03 ago. 2023.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP)**, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional/sistema-de-gerenciamento-da-integridade-de-pocos-sgip>>. Acesso em 03 ago. 2023.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Análise do acidente com a plataforma P-36**, 2001. Disponível em: < https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional/incidentes/relatorios-de-investigacao-de-incidentes-1/arquivos-relatorios-de-investigacao-de-incidentes/relatorio-do-acidente-com-a-p-36/relatorio_p-36.pdf>. Acesso em 11 nov. 2023.

ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Relatório de Investigação do Incidente de Explosão Ocorrido em 11/02/2015 no FPSO Cidade de São Mateus**, 2015. Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional/incidentes/relatorios-de-investigacao>>.

de-incidentes-1/arquivos-relatorios-de-investigacao-de-incidentes/fpso-cidade-de-sao-mateus/relatorio-de-investigacao-fpso-cidade-de-sao-mateus.pdf>. Acesso em 11 nov. 2023.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*), ***Guidelines for Hazard Evaluation Procedures***. 3a ed., New York, American Institute of Chemical Engineers (AIChE). 2008.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*), **Diretrizes para Elaborar Procedimentos para Avaliação de Perigos**. 3. ed. [s.3.] Editora Interciência, 2023.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*), **Diretrizes para Gerenciamento de Mudança para Segurança de Processo**. 1. ed. [s.l.] Editora Interciência, 2019.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*). ***Process Safety Beacon – Flixborough - 30 Years Ago, 2004***. Disponível em: < <https://www.aiche.org/ccps/resources/process-safety-beacon/archives/2004/june/english> >. Acesso em 11 nov. 2023.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*). ***Process Safety Beacon – A Tragédia de Bhopal – Já foi há 25 anos, 2009***. Disponível em: < <https://www.aiche.org/sites/default/files/2009-12-Beacon-Portuguese.pdf> >. Acesso em 11 nov. 2023.

CCPS (*Center for Chemical Process Safety*). ***Process Safety Beacon – Relembrando Piper Alpha, 2013***. Disponível em: < <https://www.aiche.org/sites/default/files/2013-07-Beacon-Portuguese%20%28Brazil%29.pdf> >. Acesso em 11 nov. 2023.

CSB (*Chemical Safety and Hazard Investigation Board*). ***Williams Olefins Plant Explosion and Fire, 2016***. Disponível em: < <https://www.csb.gov/williams-olefins-plant-explosion-and-fire-/> >. Acesso em 15 Jan. 2024.

IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás. **Investimentos no setor offshore de petróleo e gás por região em 2023**. Disponível em: <<https://www.ibp.org.br/observatorio-do-setor/snapshots/investimentos-no-setor-offshore-de-petroleo-e-gas-por-regiao-em-2023/>> Acesso em 15 out. 2023.

PETROBRAS, **Quem Somos**, Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/quem-somos/trajetoria/>>. Acesso em 03 ago. 2023.

SOUZA, D. L. O. de. **Ferramentas de Gestão de Tecnologia**: um diagnóstico de utilização nas pequenas e médias empresas industriais da região de Curitiba. 2003, 139 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2003.

WNA (*World Nuclear Association*). **Chernobyl Accident 1986, 2022**. Disponível em: <<https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx>>. Acesso em 12 Out. 2023.

ANEXO 1 – Guia de identificação de aspectos e impactos de mudanças

GUIA DE IDENTIFICAÇÃO DE ASPECTOS E IMPACTOS DE MUDANÇAS									
UNIDADE:	DATA:	TIPO DE MUDANÇA:	TEMPORALIDADE:	PRAZO:	RESPONSÁVEL PELA MUDANÇA:				
JUSTIFICATIVA:			ESCOPO DA MUDANÇA:						
Pilar	Direcionador	Requisito	Possíveis elementos ou parâmetros impactados	Sim	Não	Possíveis estudos a serem observados, revisados ou elaborados			
Planta de Processamento	Instalações Físicas de Processo	Instalação, remoção, alteração física com impacto nas especificações, funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos da planta de processamento?	Vasos			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se as análises de APR e/ou HAZOP não sejam aplicáveis) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise Quantitativa de Riscos (AQR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)			
			Fornos						
			Caldeiras						
			Bombas						
			Compressores						
			Permutadores						
			Válvulas de Processo						
			Linhas e tubulações						
			Acessórios e suportes						
			Placas de orifício						
			Fixações						
			Isolamentos						
			Aquecedores						
			Outros: _____						
		Alteração nos parâmetros e/ou características dos fluidos do processo, com impactos em sistemas, equipamentos e/ou acessórios?	Temperatura			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se as análises de APR e/ou HAZOP não sejam aplicáveis) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise Quantitativa de Riscos (AQR)			
			Pressão						
			Nível						
			Fluxo						
			Tempo de Residência						
			Composição						
			Concentração						
			Viscosidade						
			Contaminação						
			Compatibilidade						
			Outros: _____						
			Sistemas Básico de Controle de Processo	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade nos dispositivos do sistema básico de controle de processo?	Chave de Controle				- Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
					Malha de Instrumentação				
					PLC de Controle				
Outros: _____									
Alarmes Críticos e Intervenção Humana	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de alarmes críticos ou na intervenção humana?	Parâmetros Lógicos			- Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Análise de Confiabilidade Humana (HRA)				
		Sensores de alarme							
		Transmissores							
		Malha de Instrumentação							
		Sistema Supervisório							
Outros: _____									

	Função Instrumentada de Segurança (SIF)	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de intertravamento de segurança (SIF)?	Parâmetros Lógicos			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Sensores de intertravamento			
			Transmissores			
			Malha de Instrumentação			
	Sistema de Proteção Física de Alívio	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção física de alívio?	PLC de Intertravamento			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Remota			
			Outros: _____			
			Válvula do tipo PSV			
	Sistema de Proteção Pós Liberação	Criação, instalação, remoção, alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de proteção pós liberação?	Disco de Ruptura			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Vent			
			Pino de Ruptura			
			Válvula pressio-vácuo			
	Resposta a Emergência da Planta	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de resposta a emergência da planta?	Vaccum-Breaker			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Tocha			
			Outros: _____			
			Proteção passiva			
	Utilidades	Energia Elétrica	Extintor de incêndio			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Dique de Contenção			
			Drenagem			
			Corta-chamas			
			Sensores de fogo			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Sensores de gás			
			PLC de Fogo & Gás			
			Matriz de Causa & Efeito			
			Outros: _____			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Válvula tipo SDV			
			Válvula tipo BDV			
			Sistemas de Dilúvio			
			Combate a incêndio por Água			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Combate a incêndio com LGE			
			Acess. Combate a incêndio			
			Water Mist			
			Bomba de Incêndio			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Bomba Jockey			
			Sistemas de CO2			
			Geração de Emergência			
			Iluminação de Emergência			- Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Colapso
			Sistema de Intercom			
			Rádios VHF/UHF			
			Outros: _____			
			Moto / Turbogeneradores			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Painéis Elétricos			
			Transformadores de energia			
			Distrib. energia principal			
			Distrib. energia essencial			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			UPS e Banco de Baterias			

		Sist. iluminação normal			
		Sistema de aterramento			
		Proteção do sistema elétrico			
		Outros: _____			
Energia Pneumática	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de energia pneumática?	Compressores			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Vasos de Ar Comprimido			
		Desumidificadores			
		Rede de Distribuição			
		Outros: _____			
Energia Hidráulica	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de energia hidráulica?	Geração de Energia Hidráulica (HPU)			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Rede de Distribuição			
		Outros: _____			
Suprimento de Gás Inerte	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de Suprimento de Gás Inerte?	Unid. Geração de gás inerte			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Unid. Geração de Nitrogênio			
		Soprador			
		Selo d'água			
		Válvulas de vácuo, pressão, quebra vácuo			
		Vent post			
		Rede de Distribuição			
		Outros: _____			
Suprimento de Diesel	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos dos sistemas de Suprimento de Diesel?	Estação de receb. de Diesel			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Tanque de Estoc. de Diesel			
		Centrífuga			
		Filtros			
		Bombas			
		Rede de Distribuição			
		Outros: _____			
Suprimento de Água	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos do sistema de suprimento de água industrial e potável?	Estação de recebimento			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
		Antiincrustante			
		Tanques de Água			
		Rede de Distribuição de Água Potável			
		Rede de Distribuição de Água Industrial			
		Teste de íons			
		Bombas de Captação			
		Dessalinizadores, Unidade de Osmose Reversa			
		Hidrofor			
		Permutadores de Calor			
		Filtros			
		Outros: _____			

Embarcação	Proteção catódica	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade dos sistemas de proteção catódica?	Painel de controle			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Circuito de corr. impressa			
			Outros: _____			
	Estabilidade e Ancoragem	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na manutenção da estabilidade da plataforma?	Casco e Convés			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Flutuadores			
			Colunas			
			Bombas de lastro / carga			
			Sistema de monitor. de nível			
			Tanques de lastro / carga			
			Void Space e Cofferdam			
			Portas Estanques e elipses			
			Outros: _____			
		Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de ancoragem.	Chain stopper			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Fear Leader			
			Amarras			
			Elo Kente			
			Manilha (Shackle)			
			Guinchos			
			Cabos			
			Âncoras			
			Sistema de monitor. da tensão			
			Turret			
			Outros: _____			
	Transferência de Óleo	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos do sistema de transferência de óleo (off-loading)?	Bombas e Edutores de Off-loading			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Camadas de Proteção (LOPA) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Bombas de Stripping			
			Mangotes de Off-loading			
			Carretel de Off-loading			
			Sistema de Lançamento e Recolhimento do Mangote			
			Sistema de Limpeza do Mangote			
			Sistema de Detecção de Vazamento			
			Sistema de Medição			
			Linhas, Dutos e Acessórios			
			Outros: _____			
	Movimentação de Cargas	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de Movimentação de Cargas?	Guindastes			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Queda de Objetos - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Talhas e Monovias			
			Pontes rolantes			
			Rail cars trolleys			
			Guinchos auxiliares			
			Gruas			
			Outros: _____			

	Habitabilidade	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos para condições mínimas de habitabilidade?	Acomodações, escritórios, áreas comuns (casario)			- Análise de <i>What if</i> - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA)
			Sistemas de Ar-Condicionado			
			Câmaras frigoríficas, freezers e geladeiras (refrigeração)			
			Sopradores, Ventiladores e Exaustores (Incluem filtros de aspiração, dutos)			
			Dumpers			
			Filtros			
			Rede de Distribuição (dutos de ventilação e exaustão)			
			Painéis			
			Outros: _____			
	Salvagem	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos de suporte a evacuação, resgate e abandono?	Rota de fuga			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Análise de Modos, Efeitos e Criticidade de Falhas (FMEA/FMECA) - Estudo de Queda de Objetos - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Baleeira			
			Turco Baleeira			
			Bote de Resgate			
			Turco Bote de Resgate			
			Balsa			
			Turco da Balsa			
			Colete Salva Vida			
			Boia Salva Vidas			
			Fuzil Lança-Retinida			
			Pirotécnicos			
			Movimentações de Carga			
			Guindaste			
			Alarme de abandono da unidade			
			Heliponto			
			Outros: _____			
Local de Trabalho	Sinalização	Instalação, remoção ou alteração de sinalização?	Placa de Sinalização			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Pintura de Sinalização			
			Etiqueta de Sinalização			
			Sinalização luminosa			
			Sinalização sonora			
			Isolamentos de área			
			Outros: _____			
	Arranjo / Acessos	Alteração no arranjo e/ou criação, remoção e alteração de acessos?	Alojamento			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Dispersão de Gases - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Queda de Objetos - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Camarote			
			Salas de Escritório			
			Sala de Controle			
			Casa de Bombas			
			Oficinas			
			Laboratórios			
			Patamar de Acesso			
			Passarela			
			Escada			
			Pisos			
			Outros: _____			

	Proteção Coletiva	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade em elementos de proteção coletiva?	Guarda corpo			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR)
			Isolamento térmico			
			Chuveiro de emergência			
			Lava olhos			
			Caixa de EPIs			
			Outros: _____			
	Armazenamento	Criação, remoção ou alteração em local para armazenamentos de materiais e/ou produtos?	Produtos químicos			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Explosão - Estudo de Propagação de Incêndio - Estudo de Queda de Objetos - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Lubrificante			
			Combustíveis			
			Água			
			Ferramentas			
			Suprimentos			
	Tratamento de Resíduo	Instalação, remoção ou alteração que poderá impactar na funcionalidade e/ou indisponibilidade de elementos do sistema de tratamento de resíduo?	Coletores de resíduos			- Análise de <i>What if</i> (obs.: Apenas se a análise de APR não for aplicável) - Análise Preliminar de Riscos (APR)
			Coletores de recicláveis			
			Compactador			
			Incinerador			
			Outros: _____			
	Procedimentos e Documentação	Procedimentos Operacionais	Procedimento de Partida			- Análise de <i>What if</i> - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
			Procedimento de Operação			
			Procedimento de Parada			
			Plano de Manutenção			
			Plano de Inspeção			
			Lista de Elementos Críticos (LEC)			
			Instruções técnicas			
			Manuais			
			Outros: _____			
		Procedimentos de Emergência	PEI da unidade			- Análise de Confiabilidade Humana (HRA) - Análise Preliminar de Riscos (APR) - Estudo de Perigo e Operabilidade (HAZOP) - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			PRE			
			PEVO			
			Outros: _____			
	Padrões Corporativos	Atendimento, criação, exclusão ou alteração em padrões corporativos?	Normas Técnicas			- Não Aplicável
			Diretrizes Corporativas			
			Filosofia de Segurança			
			Matrizes de Treinamento			
			Outros: _____			
	Requisitos Legais	Atendimento a requisitos legais e/ou necessidade de autorização de entidades regulatórias?	Anuência dos Órgão Reguladores (Marinha, Classe, Bandeira, IBAMA, ANP, e/ou MTE)			- Não Aplicável
			Licença de Operação (IBAMA)			
			Atendimento às Normas			

			Regulamentadoras (NR)			
			Atendimento ao Regulamentos Técnicos (ANP)			
	Documentos de Engenharia e Segurança	Criação, exclusão ou alteração (as built) na documentação de engenharia da unidade e/ou de segurança operacional?	Atendimento ao Requisitos da entidade Classificadora			Obs.: Os documentos a serem revisados nestes requisitos são consequência das alterações proposta pela mudança, servido como referência para elaboração e/ou revisão dos estudos de riscos citados neste formulário.
			Atendimento ao Requisitos da Marinha Brasileira			
			Atendimento ao Requisitos do IBAMA			
			Outros: _____			
			Fluxograma de Processo (PFD)			
			Fluxograma de Engenharia (P&ID)			
			Matriz de Causa & Efeito			
			Desenho isométrico			
			Layout de Fogo & Gás			
			Layout de Classificação de Área			
			Folha de Dados (FD)			
			Diagramas de cargas			
			Especificação de tubulação			
			Especificação de isolamento térmico			
			Memórias de cálculos			
			Plano de inspeção e testes			
			Memoriais Descritivos (MD)			
			Plano de Segurança (Safety Plan)			
			Mapa de Risco			
			Outros: _____			
Pessoas	Comunicação	Necessidade de comunicação para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Operadores			- Não Aplicável
			Liderança			
			Integrantes da EOR			
			Equipe da Segurança			
			Equipe de Apoio			
	Treinamento	Necessidade de treinamento para a força de trabalho envolvida na atividade onde ocorrerá a mudança?	Outros: _____			- Análise de Confiabilidade Humana (HRA)
			Operadores			
			Liderança			
			Integrantes da EOR			
			Equipe da Segurança			
	Dimensionamento	Criação, extinção ou alteração em postos de trabalho?	Equipe de Apoio			- Análise de Confiabilidade Humana (HRA) - Estudo de Evacuação, Resgate e Abandono (EERA)
			Outros: _____			
			Operadores			
			Liderança			
			Integrantes da EOR			