

Pós-Graduação

Segurança de Processos



ANÁLISE DOS FATORES HUMANOS EM UMA TAREFA CRÍTICA DA INDÚSTRIA DE ÓLEO E GÁS OFFSHORE

André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência dos fatores humanos no desempenho seguro de uma tarefa crítica realizada pelos operadores da sala de controle e de campo de uma unidade marítima de produção de óleo e gás natural, que opera em águas jurisdicionais brasileiras. A tarefa crítica selecionada foi a repartida do separador trifásico de alta pressão de um dos trens de produção da planta, por ser uma atividade complexa, que depende da interação humana e, que caso executada incorretamente, pode levar a um acidente para a segurança de processo (o cenário acidental de gas blow by na descarga do separador) com potencial de levar a consequências severas para pessoas ou meio ambiente. A avaliação da influência dos fatores humanos no desempenho seguro dessa atividade foi realizada por meio da aplicação da análise de confiabilidade humana (Human Reliability Analysis - HRA), a Petro-HRA, selecionada por ser uma técnica qualitativa e quantitativa de aplicação simples, validada pela comunidade técnica, com disponibilidade de documentos técnicos de referência e aplicável à indústria do petróleo. A partir dos resultados da aplicação da referida técnica, identificou-se a maior probabilidade de erro humano da tarefa crítica analisada, decorrente da etapa mais relevante para a ocorrência do cenário analisado (a etapa de abertura manual abrupta da válvula de controle T62-LCV-0106 da descarga de óleo cru do separador) e os principais fatores influenciadores de desempenho que contribuem para a ocorrência do erro humano (tempo disponível, experiência / treinamento, procedimentos, trabalho em equipe). Por fim, foram recomendadas medidas e estratégias para reduzir a probabilidade de ocorrência do erro humano durante a execução de tal tarefa e, consequentemente, reduzir a probabilidade da ocorrência do cenário acidental e suas consequências severas às pessoas ou ao meio ambiente.

Palavras-chave: *fatores humanos, tarefa crítica, sala de controle, operadores.*

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the influence of human factors on the safe performance of a critical task performed by operators at control room and field of an offshore unit for production of oil and natural gas, which operates in Brazilian jurisdictional waters. The critical task selected was the start-up of a high-pressure (HP) separator at an offshore petroleum production unit, since it is a complex activity, which depends on human interaction, and, if it is wrongly performed, it can lead to an accident for process safety (the event of gas blow by in the crude oil outlet of HP separator) with severe consequences for people or environment. The evaluation of the influence of human factors on the safe performance of this critical task has been performed through the application of the Human Reliability Analysis (HRA) methodology, Petro-HRA, since it is a qualitative and quantitative technique of simple application, validated by the technical community, with availability of technical reference documents and applicable to the oil industry. After obtaining the results with the application of this technique, it was identified the major human error probability of the critical task analyzed, resulted from the most relevant task' step for the occurrence of the analyzed event (the step of abruptly and manually open the control valve T62-LCV-0106 at crude oil outlet of HP separator) and the performance shaping factors which most contributed for the human error occurrence (available time, experience / training, procedure and team work). Also, this work recommended recovery measures and strategies to be adopted with the purpose to reduce human error probability during the execution of such task and, consequently, to reduce the likelihood of the occurrence of the analyzed event and its severe consequences for people or the environment.

Keywords: human factors, critical task, control room, operators.

LISTA DE ABREVIATURAS

API RP	<i>American Petroleum Institute Recommended Practice</i>
CCPS	<i>Center for Chemical Process Safety</i>
ERS	<i>Error Reducing Strategy</i> (Estratégias de redução de erros)
ERM	<i>Error Reducing Measures</i> (Medidas de Redução de Erros)
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i>
HEP	<i>Human Error Probability</i>
HRA	<i>Human Reliability Analysis</i>
HSE	<i>Health and Safety Executive</i>
HTA	<i>Hierarchical Task Analysis</i> (Análise hierárquica da tarefa)
IOGP	<i>International Association of Oil & Gas Producers</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PSF	<i>Performance Shaping Factors</i> (Fatores Influenciadores de Desempenho)
QRA	<i>Quantitative Risk Assessment</i> (Análise Quantitativa de Riscos)
SDV	<i>Shut Down Valves</i> (Válvulas de fechamento de emergência)
SGSO	Sistema de Gestão da Segurança Operacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
1.1	Considerações iniciais	6
1.2	A formulação da situação problema	7
1.3	OBJETIVOS	10
1.3.1	Objetivo geral	10
1.3.2	Objetivo específico	11
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	PROCEDIMENTO ESCOLHIDO E CENÁRIO ANALISADO	11
2.2	ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA “PETRO-HRA”	13
2.3	ESTUDO DE CASO	14
2.3.1	Passo 1: Definição do cenário	15
2.3.2	Passo 2: Coleta de dados qualitativos	15
2.3.3	Passo 3: Análise da tarefa	15
2.3.4	Passo 4: Identificação dos erros humanos	18
2.3.5	Passo 5: Modelagem dos erros humanos	18
2.3.6	Passo 6: Quantificação dos erros humanos	18
2.3.7	Passo 7: Redução dos erros humanos	21
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4	REFERÊNCIAS	24
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS PASSOS DA METODOLOGIA	26

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

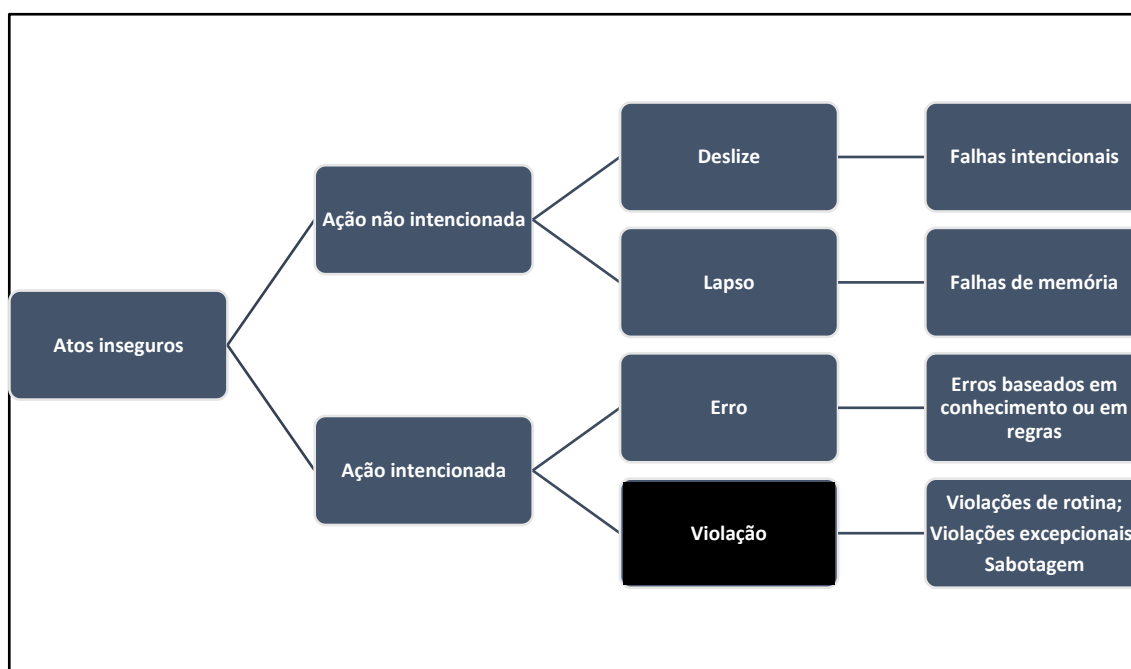
Ao longo dos últimos anos, a origem das falhas humanas foi amplamente pesquisada, contestando-se o senso comum de que incidentes e acidentes são o resultado do erro humano de um trabalhador na linha de frente (HSE, 1999). Entender sobre fatores humanos e incluir este tema no sistema de gestão de segurança de processos é essencial na prevenção de grandes acidentes.

Ao analisar fatores humanos, busca-se entender sobre as interações de equipes, quais equipamentos utilizam, quais sistemas e tarefas executam e quais interfaces as equipes possuem com seus colegas (IOGP, 2020). A definição de fatores humanos inclui três aspectos: o trabalho, o indivíduo e a organização. De uma forma clara, pode-se afirmar que ao analisar fatores humanos estamos preocupados com: (1) o que as pessoas foram solicitadas a fazer (características da tarefa); (2) quem está realizando a tarefa (o indivíduo e sua competência); (3) onde está sendo realizada a tarefa (a organização e seus atributos); (4) a influência exercida por questões mais amplas, como a cultura nacional, local e do ambiente de trabalho (HSE, 2005).

Importante destacar que o conceito de falha humana e erro humano é diferente do conceito de fatores humanos. Conforme detalhado no parágrafo acima, o termo fatores humanos se refere à uma disciplina ampla que envolve a interação entre humanos e outros elementos do sistema (Bye *et al.*, 2017). Ao longo deste trabalho, quando se menciona os termos falha humana ou erro humano, refere-se às falhas em ações humanas executadas em um ambiente industrial e que são desencadeadas por fatores influenciadores de desempenho.

Ainda, de acordo com Reason (1990), não há um acordo universal sobre a classificação de erro humano, porém este trabalho utilizou como orientação a taxonomia do erro proposta pelo autor onde o erro humano é dividido em: ações não intencionadas e ações intencionadas. As ações não intencionadas se dividem em deslizes e lapsos e as ações intencionadas em erros e violações. O fluxograma abaixo proposto por Ribeiro (2021) resume a taxonomia apresentada pelo autor.

Figura 1 – Taxonomia de erros humanos proposta por Reason (1992)



Fonte: adaptado de Ribeiro (2021).

1.2 A formulação da situação problema

Historicamente, diversos acidentes de processo ocorreram tendo a falha humana como um dos principais contribuintes para o evento. Segundo Nascimento (2011), mais de 80% dos acidentes que ocorrem na indústria química e petroquímica apresentam fatores humanos como uma das causas para sua ocorrência.

A Associação Internacional dos Produtores de Óleo e Gás, do inglês *International Association of Oil & Gas Producers* (IOGP), acrescenta que, ao analisar com maior detalhamento a porcentagem de 80% dos acidentes ocasionados por erros associados a fatores humanos, tem-se que 70% desses erros são oriundos de fraquezas organizacionais e apenas 30% estão relacionados aos erros individuais do trabalhador da linha de frente (IOGP, 2020).

Alinhada a esta visão, o estudo “*Reducing error and influencing behaviour*”, elaborado pelo órgão regulador da saúde e segurança do Reino Unido, o *Health and Safety Executive* (HSE), menciona que é fácil prover exemplos de acidentes onde erros humanos contribuíram para a ocorrência de grandes desastres, como fatalidades e ferimentos. Para a maioria desses acidentes, o erro humano é uma de suas causas contribuintes, em conjunto com outras falhas, tais como técnicas e organizacionais. Dessa maneira, atribuir a causa de incidentes ao erro humano, considerando que esta é uma explicação suficiente e algo que está

além do controle da gerência, não é uma visão aceitável para a sociedade em geral (HSE, 1999).

A título de exemplificação, cita-se alguns acidentes fatais ocorridos na indústria do petróleo que apresentaram os fatores humanos como um de seus fatores causais:

- explosão e perda da plataforma de produção *Piper Alpha* no Mar do Norte, em 1988;
- explosão e perda da plataforma de perfuração *Deepwater Horizon* no Golfo do México, em 2010;
- explosão da praça de máquinas do FPSO Cidade de São Mateus no Brasil, em 2015;
- explosão da caldeira auxiliar da sonda de perfuração Norbe VIII no Brasil, em 2017.

A ocorrência destes eventos reforça a importância da discussão acerca deste tema, bem como da elaboração de regulamentações e orientações para a indústria. Deste modo, ao longo dos anos pós-acidentes, diversos dispositivos normativos foram estabelecidos com foco na prevenção de acidentes e os mais recentes incorporam os fatores humanos como parte integrante da gestão da segurança de processos. Como exemplos de tais dispositivos têm-se:

- a API RP 75 de 2004, reafirmada em 2013, que trata do desenvolvimento do sistema de gestão de segurança e meio ambiente para unidades e operações marítimas. Define como um de seus princípios que os fatores humanos devem ser considerados tanto no projeto como na implementação do Sistema de Gestão de segurança e meio ambiente da empresa, por meio de análise de perigos; procedimentos operacionais; práticas de trabalho seguro; operação, manutenção e teste de equipamentos críticos para garantia da integridade mecânica e qualidade.
- o Regulamento Técnico do Sistema de Gestão da Segurança Operacional (SGSO), instituído em 2007 pela Resolução ANP nº 43, que estabelece 17 práticas de gestão a serem implementadas pelas operadoras de instalações marítimas de perfuração ou produção de petróleo e gás natural no Brasil. Estabelece como uma de suas práticas de gestão, a prática de gestão nº 4 que trata de ambiente de trabalho e fatores humanos. Adicionalmente, a prática de gestão nº 10 referente a projeto, construção, instalação e desativação também possui requisitos claros que referenciam o tema fatores humanos. Outra prática correlacionada ao tema que pode ser mencionada é a prática de gestão nº 12 que aborda as análises de risco. A PG 12, ao solicitar metodologia que considere fatores humanos na análise de risco oferece a possibilidade de interpretação para uso da análise de confiabilidade humana. Assim, a abordagem desse regulamento técnico, no que tange aos fatores humanos, tem por objetivo descrever os requisitos mínimos que devem ser considerados pelo sistema de gestão do operador da instalação para

“promover um ambiente de trabalho adequado e que considere os fatores humanos durante todo o ciclo de vida da Instalação”.

- a API RP 754 de 2016, revisada em 2017, que trata dos indicadores de desempenho preventivos e reativos da segurança de processo, visando a melhoria do desempenho, aplicável à indústria petroquímica. Menciona fatores humanos como uma das informações úteis de serem capturadas para os eventos de segurança de processo Tiers 1 e 2, dentro do contexto dos fatores causais desses eventos.
- a API RP 755 que versa sobre o estabelecimento e implementação de um Sistema de Gerenciamento de Risco de Fadiga, do inglês *Fatigue Risk Management System* (FRMS) pelos empregadores. Esta norma foi considerada um passo positivo para reduzir e gerenciar os riscos de fadiga. Se aplica a todos os funcionários que trabalham à noite, em turnos, em turnos rotativos, por horas / dias prolongados ou aqueles em atividades relacionadas à segurança de processo sensível a ações.

Adicionalmente, é importante mencionar que a HSE elaborou algumas diretrizes que abordam o tema fatores humanos, são elas: HSG48 “*Reducing Error And Influencing Behaviour*” de 1999; HSG256 “*Managing shiftwork*” de 2006; dentre outros.

Segundo a IOGP (2020), quase todos os incidentes revisados pela associação envolveram algum problema com procedimentos, seja a sua ausência, ou inadequação ou o não cumprimento dos procedimentos estabelecidos. De acordo com o HSE (2021), a falha na gestão dos procedimentos contribuiu para diversos desastres com consequências severas para as pessoas, incluindo fatalidades e lesões, sendo um deles o acidente de Piper Alpha supracitado.

De acordo com Manna *et al.* (2007), os procedimentos em indústrias de alto risco auxiliam na garantia do alto nível de segurança das plantas industriais, contudo a existência de procedimentos não é garantia da segurança. Ainda de acordo com o autor, os procedimentos são o espelho do conhecimento prático e teórico da operação de um processo, validado em um determinado momento, porém, normalmente há uma diferença entre o procedimento e a realidade.

O *Center for Chemical Process Safety* (CCPS) define que fatores humanos são aspectos essenciais na gestão de risco de processo, os quais devem ser identificados, medidos e monitorados de forma a identificar e evitar potenciais falhas humanas que podem ser deflagradas e levar a eventos de segurança de processo. Para o *Energy Institute* (2012), há um crescente apelo em tratar os fatores humanos como os demais componentes das análises de confiabilidade de barreiras na gestão de risco, ou seja, quantificá-los.

O estudo elaborado pelo HSE (1999) menciona que a confiabilidade humana é o oposto de erro humano e consiste na probabilidade de sucesso de realizar uma tarefa. Acrescenta ainda que é importante ser capaz de analisar a confiabilidade humana, especialmente em um sistema de alto risco.

A análise de confiabilidade humana, do inglês *Human Reliability Analysis* (HRA), envolve o uso de métodos qualitativos e quantitativos para avaliar a contribuição humana para o risco. Existem diversos métodos disponíveis para HRA, com algumas indústrias de alto risco desenvolvendo métodos "sob medida" para determinada indústria (HSE, 2009).

Nesse contexto, dada à relevância dos fatores humanos na segurança de processos, o presente trabalho aplicará a metodologia qualitativa e quantitativa de HRA, a Petro-HRA, desenvolvida por Bye *et al.* (2017), para analisar a influência dos fatores humanos na execução a tarefa crítica de controle de estabilidade de uma unidade marítima de produção de óleo e gás natural. Tal metodologia foi selecionada pelo grupo por possuir material técnico de referência disponível e didático e por ser um método aplicável à indústria de óleo e gás, a tarefas da sala de controle e de resposta de um evento indesejado.

O cenário avaliado neste trabalho foi a repartida de um separador trifásico de um trem de produção de uma unidade marítima de produção de petróleo do tipo FPSO, após uma parada emergencial. A motivação para seleção de tal tarefa consistiu na criticidade da tarefa para a segurança da instalação, considerando que falhas em sua execução podem levar a acidentes com consequências severas para pessoas, instalação e meio ambiente.

Com a aplicação da Petro-HRA no cenário selecionado, espera-se conhecer melhor as etapas da tarefa, os erros humanos potenciais e suas consequências, a probabilidade de erro humano da tarefa e propor estratégias e medidas de redução do erro humano. Além disso, espera-se obter uma conclusão em relação aos prós e contras da aplicação da Petro-HRA.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 *Objetivo geral*

Aplicar técnica qualitativa e quantitativa de análise de confiabilidade humana (HRA), a Petro-HRA para analisar a influência dos fatores humanos na execução da tarefa crítica de repartida de um separador trifásico de um trem de produção de uma unidade flutuante de produção, estocagem e transferência de petróleo (do inglês, *Floating Production, Storage and Offloading* - FPSO).

1.3.2 Objetivo específico

Dentre os objetivos específicos desta pesquisa figuram:

- Descrever a tarefa crítica selecionada em etapas (ações humanas), identificando o potencial de erros humanos associados tais etapas;
- Para cada etapa da tarefa, quantificar a probabilidade do erro humano (“*Human Error Probability*” - HEP) e identificar os Fatores Influenciadores de Desempenho (“*Performance Shaping Factors*” - PSF) que tenham impacto no HEP calculado e, consequentemente, sejam relevantes na análise;
- Propor estratégias e medidas redutoras do erro humano.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 PROCEDIMENTO ESCOLHIDO E CENÁRIO ANALISADO

O procedimento escolhido para aplicação da metodologia Petro-HRA consiste na repartida de um separador trifásico de alta pressão de um trem de produção em um FPSO. Esta unidade opera em águas jurisdicionais brasileiras acima de 2000 metros de lâmina d’água e faz parte da frota de uma empresa que fornece soluções de produção para indústria de energia “*offshore*”. É válido ressaltar que a análise se baseou em um procedimento real compartilhado por um dos integrantes do grupo.

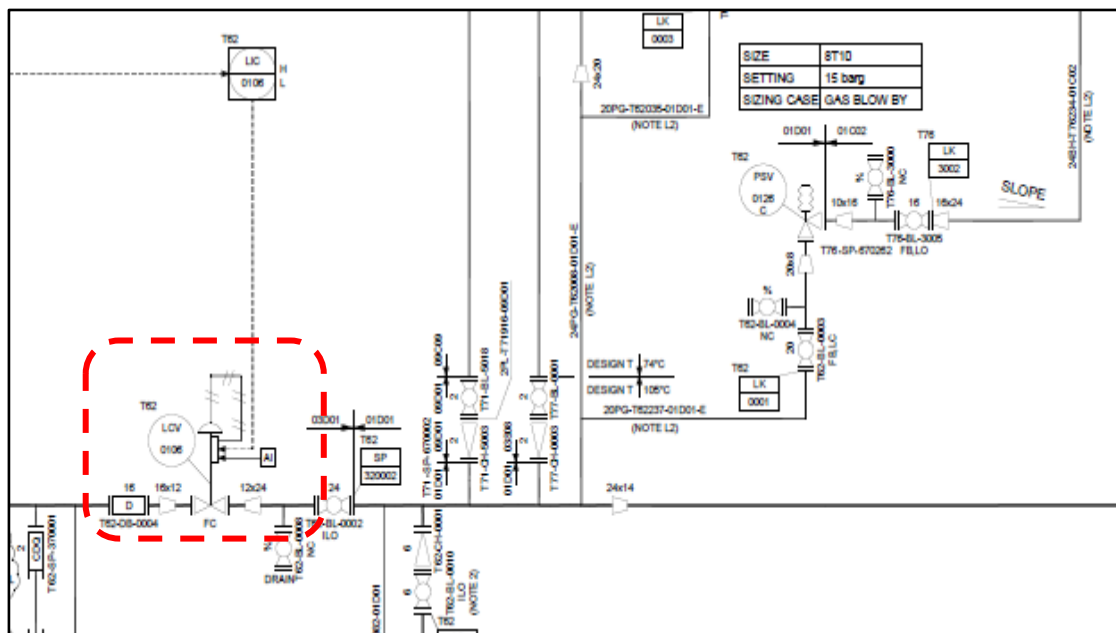
A escolha do procedimento de repartida do separador trifásico de alta pressão se deve à sua criticidade, pois a falha de execução deste procedimento ocasiona um evento catastrófico, de acordo com a matriz de risco da empresa analisada. O sucesso da atividade consiste em preparar e repartir o separador de alta pressão dentro dos parâmetros operacionais. Consequentemente, o insucesso é a repartida do separador fora dos parâmetros operacionais, podendo ocasionar evento indesejado para segurança de processo.

Para fins de simplificação da análise, o grupo se concentrou nas etapas da tarefa crítica que poderiam ocasionar o evento de maiores proporções, as quais consistem na operação da válvula de controle de nível manual “T62-LCV-0106”, que caso seja deixada aberta ou seja aberta abruptamente, durante a repartida do separador, ocasionaria o fluxo de óleo maior que o esperado na descarga do separador e, consequentemente, a queda abrupta de nível no interior do separador, ocasionando o desprendimento de gás do líquido que migra para a descarga de óleo cru do separador (evento conhecido como “*gas blow by*”), aumentando assim a pressão

no sistema a jusante do vaso. Segundo a análise de risco, a consequência deste cenário é perda de contenção, fogo, explosão ou ferimentos, podendo vir a ocasionar até mais de 3 fatalidades.

A Figura 2 apresenta a válvula de controle de nível “T62-LCV-0106” do tipo diafragma e falha fecha, com atuação pneumática, instalada na descarga de óleo cru do vaso.

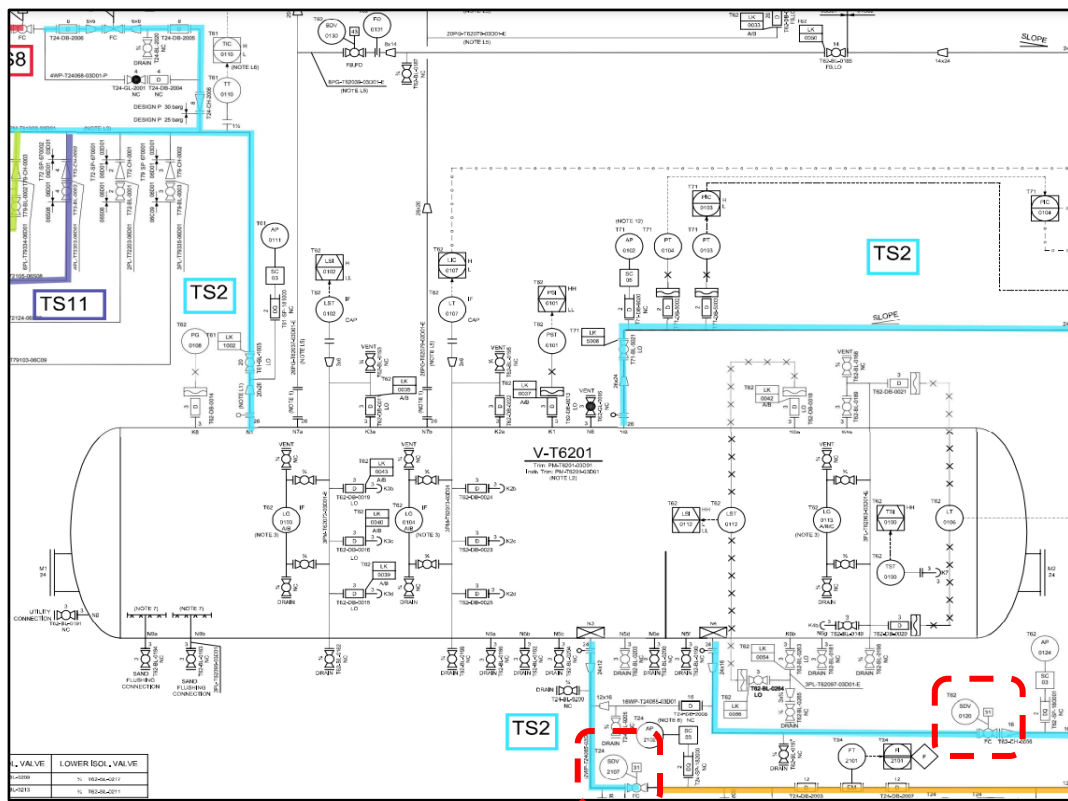
Figura 2 - Válvula de controle de nível “T62-LCV-0106”.



Fonte: Arquivo fornecido por um dos integrantes do grupo.

A Figura 3 apresenta o sistema do separador trifásico de alta pressão, onde o trecho indicado na cor azul contempla a entrada e a descarga do separador, com destaque para as válvulas de fechamento de emergência (do inglês, *Shut Down Valves – SDV*) “T62-SDV-0120” e “T24-SDV-2107”, que são salvaguardas para o cenário analisado.

Figura 3 – Esquema do sistema do separador trifásico de alta pressão, com destaque para os trechos de carga e descarga do vaso e as SDV existentes.



Fonte: Arquivo fornecido por um dos integrantes do grupo.

2.2 ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA “PETRO-HRA”

A Petro-HRA é uma metodologia para avaliação qualitativa e quantitativa da confiabilidade humana que utilizou como base a metodologia SPAR-H para o modelo de quantificação, buscando adaptar o método SPAR-H, já validado na indústria nuclear, para a indústria de óleo e gás. A metodologia consiste de identificação sistemática, modelagem e avaliação de tarefas que afetam o risco de acidentes maiores dessa indústria (Bye *et al.*, 2017).

Tal metodologia foi desenvolvida em um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), intitulado “Análise das ações humanas como barreiras em acidentes graves na indústria do petróleo, a aplicabilidade de métodos de análise de confiabilidade humana”, para analisar erros humanos pós-iniciadores¹ e tarefas realizadas em sala de controle, por exemplo, em operações de controle de processo, de perfuração e operações marítimas, podendo ser

¹Os erros humanos podem contribuir para a ocorrência de acidentes maiores ou podem ocorrer durante a resposta à ocorrência do acidente. No primeiro caso, chama-se de erros humanos pré-iniciadores, enquanto, no segundo caso, chama-se de erros humanos pós-iniciadores.

aplicado em tarefas realizadas fora da sala de controle, desde que os seus Fatores Influenciadores de Desempenho, do inglês *Performance Shaping Factors (PSF)*, sejam considerados de grande influência para o cenário (Bye *et al.*, 2017).

A Petro-HRA consiste em sete passos, a saber: (1) Definição do cenário; (2) Coleta de dados qualitativos; (3) Análise da tarefa; (4) Identificação dos erros humanos; (5) Modelagem dos erros humanos; (6) Quantificação dos erros humanos; (7) Redução de erros humanos. O primeiro passo é o mais importante da metodologia, pois define o escopo e os limites da análise a ser feita. O segundo passo consiste na coleta dos dados qualitativos sobre o cenário selecionado, buscando detalhar a tarefa a ser analisada de modo obter o máximo de informação possível sobre os fatores que podem afetar o desempenho humano durante a sua execução. O terceiro passo consiste na descrição das etapas da tarefa e na busca de meios sistemáticos de organizar essa informação, de modo a permitir uma maior compreensão sobre como se dá a execução da tarefa escolhida, identificando as ações humanas a serem tomadas. O quarto passo busca identificar os potenciais erros humanos relacionados as ações de cada etapa da tarefa e descreve a consequência provável de cada erro. O quinto passo foca na modelagem da tarefa de modo a correlacionar os erros humanos prováveis aos passos da tarefa e aos fatores influenciadores de desempenho (PSF). O sexto passo consiste na quantificação da probabilidade de erro humano (HEP) de cada etapa analisada da tarefa, por meio de uma fórmula que considera o valor nominal do HEP (0,01) e peso aplicado para os PSF aplicáveis, conforme descrito com mais detalhes no item 2.3.6 a seguir. Por fim, o último passo consiste nas melhorias a serem implementadas de modo a minimizar o risco por meio da redução da probabilidade do erro humano.

Por fim, este método tem por objetivo principal avaliar qualitativa e quantitativamente a probabilidade de erros humanos pré-iniciadores, identificando as tarefas mais sensíveis aos erros humanos e os fatores influenciadores de desempenho (PSF) que mais contribuem para a probabilidade de erro, podendo ser utilizado dentro do contexto da análise quantitativa de riscos (QRA) ou como uma análise individual, como é o caso do estudo de caso aplicado no presente trabalho.

2.3 ESTUDO DE CASO

A seguir, será apresentado o estudo de caso que consiste na aplicação dos 7 passos da metodologia ao procedimento e cenário escolhido pelo grupo. O Apêndice A deste trabalho apresenta o detalhamento de todos os passos a seguir.

2.3.1 Passo 1: Definição do cenário

- **Cenário:** Evento de “*gas blow by*” na descarga de óleo cru do separador trifásico de alta pressão, ocasionando perda de contenção e resultando em fogo, explosão e múltiplas fatalidades (mais de 3 pessoas).
- **Início do evento:** T62-LCV-0106 é deixada aberta (posição correta é fechada) durante a pré-partida do separador trifásico, ou é aberta abruptamente durante a repartida do separador.
- **Eventos intermediários:** Aumento de fluxo de óleo (acima do esperado) na descarga do separador de alta pressão; queda de nível no separador; desprendimento de gás do líquido que migra para o sistema a jusante (*gas blow by*); e aumento da pressão do sistema à jusante do separador de alta pressão.
- **Finalização do evento (Sucesso):** atuação da PSV (T62-PSV-0126 A/B/C) liberando a sobrepressão da linha de descarga do separador, evitando perda de contenção no sistema à jusante do vaso.
- **Finalização do evento (Fracasso):** ruptura da linha de descarga do separador, causando perda de contenção, em que as consequências esperadas são incêndio, explosão ou danos graves a pessoas (potencial para mais de 3 fatalidades).

2.3.2 Passo 2: Coleta de dados qualitativos

Neste passo, o grupo buscou analisar o cenário do estudo de risco selecionado e o procedimento da tarefa crítica, respondendo às perguntas orientativas definidas na metodologia PETRO-HRA, para entender melhor as características da tarefa e sua relação com o cenário selecionado. Os dados coletados são apresentados no Apêndice A deste trabalho.

2.3.3 Passo 3: Análise da tarefa

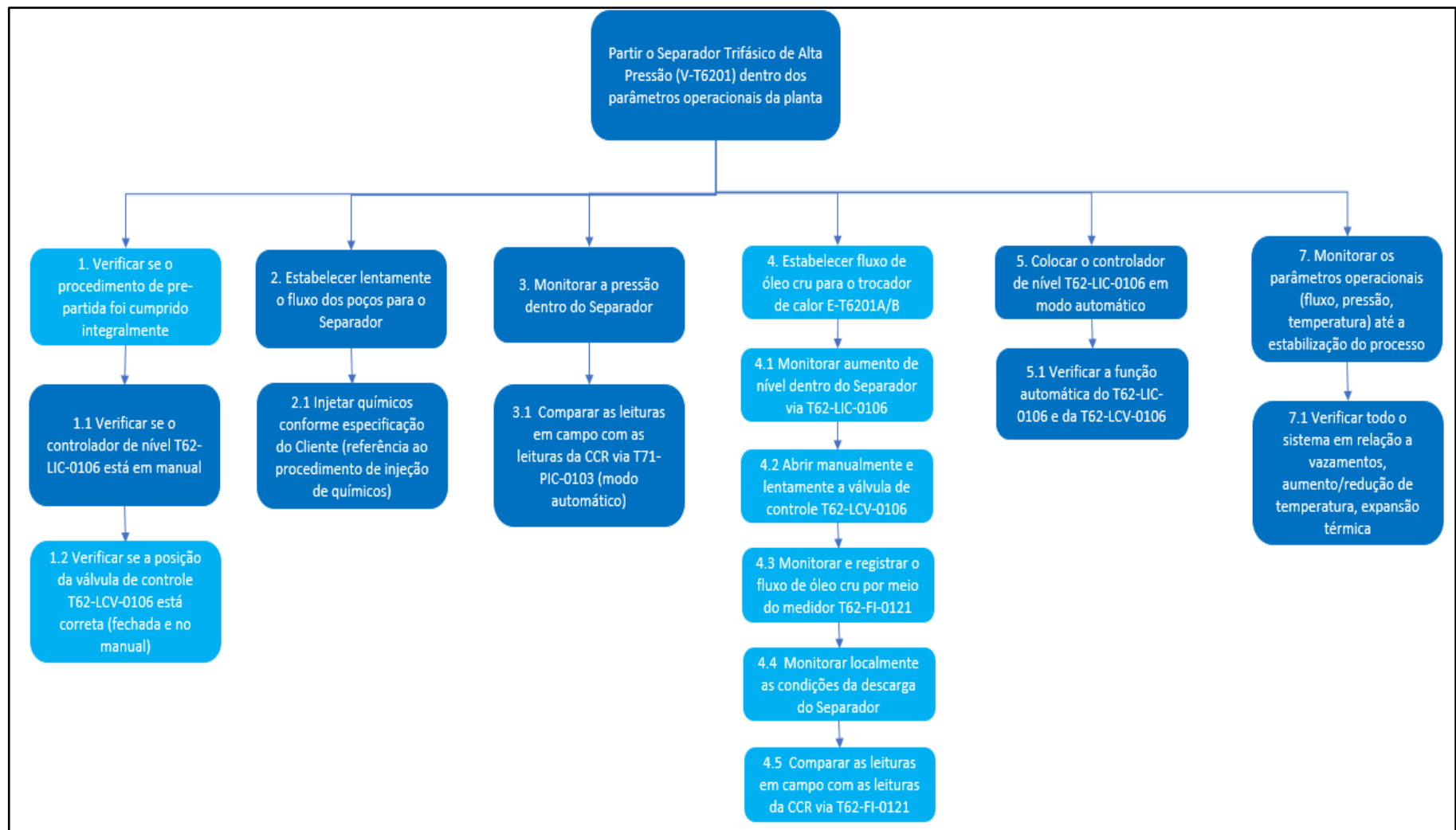
Nesta etapa, o grupo buscou desmembrar o procedimento de repartida do separador trifásico de alta pressão em uma análise hierárquica de tarefa, por meio da qual foi possível definir as subtarefas mais relevantes e de interesse. Como premissa, o grupo selecionou as subtarefas nas quais os erros humanos potenciais podem levar ao manuseio incorreto da válvula de controle de nível “T62-LCV-0106” (posição incorreta ou abertura completa abrupta), provocando o cenário descrito no item 2.2.1 (Passo 1).

A Figura 4 apresenta a Análise Hierárquica da Tarefa (HTA) realizada, destacando em azul mais escuro as subtarefas relevantes para o cenário analisado e selecionadas para a etapa de quantificação do estudo de caso (Passos 5 e 6 a seguir). Ressalta-se que a Análise

Hierárquica da Tarefa (HTA) e também a Análise Tabular da Tarefa podem ser consultadas por meio do Apêndice A.

Para selecionar as subtarefas mais relevantes para o cenário do estudo de caso, o grupo adotou como premissa identificar aquelas nas quais os erros humanos potenciais podem levar ao manuseio incorreto da válvula de controle de nível T62-LCV-0106 (posição incorreta ou abertura completa) e, conseqüentemente, provocando um fluxo maior que o esperado na descarga de óleo cru do Separador, reduzindo o nível de líquido no interior do vaso, causando a migração de gás pela linha de descarga de óleo cru do Separador (gas blow by), provocando um aumento excessivo de pressão nessa linha e, por fim, ocasionando perda de contenção cujas conseqüências esperadas são fogo, explosão e múltiplas fatalidades (mais de 3 pessoas).

Figura 4 – Análise Hierárquica da Tarefa (HTA), destacando as subtarefas de interesse para o cenário definido.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3.4 Passo 4: Identificação dos erros humanos

Foram identificados os possíveis erros humanos relacionados as subtarefas:

- **Erros de ação:**

A4 - Operação com muita ou pouca força

A8 - Operação omitida

- **Erros de verificação:**

V1 - Verificação omitida

V2 - Verificação incompleta

- **Erros de comunicação de informação:**

I2 - Informação errada comunicada

2.3.5 Passo 5: Modelagem dos erros humanos

O quinto passo consistiu na modelagem dos erros humanos por meio da construção de uma árvore de falhas para o cenário selecionado, conforme Figura 5. Observe que as caixas na cor azul escura representam as subtarefas associadas a erros relacionados à ação humana.

2.3.6 Passo 6: Quantificação dos erros humanos

Para a quantificação dos erros humanos, foi utilizada a fórmula definida por Bye *et al.*, (2017):

$$HEP = (Nominal\ HEP) \times Nível\ PSF \quad (Eq. 1)$$

No qual,

HEP = Probabilidade de erro humano (do inglês, *Human Error Probability*), a saber 0,01

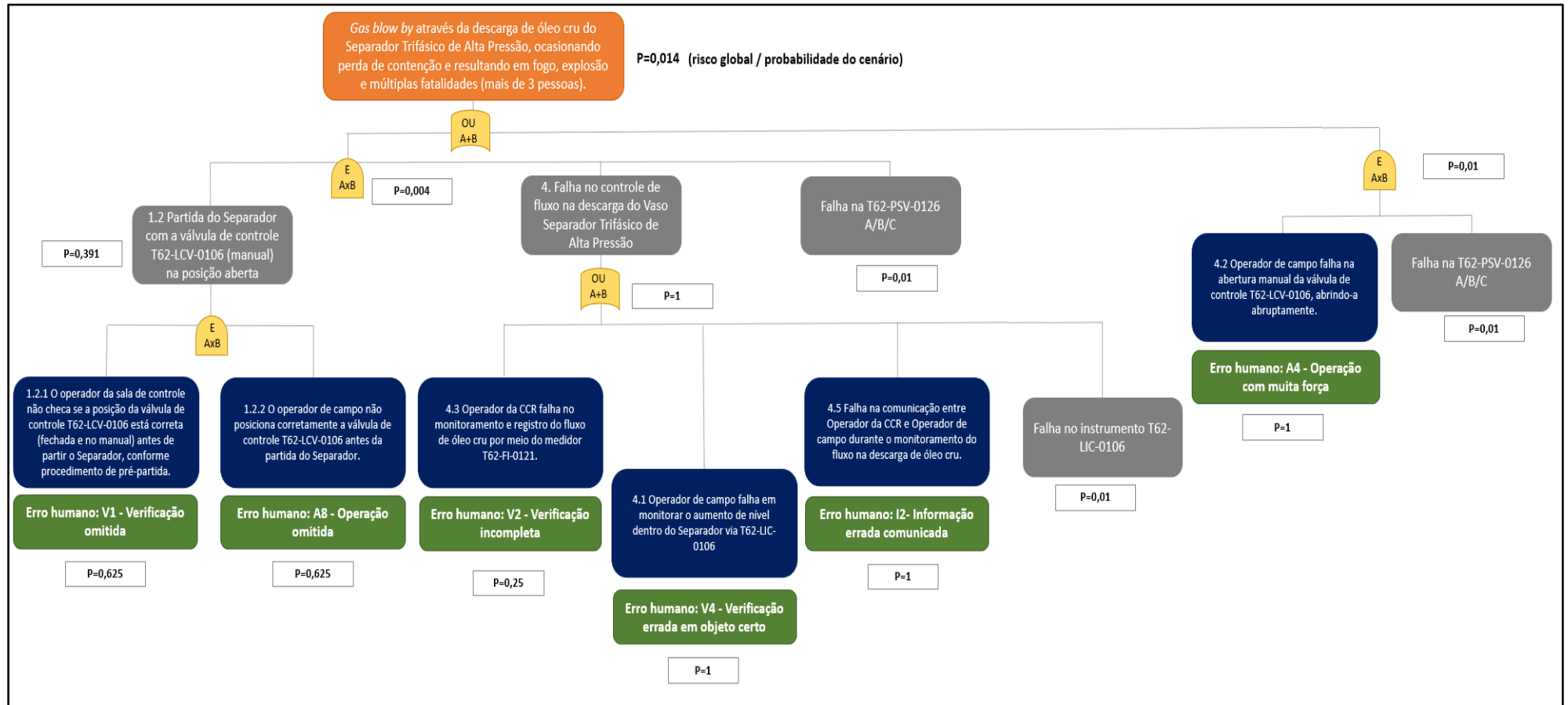
Nível PSF = Nível dos fatores influenciadores de desempenho

Para cada subtarefa analisada, atribuiu-se um nível para os PSF com base na sua relevância para contribuir com o erro humano potencial e calculou-se a probabilidade de ocorrência de erro humano, o seu HEP. Ressalta-se que o HEP consiste em probabilidade e, portanto, deve estar entre 0 e 1. Assim, para as subtarefas para as quais o grupo encontrou HEP maior que 1, por orientação do método Petro-HRA, o HEP dessas subtarefas foram arredondadas para 1.

Adicionalmente, a partir da árvore de falhas elaborada no passo 5, conheceu-se a relação entre as subtarefas do procedimento crítico e as salvaguardas consideradas no estudo de risco para o cenário avaliado, bem como o risco global do cenário de *gas blow by*

selecionado. O Apêndice A apresenta mais detalhes da árvore de falhas com o cálculo das probabilidades.

Figura 5 – Árvore de falhas com os erros humanos e suas probabilidades.



Fonte: Elaborado pelos autores (versão original é apresentada no Apêndice A).

2.3.7 Passo 7: Redução dos erros humanos

Durante o último passo (passo 6), identificou-se que a subtarefa “4.2 Operador de campo falha na abertura manual da válvula de controle T62-LCV-0106, abrindo-a abruptamente” é a que possui maior contribuição dos fatores influenciadores de desempenho sugeridos pela Petro-HRA e, conseqüentemente, é mais sensível à ocorrência de um erro humano que pode gerar o cenário de *gas blow by*.

Além disso, para esta subtarefa, foram identificados quatro fatores influenciadores de desempenho como tendo impacto mais significativo, a saber: tempo disponível; experiência/treinamento; procedimentos; e trabalho em equipe. Assim, no passo 7 do método, o grupo realizou a proposição de estratégias e medidas para mitigação de erros humanos para esses quatro PSFs da subtarefa 4.2. As seguintes estratégias de redução de erros (ERS) e medidas de redução de erros (ERM) foram desenvolvidas com base nas conclusões do Petro-HRA.

Como ERS, propõe-se:

- **ERS 1:** Realizar conscientização periódica da gestão dos ativos, bem como da força de trabalho, sobre as possíveis conseqüências da não realização adequada dos procedimentos críticos, incluindo o procedimento de pré-partida e partida do Separador.
- **ERS 2:** Incluir na Política de Segurança da Companhia que é proibido acelerar a execução de tarefas críticas.
- **ERS 3:** Estabelecer esses treinamentos regulares (simulador e no campo) como requisitos de treinamento no Sistema de gestão da Companhia, mapeando os operadores que devem possuir tal treinamento, bem como o período requerido para reciclagem.
- **ERS 4:** Definir que todas as comunicações entre operadores de produção durante a execução do procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador devem ser confirmadas através de repetição da informação recebida.

Como ERM, propõe-se:

- **ERM 1:** Fornecer treinamento regular em simulador para operadores de produção, de acordo com o procedimento de pré-partida e partida do Separador (por exemplo, uma a duas vezes por ano).
- **ERM 2:** Fornecer treinamento regular no local (por exemplo, através de *tablets* anti-explosão - EX) para preparar a resposta esperada do operador em suas próprias instalações para pré-partida e partida do Separador (por exemplo, duas a quatro vezes por ano).

- **ERM 3:** Revisar o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, indicando com detalhes como o operador deve abrir a válvula (por exemplo, indicar quantas graus deve girar a mesma a cada período de tempo).
- **ERM 4:** Criar listas de verificação de acordo com o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, indicando o que cada trabalhador envolvido na atividade deve realizar e qual o resultado esperado após cada ação (por exemplo, posição das válvulas).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento do trabalho, foi possível descrever e detalhar a tarefa escolhida (repartida de um separador trifásico de produção em um FPSO) em etapas, identificando a probabilidade de erro humano para cada etapa, determinar a contribuição dos PSF, identificando a subtarefa de maior HEP, os PSF de maior impacto calculado e propondo estratégias e medidas de mitigação dos erros humanos.

Conforme a análise de falhas da tarefa (Figura 5), observa-se que o evento de *gas blow-by* tem dois eventos intermediários como principais causas:

- (a) a partida do separador com a válvula T62-LCV-0106 aberta, o aumento no fluxo de descarga do separador trifásico de alta pressão, e a falha na T62-PSV-0126 A/B/C;
- (b) a falha na abertura manual da válvula de controle T62-LCV-0106 abrindo-a abruptamente, e a falha na T62-PSV-0126 A/B/C.

A partida do separador com a válvula de controle T62-LCV-0106 na posição errada possui duas ações humanas associadas, a saber: 1- não verificação da posição da mesma pelo operador, de modo a confirmar se esta se encontra na posição recomendada pelo procedimento pré-partida (fechada); e 2- não posicionamento correto da válvula antes da partida do separador.

Já a falha no controle de fluxo na descarga do vaso separador trifásico, pode ocorrer devido ao somatório de três ações humanas (eventos básicos): 1- falha no monitoramento e registro do fluxo de óleo por parte do operador da CCR; 2- falha no monitoramento do aumento de nível dentro do separador pelo operador de campo; 3- falha na comunicação entre operador da CCR e operador de campo durante o monitoramento de fluxo na descarga de óleo cru.

Ao analisar e quantificar o evento de falha na abertura manual na válvula de controle T62-LCV-0106, verificou-se que este é o evento que possui maior sensibilidade à contribuição

dos fatores influenciadores de desempenho (PSFs) e, portanto, é mais relevante para a ocorrência de um erro humano que leve ao cenário avaliado de *gas blow by*. Ressalta-se que o HEP calculado para essa etapa foi de 25, o qual foi arredondado para 1 por força do método Petro-HRA.

Após a quantificação de erros humanos realizada no passo 6, também foi possível perceber que os fatores influenciadores de desempenho mais relevantes foram: (a) o tempo disponível para os operadores executarem a tarefa; (b) a experiência/treinamento no procedimento crítico de pré-partida; (c) o procedimento em si, que orienta o trabalhador a abrir a válvula lentamente, mas não especifica como essa etapa deve ser realizada, além de ter um conteúdo muito extenso, facilitando o erro; (d) o trabalho em equipe, que apesar de ter sido identificado como adequado, em caso de erro de comunicação e/ou entendimento pode levar à falha na execução da tarefa.

Devido aos fatores influenciadores de desempenho descritos acima, o grupo propôs medidas de redução de erros, de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência dos erros humanos analisados na etapa 4.2 de abertura abrupta da T62-LCV-0106. Em síntese, as medidas estão relacionadas a treinamentos e conscientização da força de trabalho; inclusão na Política de Segurança da companhia de que tarefas críticas não devem ser aceleradas; revisão do procedimento crítico; criação de *checklist* de acordo com o procedimento crítico de pré-partida e partida do separador; definição da confirmação de informação durante processo de comunicação dos operadores do campo e da sala de controle.

Por fim, ressalta-se que a metodologia Petro-HRA realmente apresenta aplicação simples e intuitiva, desde que o cenário identificado e o resultado do sucesso e insucesso estejam claramente identificados. A parte mais complexa do trabalho consistiu no entendimento do procedimento da tarefa escolhida, de modo a conseguir perceber claramente as subtarefas da tarefa em análise, o cenário crítico envolvido, as salvaguardas existentes e os responsáveis pela sua execução. Por este motivo, faz-se imprescindível a participação de pessoas conhecedoras do procedimento e do cenário selecionados, incluindo os operadores de campo e da sala de controle, para que se possa atingir resultados confiáveis.

4 REFERÊNCIAS

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. API RP 755: Fact Sheet. 2019. Disponível em: < <https://www.api.org/-/media/Files/Oil-and-Natural-Gas/Refining/Process%20Safety/RP-755-Fact-Sheet.pdf?la=en&hash=7042F2A947B93917CA746C825DF45AD316A24947> > Acesso em 10/09/2021.

BYE ET AL. The Petro-HRA Guideline. 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/326156394_The_Petro-HRA_Guideline > Acesso em 12/09/2021.

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY. Process Safety Beacon: Messages for Manufacturing Personnel. 2005. Disponível em: < <https://www.aiche.org/ccps/resources/process-safety-beacon/archives/2005/december/english> > Acesso em 09/09/2021

ENERGY INSTITUTE. Managing major accident hazard risks (people, plant and environment) during organizational change. 2020. Disponível em: < <https://www.hpog.org/assets/documents/WEB-VERSION-Managing-major-accident-hazard-risks-25.06.19.pdf> >

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *Introduction to human factors*. 2021. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/introduction.htm> > Acesso em 08/09/2021

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. Human factors: Procedures. 2021. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/procedures.htm> > Acesso em 10/09/2021.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *HSG48: Reducing error and influencing behaviour*. 1999. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg48.pdf> > Acesso em 08/09/2021

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *HSG256: Managing shiftwork*. 2006. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg256.pdf> > Acesso em 06/08/2021

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. Human factors in the management of major accident hazards. 2005. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/toolkit.pdf> > Acesso em: 09/09/2021

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. Human factors: Managing human failures. 2021. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/humanfail.htm> > Acesso em 03/01/2022

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. Review of human reliability assessment methods. 2009. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr679.pdf> > Acesso em 09/09/2021

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL AND GAS PRODUCERS. Understanding and managing human factors in the wells sector. 2020. Disponível em: < <https://www.iogp.org/bookstore/product/understanding-and-managing-human-factors-in-the-wells-sector/> > Acesso em: 09/09/2021.

MANNA G, et al. Human and Organizational Factors in Nuclear Installations: Analysis of Available Models and Identification of RandD Issues. EUR 23226 EN. Luxembourg (Luxembourg): OPOCE; 2007. JRC42236. Disponível em: < <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC42236> > Acesso em 09/09/2021

NASCIMENTO, C. S. Analysis of the Influence of Human Factors on Main Chemical and Nuclear Plants Accidents Occurred on Last Decades. Belo Horizonte, 2011.

REASON, J. Human error. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

RIBEIRO, A. Fatores humanos (2021) [Material de aula referente a disciplina de “Fatores Humanos” lecionada durante a Pós Graduação de Segurança de Processos no SENAI CETIQT

APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS PASSOS DA METODOLOGIA

Passo 1: Definição do cenário

Passo 1 - Definição de cenário (Gas blow-by durante o processo de partida do Separador de Alta Pressão)		
Tópico	Descrição	Comentários
Localização e ambiente externo		
Localização do evento	O evento ocorre no separador de alta pressão de um trem de produção de uma unidade flutuante de produção, estocagem e transferência de petróleo (FPSO) operando no Brasil.	
Condições ambientais externas	Profundidade de lâmina d'água: aproximadamente 2140 metros	
Sistema e contexto da tarefa		
Modo operacional	O separador de alta pressão encontra-se em modo NÃO OPERACIONAL, e a atividade consiste da preparação para partida e do processo de partida em si do equipamento.	
Sistemas de segurança/Barreiras	T62-LCV-0106 (Controlador de nível); T62-SDV-0120 (Shutdown valven saída de óleo do separador).	
Funções e responsabilidades	O procedimento é executado pelo operador de campo, em conjunto com o operador da sala de controle.	
Sequência do evento e duração		
Início do evento	T62-LCV-0106 é deixada aberta (posição correta é fechada) durante pre-start up e start-up do separador trifásico do trem de produção do FPSO.	
Eventos intermediários	Aumento de fluxo de óleo (acima do esperado) na descarga do separador de alta pressão; Queda de nível no separador; Despreendimento de gás do líquido que migra para o sistema a jusante (gas blow-by); Aumento da pressão do sistema à jusante do separador de alta pressão.	
Finalização do evento (sucesso)	Atuação da PSV (T62-PSV0126) liberando a pressão da linha, evitando aumento da pressão do sistema à jusante.	
Finalização do evento (fracasso)	Rompimento da linha à jusante, causando perda de contenção, incêndio, explosão e danos graves a pessoas (potencial para mais de 3 fatalidades).	

Ref. "PETRO-HRA Guideline", tabela 3, Pag 29.

Lista de perguntas para reuniões iniciais

Pergunta	Objetivo	Comentários
Perguntas relevantes para a Análise Quantitativa de Risco		
Qual cenário de acidente grave é relevante para esta HRA e qual a importância desse cenário para o quadro geral de risco para o QRA?	Fornecer informações sobre como o cenário é representado no QRA e a significância do risco do cenário.	Aumento de pressão do sistema a jusante do separador de alta pressão, resultante do gas blow-by.
Como o cenário provavelmente se desenvolverá, conforme definido pelo QRA?	Fornecer informações sobre a sequência de eventos conhecida e escala de tempo.	O cenário se desenvolverá com o aumento de fluxo de óleo (acima do esperado) na descarga do separador de alta pressão devido a falha no controle de nível do separador (T62-LCV0106 aberto). Então, ocorrerá a queda de nível no separador e o despreendimento de gás do líquido que migra para o sistema a jusante (gas blow-by). Assim, haverá aumento da pressão do sistema a jusante do separador de alta pressão. Podendo ocasionar, no caso de falha da SDV, perda de contenção, incêndio, explosão e danos graves a pessoas (com potencial para mais de 3 fatalidades).
Quais são os comportamentos, condições e maneiras esperados em todo o cenário?	Fornecer informações sobre os parâmetros que ajudarão a definir o cenário e quaisquer limitações ou limites.	Os parâmetros que ajudarão a definir o cenário são: nível, pressão e temperatura. Conforme passos de 10 a 13, a configuração correta da instrumentação relacionada a esses parâmetros faz parte do processo do checklist de pré-partida do separador de alta pressão.
Quando são necessárias ações críticas do operador, conforme definido pela QRA?	Fornecer informações sobre em que ponto do cenário o operador deve intervir.	A ação crítica do operador, conforme definido pelo HAZOP consiste em manter a T62-LCV0106 fechada, conforme passo 13 do checklist de pré-partida do separador de alta pressão.

Perguntas relevantes para as operações		
Qual é o papel do operador humano neste cenário e onde o operador provavelmente está localizado?	Fornecer informações sobre o que o operador deve fazer durante o cenário e essas são ações baseadas na sala de controle ou no campo.	O operador deve: - ser capaz de garantir a disponibilidade dos sistemas mínimos definidos do check-list de pré-partida do separador trifásico de alta pressão;
Quais são as tarefas críticas ou ações do operador neste cenário, e quais fatores irão desempenhar um papel no sucesso dessas tarefas ou ações?	Fornecer informações sobre quais tarefas ou ações provavelmente terão o impacto mais significativo nas funções de barreira de segurança ou no resultado bem-sucedido da tarefa se não forem realizadas corretamente.	A ação crítica do operador, conforme definido pelo HAZOP, consiste em manter a R62-LCV0106 fechada, conforme passo 13 do check-list de pré-partida do separador de alta pressão.
Que pistas, alarmes, feedback do sistema ou outras indicações o operador provavelmente receberá?	Fornecer informações sobre como o operador deve saber que algo deu errado e o que fazer a seguir.	Alarmes dos controladores de temperatura (T61-TIC-0110), pressão (T71-PIC-0103) e nível (T62-LIC-0106 e T62-LIC-0107) atuação/posição das válvulas (T62-SDV-0120 e T24-SDV-2107).
Quanto tempo está disponível para o operador implementar as ações necessárias?	Fornecer informações sobre se essas ações são alcançáveis dentro do prazo determinado.	Os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
Quais equipamentos, ferramentas, informações e permissões são necessários para que o operador execute as ações necessárias?	Fornecer informações sobre as prováveis interações homem-sistema (HSIs) em todo o cenário.	O sistema de instrumentação e controle deve estar operacional; As devidas autorizações para realização do trabalho devem ser emitidas; As ações do checklist de preparação para partida do separador de alta pressão devem ser executadas (o procedimento deve estar claro e os anexos disponíveis); Sistema da sala de controle para monitoramento das condições operacionais da unidade e confirmação das leituras remotas.
Quando o operador é obrigado a tomar decisões e que tipos de decisões eles terão que tomar?	Quando o operador é obrigado a tomar decisões e que tipos de decisões eles terão que tomar?	De acordo com o procedimento, o operador é obrigado a tomar decisões quando o nível de gás do separador demandar por exemplo um direcionamento do gás para o flare de alta pressão. Além disso, ele necessitará ter uma tomada de ação caso alguma inibição de manutenção tenha sido realizada (decisão de reestabelecimento da mesma). As demais ações, não consistem de um direcionamento para tomada de decisão.
É provável que os operadores tenham experimentado um cenário semelhante antes?	Fornecer informações sobre a experiência operacional ou relatórios de eventos que podem informar a análise.	Não.
Os operadores são treinados em como responder a este cenário?	Fornecer informações sobre procedimentos de resposta a emergências ou outras orientações para apoiar o operador e familiaridade dos operadores com a	Sim. Há treinamento de competência no procedimento relacionado à essa atividade.

	resposta necessária.	
É possível para o operador se recuperar de uma ação anterior que pode ter falhado?	Fornecer informações sobre se as ações são verificadas ou verificadas à medida que são realizadas e se há tempo e recursos para replanejar a resposta.	Sim, há uma válvula de parada do sistema, a T62-SDV-0120. No caso de gas blow-by ocorrerá a atuação das PSVs T62-PSV0126 A/B/C redirecionando o fluido para o flare.
Há algum problema conhecido neste local que poderia influenciar o resultado bem-sucedido deste cenário?	Fornecer informações sobre fatores relacionados à instrumentação, alarmes, treinamento, níveis de tripulação, etc. que podem influenciar negativa ou positivamente o resultado	Não foi possível afirmar com base no procedimento, porém entende-se que fatores como a garantia da integridade do sistema de instrumentação e alarmes, bem como treinamento e competências do operador podem influenciar no resultado bem-sucedido deste cenário.

Ref. "PETRO-HRA Guideline", tabela 1, Pag 23.

Resultados esperados	
Descrição dos resultados esperados da identificação de tarefas iniciais	Comentários
Um conhecimento de alto nível das tarefas do operador que são executadas durante o cenário.	O operador deve ter conhecimento: do cenário mais crítico associado ao procedimento de partida do separador de e de e de quais atividades são associadas a ele e devem ser executadas; dos parâmetros operacionais e posicionamento correto das válvulas para a correta detecção e atuação em caso de qualquer anomalia.
Uma representação visual das tarefas que podem ser usadas como base para discussão durante a etapa de coleta de dados qualitativos.	A ser detalhada na Aba "Passo 3 - Análise da tarefa".
Identificar lacunas de conhecimento sobre como o operador irá responder durante o cenário.	Possível lacuna de conhecimento do Manual de Operações (procedimento relacionado com a atividade em questão), que contém as ações para partida do Separador trifásico e também ações para recuperação em caso de descontrole.

Ref. "PETRO-HRA Guideline", tabela 1, Pag 31.

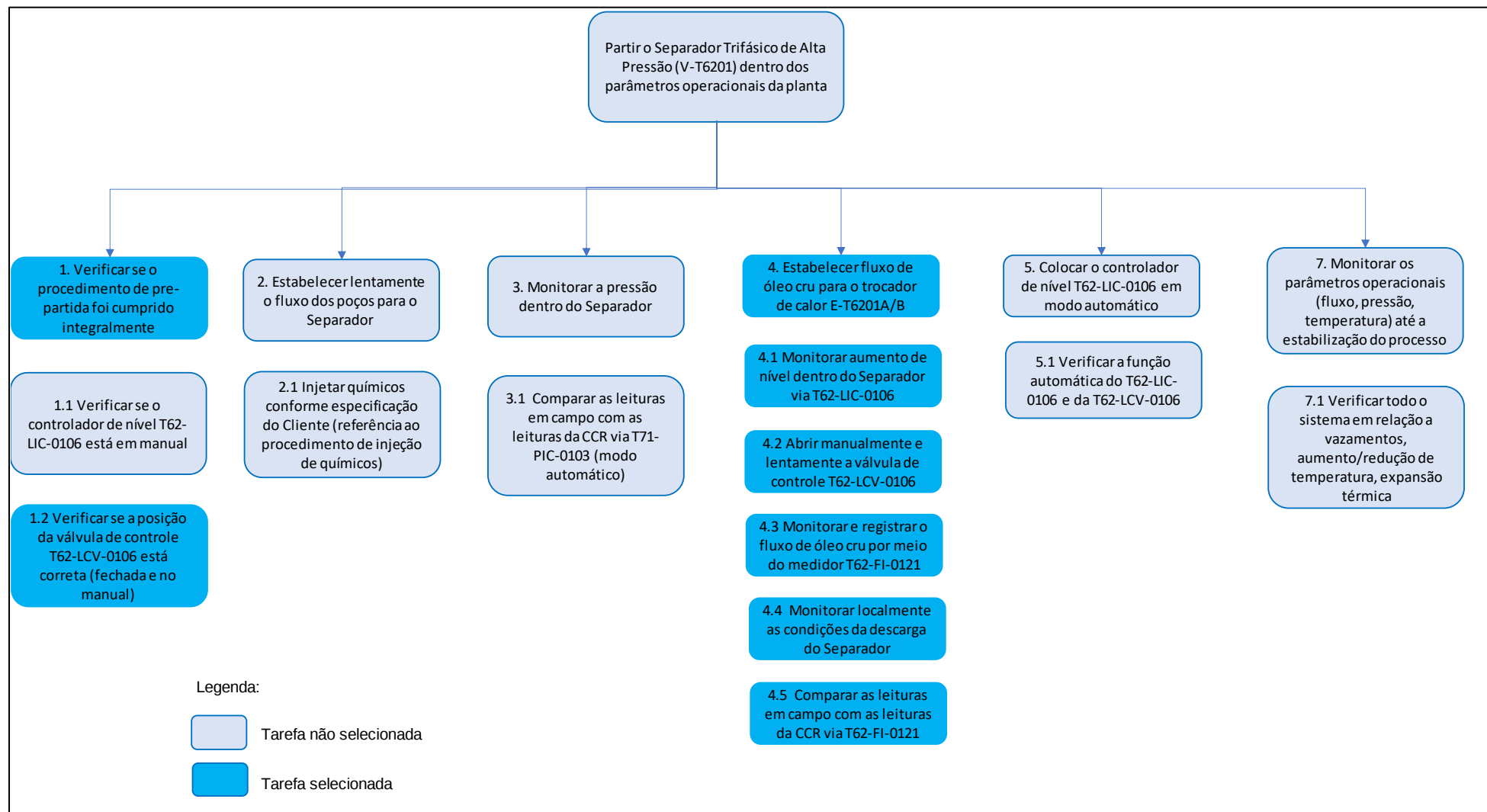
Passo 2: Coleta de dados qualitativos

Passo 2 - Lista de tópicos para revisão procedimental do cenário		
#	Tópico	Comentários
1	Compreensão clara do cenário e requisitos para a resposta do operador	Os operadores conhecem o procedimento, o cenário e as ações que devem tomar. Mas há potencial de ocorrer pequena divergência de entendimento entre os operadores (operador da sala de controle e operador de campo).
2	Facilidade de uso de controles e telas durante o cenário	A tela do Separador HP V-6201 é de fácil acesso e todos os seus dispositivos periféricos estão na mesma tela, exceto a LCV-0106 que está na tela adjacente.
3	Disponibilidade e uso de documentação de apoio, como procedimentos de resposta a emergências	Sim. Os procedimentos de emergência atualizados estão impressos em cópias controladas em pastas no escaninho ao lado do console da sala de controle. Os operadores tem acesso às versões digitais com acesso ao sistema corporativo.
4	Resolução de problemas, tomada de decisão e estratégias e protocolos de ação	Sim. Os operadores tem autonomia de tomada de decisão nestes casos, sem necessidade de consulta ao supervisor do turno.
5	Nível e qualidade do treinamento no cenário de análise	Após a revisão quinquenal do HAZOP da unidade (com participação de alguns operadores) foi feito workshop interno onde a Sociedade Classificadora certificadora do HAZOP apresentou os cenários para toda a tripulação envolvida. A matriz de treinamento da unidade estabelece uma reciclagem anual dos trabalhadores neste HAZOP. Alguns operadores questionaram o fato de terem tido pouca participação (voz ativa) nestes treinamentos.
6	Qualidade do ambiente de trabalho, telas e controles	Alguns relatos de manutenções de longa duração no sistema de ar condicionado no turno da noite. Alguns relatos de demora no atendimento dos pedidos de compras das cadeiras. Telas foram substituídas no último ano por monitores mais modernos que os originais da unidade. As rotulagens só são permitidas com anotações oficiais no próprio sistema, citando o número da MOC como referência.
7	Nível e qualidade do trabalho em equipe e comunicação entre os operadores	Os cartazes de uma campanha recente sobre a necessidade de comunicação em 3 vias estão afixados na sala de controle, com referência ao padrão corporativo que estabelece esta prática. A comunicação em 3 vias é utilizada, bem como o alfabeto fonético internacional. Observado o uso da língua inglesa e língua portuguesa nas comunicações, sem padronização.
8	Dificuldades reais ou percebidas associadas à resposta ao cenário	A resposta necessária é problemática, pois pode envolver fechamento de poços (interface com cliente) e devido a velocidade do "gás blowby" os cenários podem acontecer mesmo com a atuação correta do operador.

Resultados esperados	
Descrição dos resultados esperados da identificação de tarefas iniciais	Comentários
Informação detalhada sobre as tarefas e responsabilidades do operador no cenário, nas tarefas realizadas e o tempo necessário para realizar cada tarefa.	Procedimento crítico com descrição da tarefa e do sistema - Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida).
Informação detalhada dos equipamentos, ferramentas, controles e displays que o operador irá utilizar.	Procedimento crítico com descrição da tarefa e do sistema - Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida).
Detalhar a informação sobre o contexto do local e limitações para a resposta do operador ao cenário e como isso pode afetar a performance humana.	Procedimento crítico com descrição da tarefa e do sistema - Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida).

Ref. "PETRO-HRA Guideline", tabela 4, Pag 32

Passo 3.1: Análise da tarefa (Análise Hierárquica da Tarefa - HTA)



Premissa adotada para seleção das subtarefas do procedimento crítico a serem analisadas: O grupo selecionou as subtarefas nas quais os erros humanos potenciais podem levar ao manuseio incorreto da válvula de controle de nível T62-LCV-0106 (posição incorreta ou abertura completa), provocando um fluxo maior que o esperado na descarga de óleo cru do Separador, reduzindo o nível de líquido no interior do vaso, causando a migração de gás pela linha de descarga de óleo cru do Separador (gas blow by), provocando um aumento excessivo de pressão nessa linha, ocasionando perda de contenção cujas consequências esperadas são fogo, explosão e múltiplas fatalidades (mais de 3 pessoas).

Passo 3.2: Análise da tarefa (Análise Tabular)

Passo nº	Descrição	Procedimento/ Documento	A deixa	Feedback	HMI / Display / Controles	Responsável	Erro potencial	Consequência provável	Oportunidade de recuperação	PSF	Premissas
0	Partir o Separador Trifásico de Alta Pressão (V-T6201) dentro dos parâmetros operacionais da planta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plano 0	Faça 1 a 4 em sequência	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Verificar se o procedimento de pre-partida foi cumprido integralmente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plano 1	Faça 1.1 a 1.2 em qualquer ordem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2.1	Verificar se a posição da válvula de controle T62-LCV-0106 está correta (fechada e no manual)	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 1 - Checar se o procedimento de pré-partida (Apêndice 1) foi seguido integralmente, sendo o seu item 3 referente à verificação se as válvulas manualmente operadas estão na posição correta com base no Apêndice 2 do procedimento	Verificação se as válvulas manualmente operadas estão na posição correta fechado em manual	Válvula em campo	Operadores de produção (de campo e da sala de controle)	V1 - Verificação omitida	Partida do Separador com a T62-LCV-0106 totalmente aberta, provocando fluxo maior que o esperado na linha de descarga de óleo cru do Separador	Operador em campo pode fechar manualmente a T62-LCV-0106 Atuação das salvaguardas T62-LAL/LALL-0112, SDV-0120, T62-PSV-0126 A/B/C	Tempo disponível Experiência / treinamento Procedimentos	

1.2.2	Verificar se a posição da válvula de controle T62-LCV-0106 está correta (fechada e no manual) - caso a posição seja incorreta, corrigir	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 1 - Checar se o procedimento de pré-partida (Apêndice 1) foi seguido integralmente, sendo o seu item 3 referente à verificação se as válvulas manualmente operadas estão na posição correta com base no Apêndice 2 do procedimento	Verificação se as válvulas manualmente operadas estão na posição correta fechado em manual	Válvula em campo	Operador de produção de campo	A8 - Operação omitida	Partida do Separador com a T62-LCV-0106 totalmente aberta, provocando fluxo maior que o esperado na linha de descarga de óleo cru do Separador	Operador em campo pode fechar manualmente a T62-LCV-0106 Atuação das salvaguardas T62-LAL/LALL-0112, SDV-0120, T62-PSV-0126 A/B/C	Tempo disponível Experiência / treinamento Procedimentos	
4	Estabelecer fluxo de óleo cru para o trocador de calor E-T6201A/B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plano 4	<i>Faça 3.1 antes da 3.2, sendo as etapas 3.3 a 3.5 para serem feitas concomitantemente à execução da 3.2</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	Monitorar o aumento de nível dentro do Separador via T62-LIC-0106	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 9 - O operador deve monitorar o aumento do nível dentro do Separador, para então estabelecer o fluxo na descarga de óleo cru de Separador	Sinal do T62-LIC-0106 no painel de controle da CCR e leitura do instrumento na área	Painel de controle da CCR Instrumento em campo	Operadores de produção de campo	V4 – Verificação errada em objeto certo	Leitura incorreta do aumento do nível dentro do Separador, ocasionando decisão incorreta na definição do fluxo na descarga de óleo cru do Separador.	Operador da sala de controle consegue informar a leitura correta por meio da tela da CCR	Tempo disponível Experiência / Treinamento Ambiente físico de trabalho	

4.2	Abrir manualmente e lentamente a válvula de controle T62-LCV-0106	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 9 - O operador deve estabelecer o fluxo na descarga de óleo cru de Separador, abrindo lentamente e manualmente a T62-LCV-0106	Operador da sala de controle confirmando a abertura lenta e manual da válvula	Painel de controle da CCR Válvula em campo	Operadores de produção (da sala de controle e de campo)	A4 - Operação com muita ou pouca força	Abertura completa da T62-LCV-0106, provocando fluxo maior que o esperado na linha de descarga de óleo cru do Separador	Operador em campo pode fechar manualmente a T62-LCV-0106 Atuação das salvaguardas T62-LAL/LALL-0112, SDV-0120, T62-PSV-0126 A/B/C	Tempo disponível Estresse à ameaça Experiência / Treinamento Procedimentos Trabalho em equipe	1. Controle de nível T62-LIC-0106 em manual, uma vez que o sistema estava em partida e estabilização 2. Há um operador na sala de controle de outro em campo, trabalhando em equipe 3. A SDV-0120 estava setada em automático na posição aberta 4. As PSVs são dimensionadas para cenário de gas blow by
4.3	Monitorar o fluxo de óleo cru na linha de descarga por meio do medidor T62-FI-0121	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 9 - O operador deve abrir lentamente e manualmente a T62-LCV-0106, monitorando o fluxo de óleo por meio do medidor T62-FI-0121	Por meio do sinal do T62-FI-0121 no painel de controle da CCR e na leitura na área	Painel de controle da CCR Instrumento em campo	Operadores de produção (da sala de controle e de campo)	V2 - Verificação incompleta	Fluxo maior na descarga do Separador, causando queda nível de líquido no Separador e migração de gás pela linha de descarga de óleo cru (gas blow by), causando aumento excessivo da pressão na linha de descarga de óleo cru podendo levar à perda de contenção, fogo, explosão e múltiplas fatalidades (mais de 3)	Atuação das salvaguardas T62-LAL/LALL-0112, SDV-0120, T62-PSV-0126 A/B/C	Tempo disponível Experiência / Treinamento Trabalho em equipe	1. Controle de nível T62-LIC-0106 em manual, uma vez que o sistema estava em partida e estabilização 2. Há um operador na sala de controle de outro em campo, trabalhando em equipe 3. A SDV-0120 estava setada em automático na posição aberta 4. As PSVs são dimensionadas para cenário de gas blow by

4.4	Monitorar localmente as condições da descarga do Separador (fluxo e pressão)	Manual de Operações - Topside - Processamento de óleo (Apêndice 4 - Partida)	Item 12 - Deve-se monitorar localmente as condições de operação do vaso e comparar com as leituras da CCR	Leitura na área e na CCR dos medidores T62-FI-0121 (fluxo) e T62-PI-0121 (pressão)	Instrumentos em campo / Painel de controle da CCR Instrumento em campo	Operadores de produção (da sala de controle e de campo)	I2- Informação errada comunicada	Fluxo maior na descarga do Separador, causando queda nível de líquido no Separador e migração de gás pela linha de descarga de óleo cru (gas blow by), causando aumento excessivo da pressão na linha de descarga de óleo cru podendo levar à perda de contenção, fogo, explosão e múltiplas fatalidades (mais de 3)	Atuação das salvaguardas T62-LAL/LALL-0112, SDV-0120, T62-PSV-0126 A/B/C	Tempo disponível Experiência / Treinamento Trabalho em equipe	Obs: As etapas 4.4 e 4.5 consistem na mesma etapa do procedimento e, portanto, serão analisadas em conjunto.
4.5	Comparar as leituras em campo com as leituras da CCR via T62-FI-0121										

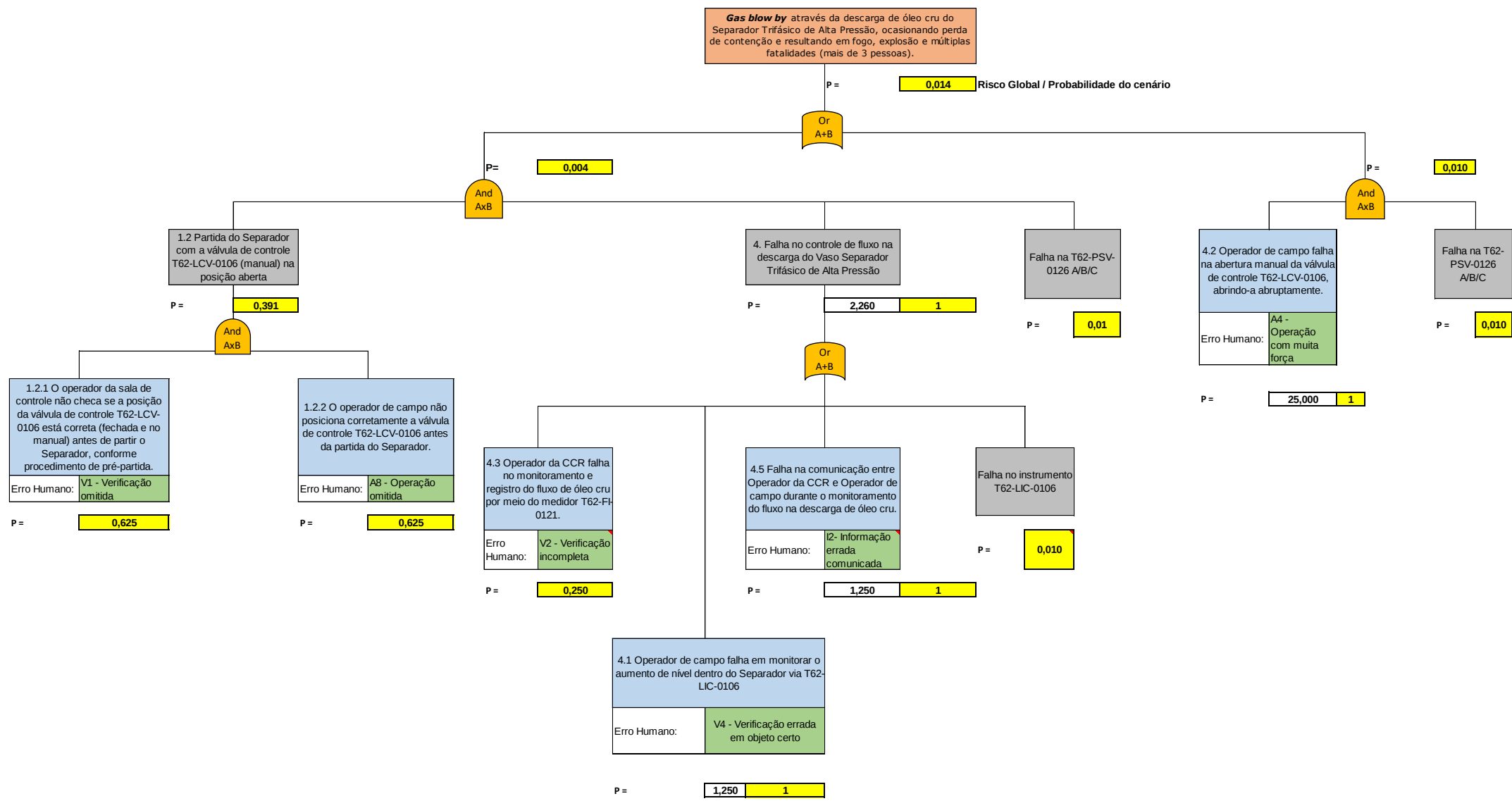
Ref. "PETRO-HRA Guideline", figure 5, Pag 44.

Passo 4: Identificação dos Erros Humanos

Erros de Ação	A1 - Operação muito longa/muito curta
	A2 - Operação em momento errado
	A3 - Operação na direção errada
	A4 - Operação com muita ou pouca força
	A5 – Desalinhar
	A6 - Operação correta no objeto errado
	A7 - Operação errada no objeto certo
	A8 - Operação omitida
	A9 - Operação incompleta
	A10 - Operação errada no objeto errado
Erros de Verificação (checking)	V1 – Verificação omitida
	V2 – Verificação incompleta
	V3 – Verificação certa em objeto errado
	V4 – Verificação errada em objeto certo
	V5 – Verificação no momento errado
	V6 – Verificação errada no objeto errado
Erros de comunicação de informação	I1- Informação não comunicada
	I2- Informação errada comunicada
	I3- Comunicação de informação incompleta
Erro de aquisição	R1- Informação não obtida
	R2- Informação errada obtida
	R3- Informação incompleta
Erro de seleção	S1 – Seleção omitida
	S2 – Seleção errada feita
Erros de decisão	D1 – Decisão correta baseada em informação errada / ausente
	D2 – Decisão incorreta baseada em informação certa
	D3 – Decisão incorreta baseada em informação errada / ausente
	D4 – Falha em tomar uma decisão (empasse)

Ref. The PETRO-HRA Guideline, tabela 6 e 7, Pag 46.

Passo 5: Modelagem do cenário selecionado



Passo 6: Quantificação da probabilidade de erro humano (HEP)

1) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação	FPSO		
Data	Dezembro/2021		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	1.2.1 O operador da sala de controle não checa se a posição da válvula de controle T62-LCV-0106 está correta (fechada e no manual) antes de partir o Separador, conforme procedimento de pré-partida.		
Cenário do evento de falha humana	Partida do Separador com a válvula de controle T62-LCV-0106 (manual) na posição aberta <u>devido V1 - Verificação Omitida</u>		
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,625		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Estresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores não experenciam uma ameaça relacionada à execução da tarefa em questão e, portanto, esse fator não impacta negativamente no desempenho da tarefa.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Complexidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que os operadores de produção contratados possuem qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelos operadores.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	

<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Considerando que o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado possui alguns problemas, tais como: mencionar a etapa da tarefa em uma tabela e o posicionamento correto da válvula em outra, além de ser um documento muito extenso em conteúdo.
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o posicionamento da válvula em campo e a indicação da tela da sala de controle são consideradas interfaces adequadas e confiáveis para a execução da tarefa.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores apresentam atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O trabalho em equipe, entre os operadores de produção da sala de controle e de campo, é considerado adequado para a execução da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	O ambiente físico não contribuiu negativamente para a execução da tarefa, uma vez que o acesso à válvula é adequado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	

2) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA

Instalação	FPSO
Data	Dezembro/2021
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	1.2.2 O operador de campo não posiciona corretamente a válvula de controle T62-LCV-0106 antes da partida do Separador.
Cenário do evento de falha humana	Partida do Separador com a válvula de controle T62-LCV-0106 (manual) na posição aberta <u>devido A8 - Ação Omitida</u>
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,625

Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Estresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores não experenciam uma ameaça relacionada à execução da tarefa em questão e, portanto, não esse fator não impacta negativamente no desempenho da tarefa.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Complexidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o operador de produção contratado possui qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelo operador.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Considerando que o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado possui alguns problemas, tais como: mencionar a etapa da tarefa em uma tabela e o posicionamento correto da válvula em outra, além de ser um documento muito extenso em conteúdo.
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o posicionamento da válvula em campo é considerada interface adequada e confiável para a execução da tarefa.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores apresentam atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Não é relevante para a execução da tarefa, uma vez que essa etapa é realizada individualmente pelo operador de campo.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	O ambiente físico não contribuiu negativamente para a execução da tarefa, uma vez que o acesso à válvula é adequado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	

3) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação	FPSO		
Data	Dezembro/2021		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	4.2 Operador de campo falha na abertura manual da válvula de controle T62-LCV-0106, abrindo-a abruptamente.		
Cenário do evento de falha humana	Falha no controle de fluxo de óleo cru na descarga do Separador <u>devido A4 - Operação com muita força</u> na T62-LCV-0106		
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Estresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	O operador de campo experencia um estresse moderado relacionado à ameaça de execução da tarefa, uma vez que a
	<i>Baixo negativo</i>	5	

	<i>Muito baixo negativo</i>	2	abertura inadequada da válvula de controle pode levar a um cenário de aumento da pressão da linha de descarga de óleo cru do separador, tendo potencial de causar ferimentos ou até morte.
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Complexidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado. Ressalta-se que foi considerada e ponderada a complexidade que o procedimento traz à tarefa e não a complexidade da tarefa em si.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o operador de produção contratado possui qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelo operador.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Considerando que o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado insere uma alta complexidade de entendimento quando orienta o operador a abrir a válvula de controle "levemente", sendo a abertura da válvula inadvertida uma das causas possíveis para o cenário de gas blow by (alta severidade).
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o posicionamento da válvula em campo é considerada interface adequada e confiável para a execução da tarefa.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores apresentam atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	É relevante para a execução da tarefa, uma vez que essa etapa deve ser realizada com a comunicação contínua entre o operador de campo e o operador da sala de controle e qualquer erro de comunicação ou
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	

	Nominal	1	entendimento pode levar à falha na execução da tarefa.
	Baixa positivo	0,5	
	Não é aplicável	1	
Ambiente físico de trabalho	Extremamente alto negativo	HEP=1	O ambiente físico não contribuiu negativamente para a execução da tarefa, uma vez que o acesso à válvula é adequado.
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Não é aplicável	1	

4) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação	FPSO		
Data	Dezembro/2021		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	4.3 Operador da CCR falha no monitoramento e registro do fluxo de óleo cru por meio do medidor T62-FI-0121.		
Cenário do evento de falha humana	Falha no monitoramento do fluxo de descarga de óleo cru do separador devido V2 - Verificação incompleta		
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Tempo disponível	Extremamente alto negativo	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	Muito alto negativo	50	
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Positivo moderado	0,1	
	Não é aplicável	1	
Estresse à ameaça	Alto negativo	25	O operador da sala de controle não experencia uma ameaça relacionada à execução da tarefa em questão e, portanto, esse fator não impacta negativamente no desempenho da tarefa.
	Baixo negativo	5	
	Muito baixo negativo	2	
	Nominal	1	
	Não é aplicável	1	
Complexidade da Tarefa	Muito alto negativo	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado.
	Negativo moderado	10	
	Muito baixo negativo	2	
	Nominal	1	
	Positivo moderado	0,1	
	Não é aplicável	1	
Experiência / Treinamento	Extremamente alto negativo	HEP=1	

	<i>Muito alto negativo</i>	50	Considerando que o operador de produção contratado possui qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelo operador.
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Para essa etapa da tarefa, considera-se que o procedimento é adequado em termos de informação apresentada.
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que a indicação da tela da sala de controle é considerada interface adequada e confiável para a execução da tarefa.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores apresentam atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	É relevante para a execução da tarefa, uma vez que essa etapa deve ser realizada com a comunicação contínua entre o operador da sala de controle e o operador de campo, sendo que qualquer erro de comunicação ou entendimento pode levar à falha na execução da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	O ambiente físico não contribuiu negativamente para a execução da tarefa.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	

5) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA

Instalação	FPSO
------------	------

Data	Dezembro/2021		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	4.5 Falha na comunicação entre Operador da CCR e Operador de campo durante o monitoramento do fluxo na descarga de óleo cru.		
Cenário do evento de falha humana	Falha no monitoramento do fluxo de descarga de óleo cru do separador devido <u>I2- Informação errada comunicada</u>		
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	1,25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Tempo disponível	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
Estresse à ameaça	<i>Alto negativo</i>	25	O operador de campo não experencia uma ameaça relacionada à execução do monitoramento, portanto, esse fator não impacta negativamente no desempenho da tarefa.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
Complexidade da Tarefa	<i>Muito alto negativo</i>	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
Experiência / Treinamento	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o operador de produção contratado possui qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelo operador.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
Procedimentos	<i>Muito alto negativo</i>	50	Para essa etapa da tarefa, considera-se que o procedimento é adequado em termos de informação apresentada.
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	

	Baixa positivo	0,5	
	Não é aplicável	1	
Interface Homem-Máquina (HMI)	Extremamente alto negativo	HEP=1	Considerando que a indicação da tela da sala de controle é considerada interface adequada e confiável para a execução da tarefa.
	Muito alto negativo	50	
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Baixa positivo	0,5	
	Não é aplicável	1	
Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão	Muito alto negativo	50	Os operadores apresentam atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Baixa positivo	0,5	
	Não é aplicável	1	
Trabalho em Equipe	Muito alto negativo	50	É relevante para a execução da tarefa, uma vez que essa etapa deve ser realizada com a comunicação contínua entre o operador da sala de controle e o operador de campo, sendo que qualquer erro de comunicação ou entendimento pode levar à falha na execução da tarefa.
	Negativo moderado	10	
	Muito baixo negativo	2	
	Nominal	1	
	Baixa positivo	0,5	
	Não é aplicável	1	
Ambiente físico de trabalho	Extremamente alto negativo	HEP=1	O ambiente físico não contribuiu negativamente para a execução da tarefa.
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Não é aplicável	1	

6) Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA

Instalação	FPSO		
Data	Dezembro/2021		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	4.1 Operador de campo falha em monitorar o aumento de nível dentro do Separador via T62-LIC-0106.		
Cenário do evento de falha humana	Falha no monitoramento do fluxo de descarga de óleo cru do separador devido V4 - Verificação errada em objeto certo		
Analistas	André de M. Rocha, Beatriz de R. Alves, Edsel Blum, Priscilla de A. Barnabé e Victor H. Gagno		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	1,25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Tempo disponível	Extremamente alto negativo	HEP=1	Considerando que a circunstância para a partida do Separador, considerada pelo grupo, consiste na partida pós parada
	Muito alto negativo	50	

	<i>Negativo moderado</i>	10	emergencial da planta, ou seja, onde há pressão para o retorno à operação normal da unidade e, portanto, os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Estresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	O operador de campo não experencia uma ameaça relacionada à execução da leitura do instrumento instalado na área e, portanto, esse fator não impacta negativamente no desempenho da tarefa.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Complexidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A tarefa em questão não é complexa e, portanto, esse fator não é relevante ao caso aqui tratado.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o operador de produção contratado possui qualificação e experiência para a execução da tarefa, no entanto, o treinamento em relação ao procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, aqui tratado, possui falhas no que se refere à sua reciclagem, podendo contribuir para o baixo desempenho da tarefa pelo operador.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	15	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Para essa etapa da tarefa, considera-se que o procedimento é adequado em termos de informação apresentada.
	<i>Alto negativo</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Considerando que o instrumento instalado no campo é considerado uma interface adequada e confiável para a execução da tarefa.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
	<i>Muito alto negativo</i>	50	

<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Negativo moderado</i>	10	O operador apresenta atitudes muito positivas em relação à segurança na execução da tarefa e a gestão da organização prioriza a execução segurança da tarefa.
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Não é relevante para a execução da tarefa, uma vez que essa etapa é realizada individualmente pelo operador de campo.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixa positivo</i>	0,5	
	<i>Não é aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	O ambiente físico pode contribuir negativamente para a execução da tarefa, uma vez que com o tempo de operações o instrumento vai ficando com a visualização "danificada / suja", dificultando a leitura.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não é aplicável</i>	1	

Passo 7: Proposição de medidas redutoras da probabilidade de erro humano

PSFs mais relevantes	Estratégias de redução de erros (ERS) / Medidas de redução de erros (ERMs) propostas
Tempo disponível: os operadores possuem uma margem de tempo para execução da tarefa, porém sofrem pressão para apresentarem agilidade na execução da tarefa para o retorno operacional do sistema.	ERS 1. Realizar conscientização periódica da gestão dos ativos, bem como da força de trabalho, sobre as possíveis consequências da não realização adequada dos procedimentos críticos, incluindo o procedimento de pré-partida e partida do Separador. ERS 2: Incluir na Política de Segurança da Companhia que é proibido acelerar a execução de tarefas críticas.
Experiência / Treinamento: O procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador não possui reciclagem adequada para os operadores de produção contratados, o que pode ocasionar esquecimento das etapas do procedimento, devendo contar com a experiência e o conhecimento do processo para saber o que fazer.	ERM 1. Fornecer treinamento regular em simulador para operadores de produção, de acordo com o procedimento de pré-partida e partida do Separador (por exemplo, uma a duas vezes por ano). ERM 2. Fornecer treinamento regular no local (por exemplo, através de tablets) para preparar a resposta esperada do operador em suas próprias instalações para pré-partida e partida do Separador (por exemplo, duas a quatro vezes por ano). ERS 3. Estabelecer esses treinamentos regulares (simulador e no campo) como requisitos de treinamento no Sistema de gestão da Companhia, mapeando os operadores que devem possuir tal treinamento, bem como o período requerido para reciclagem.
Procedimentos: o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador orienta o operador a abrir a válvula de controle "levemente", não especificando como essa etapa deve ser realizada, mencionar a etapa da tarefa em uma tabela e o posicionamento correto da válvula em outra, além de ser um documento muito extenso em conteúdo.	ERM 3. Revisar o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, indicando com detalhes como o operador deve abrir a válvula (por exemplo, indicar quantas graus deve girar a mesma a cada período de tempo). ERM 4. Criar checklists de acordo com o procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador, indicando o que cada trabalhador envolvido na atividade deve realizar e qual o resultado esperado após cada ação (por exemplo, posição das válvulas).
Trabalho em equipe: Mesmo sendo considerado adequado o trabalho em equipe entre os operadores de produção da sala de controle e de campo, foi identificado que qualquer erro de comunicação ou entendimento pode levar à falha na execução da tarefa.	ERS 4. Definir que todas as comunicações entre operadores de produção durante a execução do procedimento crítico de pré-partida e partida do Separador devem ser confirmadas através de repetição da informação recebida.
PREMISSA: quatro PSFs foram avaliados como tendo o impacto mais significativo no desempenho humano neste cenário e, portanto, foram selecionados para redução de erros: tempo, experiência/treinamento, procedimentos e trabalho em equipe. As seguintes estratégias de redução de erros (ERS) e medidas de redução de erros (ERMs) foram desenvolvidas com base nas conclusões do Petro-HRA.	