

Pós-Graduação

Segurança de Processos



ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA EM PROCEDIMENTO CRÍTICO DE OPERAÇÃO DE *FLARE* EM INSTALAÇÃO OFFSHORE

Ariane C. Dill, Artur C. M. Campelo, George F. Araújo, Karliana da S. C. Campelo e Sandro J. de F. de Oliveira

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é aplicar a metodologia Petro-HRA de Análise de Confiabilidade Humana em atividade crítica de procedimento de operação de flare de unidades marítimas de produção de óleo & gás e emitir recomendações para redução do erro na atividade crítica definida desse procedimento. A metodologia Petro-HRA foi selecionada para aplicação, dentre as diversas opções validadas, por possuir material técnico e didático disponível, além de ser uma metodologia específica desenvolvida para aplicação na indústria de óleo e gás, foco desse estudo. Quanto ao procedimento, o mesmo foi escolhido por ser considerado crítico, uma vez que os sistemas de flare funcionam como mecanismos de segurança que garantem o controle da pressão do gás associado à produção de petróleo. Ademais, trata-se de uma salvaguarda de cenário acidental identificado em estudo de risco. O procedimento é dividido em quatro etapas: partida, operação, parada normal e parada de emergência do sistema de flare. A partida é considerada a mais crítica, podendo essa ser dividida em dez subtarefas. Após a aplicação da metodologia, foi verificado que o acendimento do piloto do flare usando o ignitor flame front ou o piezoelétrico possui a maior probabilidade de erro humano. Apesar disso, as tarefas anteriores não podem ser negligenciadas, uma vez que qualquer falha pode ocasionar consequências severas como a possibilidade de acúmulo de gás e consequente explosão. Após a identificação dos principais fatores influenciadores de desempenho em cada uma das dez subtarefas da etapa crítica do procedimento em questão, foram feitas recomendações para reduzir a probabilidade de ocorrência do erro humano durante a execução do procedimento, no intuito de reduzir a probabilidade da ocorrência do cenário acidental e suas consequências.

Palavras-chave: *fatores humanos, análise de confiabilidade humana, procedimento crítico, operação de flare.*

ABSTRACT

The objective of the present work is to apply the Petro-HRA Human Reliability Analysis methodology in a critical activity of the flare operation procedure of offshore oil & gas production units and issue recommendations for error reduction in the critical activity defined in this procedure. The Petro-HRA methodology was selected for application, among the various validated options, because it has technical and didactic material available, in addition to being a specific methodology developed for application in the oil and gas industry, focus of this study. As for the procedure, it was chosen because it was considered critical, since flare systems function as safety mechanisms that ensure control of the gas pressure associated with oil production. Furthermore, it is a safeguard against an accidental scenario identified in a risk study. The procedure is divided into four stages: startup, operation, normal shutdown and emergency shutdown of the flare system. The startup is considered the most critical and can be divided into ten subtasks. After applying the methodology, it was found that lighting the flare pilot using the flame front or piezoelectric ignitor has the highest probability of human error. Despite this, the previous tasks cannot be neglected, since any failure can cause severe consequences such as the possibility of gas accumulation and consequent explosion. After identifying the main influencing factors of performance in each of the ten subtasks of the critical step of the procedure in question, recommendations were made to reduce the probability of occurrence of human error during the execution of the procedure, in order to reduce the probability of occurrence of the accidental scenario and its consequences.

Keywords: *human factors, human reliability analysis, critical procedure, flare operation.*

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

No decorrer da história da indústria química, de energia e óleo e gás, alguns grandes acidentes ocorreram, tais como:

- Explosão de reator na usina nuclear V. I. Lenin em Pripjat, a cerca de 20 km de *Chernobyl*, antiga União Soviética (atual território da Ucrânia), em 1986;
- Explosão e perda da plataforma de produção *Piper Alpha* no Mar do Norte, em 1988;
- Explosão em refinaria da BP AMOCO em Texas City, em 2005; e
- Explosão da praça de máquinas do FPSO Cidade de São Mateus no Brasil, em 2015.

Segundo o Health and Safety Executive (HSE, 1999), com o avanço das pesquisas e investigações de incidentes, aprendeu-se muito sobre as origens da falha humana, sendo possível, atualmente, desafiar a crença comum de que incidentes e acidentes são resultado de um “erro humano”. Assim, as organizações devem reconhecer que precisam considerar os fatores humanos como um elemento que deve ser avaliado e gerenciado de forma eficaz para controlar os riscos. Portanto, entender os fatores humanos e incluir este tema no sistema de gestão de segurança é essencial para prevenir grandes acidentes e incidentes.

Para a *International Association of Oil & Gas Producers* (IOGP, 2018), os “Fatores Humanos são simplesmente aquilo que pode influenciar o que as pessoas fazem. Podem incluir fatores relacionados com o trabalho que as pessoas realizam (por exemplo, tempo disponível ou projeto do painel de controle) fatores do indivíduo (por exemplo, fadiga, capacidade) e os fatores organizacionais (definição de papéis, dimensionamento da equipe)”.

Adicionalmente, o HSE utiliza a seguinte definição de Fatores Humanos:

“Os fatores humanos referem-se a fatores ambientais, organizacionais e profissionais, bem como a características humanas e individuais, que influenciam o comportamento no trabalho de uma forma que pode afetar a saúde e a segurança. Uma maneira simples de

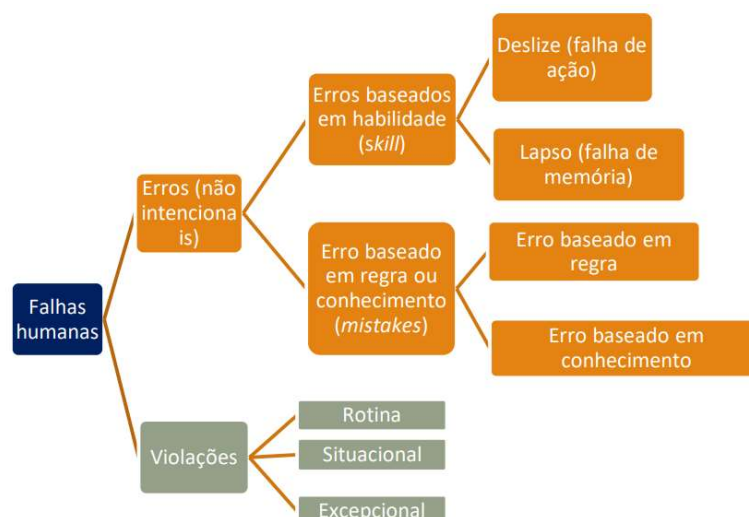
ver os Fatores Humanos é pensar em três aspectos: o trabalho, o indivíduo e a organização e como eles afetam o comportamento relacionado à saúde e segurança das pessoas.” (HSE, 1999).

Como as pessoas estão envolvidas em quase todas as barreiras e salvaguardas, caso elas não atuem com o desempenho esperado, pode haver um efeito negativo no resultado, inclusive causando ou contribuindo para um incidente e/ou acidente. Destarte, o desempenho humano pode afetar diretamente a eficácia de uma barreira que depende dele para perceber, decidir, e/ ou agir para fazê-la funcionar. Daí a importância do estudo e inserção deste tema no sistema de gestão da empresa, conforme supracitado.

Sobre este tema, também se faz mister discorrer sobre os conceitos de falha humana e erro humano, dentro da abordagem de fatores humanos. Segundo o CCPS (2019), o erro humano se caracteriza pela ação (ou omissão) humana intencional (ou não intencional) que produz um resultado inadequado. Isso inclui, mas não está limitado a ações de projetistas, operadores, engenheiros ou gerentes que possam contribuir ou resultar em acidentes.

Segundo REASON (1992), os erros humanos podem ser considerados como falhas na execução de ações que foram planejadas, sem levar em conta a influência de eventos imprevistos. Para o autor, a falha humana pode ser dividida em dois grupos: em ações não intencionadas (erro humano) e intencionadas, também chamadas de violações, conforme esquema abaixo:

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



Já a probabilidade de erro humano (PEH), também conhecida como HEP (*Human Error Probability*) é determinada pela razão entre os erros observados e o número de oportunidades para que este erro ocorra (MORAIS, 2022).

A partir desses conceitos, pode-se chegar ao conceito de análise de confiabilidade humana (ACH) que, segundo a *American Society of Mechanical Engineers* ASME (apud BYE et al, 2017), é uma abordagem estruturada usada para identificar possíveis eventos de falha humana e para estimar sistematicamente a probabilidade de ocorrência desses eventos, usando dados, modelos ou julgamento de especialistas.

A análise da confiabilidade humana (ACH) envolve o uso de métodos qualitativos e quantitativos para avaliar a contribuição humana ao risco. No mercado, há diversos métodos disponíveis que podem ser utilizados para a realização de ACH, a serem aplicados às mais diversas indústrias. Nas atividades de óleo e gás, destaca-se a utilização da ferramenta de Análise de Confiabilidade Humana Petro-HRA, adaptada do método SPAR-H (*Standardized Plant Analysis Risk-Human Reliability Analysis*), uma vez que essa foi desenvolvida especificamente para a indústria petrolífera.

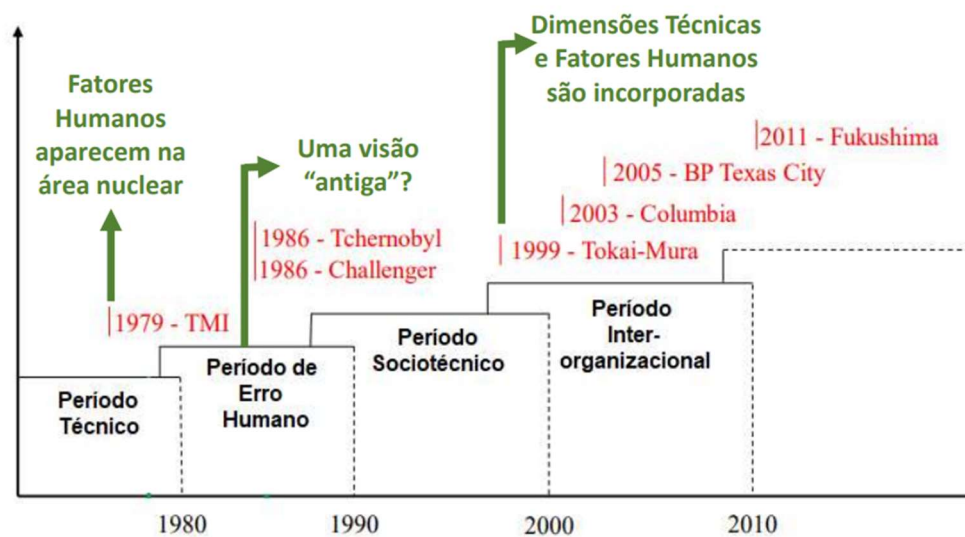
1.2 A formulação da situação problema

Diversas são as causas básicas identificadas nas investigações e análises dos grandes acidentes de segurança de processo. Todavia, conforme supracitado, vários desses ocorreram tendo falhas humanas como uma de suas causas.

Na indústria de óleo & gás, essa assertiva reforça a necessidade premente de se avaliar aspectos de fatores humanos, considerando a probabilidade de falha humana contribuir para o desencadeamento ou potencialização de tais acidentes.

A evolução na segurança de processo oriunda do aprendizado gerado por tais eventos indesejáveis, também gerou um maior conhecimento sobre fatores humanos ao longo dos anos, conforme verificado na figura abaixo:

Figura 2 – Evolução dos Fatores Humanos na área de segurança



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2023).

Dada a criticidade do tema devido às suas consequências, diversas normas surgiram ao longo da história para tentar evitar e/ou mitigar a reincidência de acidentes como esses. No Brasil, pode-se citar, por exemplo, o Regulamento Técnico do Sistema de Gestão da Segurança Operacional (RT-SGSO). Criado pela ANP através da Resolução nº 43/2007 e estabelece 17 práticas de gestão a serem implementadas pelas operadoras de instalações marítimas de perfuração ou produção de petróleo e gás natural que atuem no Brasil. Dentre suas 17 práticas, há a Prática de Gestão 04, relacionada ao Ambiente de Trabalho e Fatores Humanos. Todavia, vale salientar que os fatores humanos não estão associados somente à esta prática, estando o assunto também diluído entre as demais do referido regulamento como, por exemplo, na Prática de Gestão 15 - Procedimentos Operacionais, cujo objetivo é descrever os requisitos que devem ser considerados pelo sistema de gerenciamento de segurança operacional no estabelecimento de procedimentos visando à operação segura da Instalação (ANP, 2007).

De acordo com Manna et al. (2007), os procedimentos auxiliam os operadores na execução de suas tarefas, podendo ser considerados parte importante do sistema de interação homem-máquina, influenciando o desempenho e a confiabilidade do operador. Entretanto, sua mera existência não se configura como garantia da segurança.

Diante do arcabouço teórico exposto e, considerando a relevância do tema fatores humanos na segurança de processos, o presente trabalho visa aplicar a metodologia

quantitativa Petro-HRA de Análise de Confiabilidade Humana em procedimento de operação de *flare* de Unidades Marítimas de produção de óleo & gás e emitir recomendações para melhoria da atividade crítica definida desse procedimento.

A metodologia Petro-HRA de Análise de Confiabilidade Humana foi selecionada para aplicação pelo grupo, dentre diversas outras, por possuir material técnico e didático disponível, além de ser uma metodologia específica desenvolvida para aplicação na indústria de óleo e gás.

A aplicação dessa metodologia no procedimento de operação do *flare* justifica-se uma vez que os sistemas de *flare* (também chamados de tocha) funcionam como mecanismos de segurança que garantem o controle da pressão do gás associado a produção de petróleo offshore, sendo um processo controlado e monitorado continuamente, enquanto a plataforma estiver em operação (MORAIS, 2017).

Esses sistemas estão presentes nas plataformas de perfuração, refinarias e demais plantas de processo nas quais sejam necessários controle e monitoramento da pressão de todo o sistema. Nesse sentido, várias são as situações em que há a necessidade da operação deste sistema, como, por exemplo (FAHIM; AL-SAHHAF; ELKILANI; 2009):

- No controle do excesso de pressão dos equipamentos de processo;
- Funcionando como válvulas de *safety relief*;
- No controle e operação de anomalias na operação/produção, onde o *flare* pode funcionar como um enquadrador dos produtos do processo;
- Nos momentos em que a operação de um dado equipamento produza, de forma indesejada ou descontrolada, excesso de gás; e
- Na partida e parada de toda a planta de processo.

Considerando a criticidade da operação para a segurança da unidade, será aplicada a técnica quantitativa PETRO-HRA para realização de ACH em atividade crítica de procedimento operacional de operação de *flare* em unidade marítima offshore de produção de óleo & gás. Após a aplicação da técnica, serão geradas recomendações para redução da falha humana na execução da tarefa crítica, observando as relações entre os aspectos tecnológicos, organizacionais e ambientais do sistema sociotécnico definido. O objetivo do presente trabalho é aplicar metodologia quantitativa Petro-HRA de Análise

de Confiabilidade Humana em atividade crítica de procedimento de operação de *flare* de Unidades Marítimas de produção de óleo & gás e emitir recomendações para redução do erro na atividade crítica definida desse procedimento. Os objetivos específicos são:

- Aplicar metodologia de Análise de Confiabilidade Humana em tarefa crítica da etapa de purga e acendimento do *flare* após parada programada;
- Avaliar os PSF (*Performance Shaping Factors*) que mais influenciam nessa atividade; e
- Estabelecer, quando cabíveis, recomendações para melhoria da segurança da atividade, considerando aspectos tecnológicos, organizacionais, ambientais e individuais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Procedimento escolhido e tarefa crítica

O procedimento a ser avaliado neste trabalho estabelece as diretrizes para partida, operação, parada normal e parada de emergência do sistema de *flare* de uma instalação *offshore*. Tal procedimento é considerado crítico, por ser salvaguarda de cenário acidental identificado em HAZOP, indo ao encontro da definição do RT-SGSO (2007), em seu item 11.2 Identificação dos Elementos Críticos de Segurança Operacional, que cita que “Os elementos são considerados críticos quando essenciais para a prevenção ou mitigação ou que, em caso de falha, possam provocar um acidente operacional.”

A função principal desse sistema é fornecer ponto focal seguro para coletar e descartar hidrocarbonetos do processo, sendo o gás inflamável direcionado para os queimadores a uma distância segura da unidade, o que torna o procedimento relevante para a segurança de processo da unidade avaliada.

Os principais componentes desse sistema, na unidade estudada, são os seguintes:

HP Flare Drum V-T7601;

LP Flare Drum V-T7602;

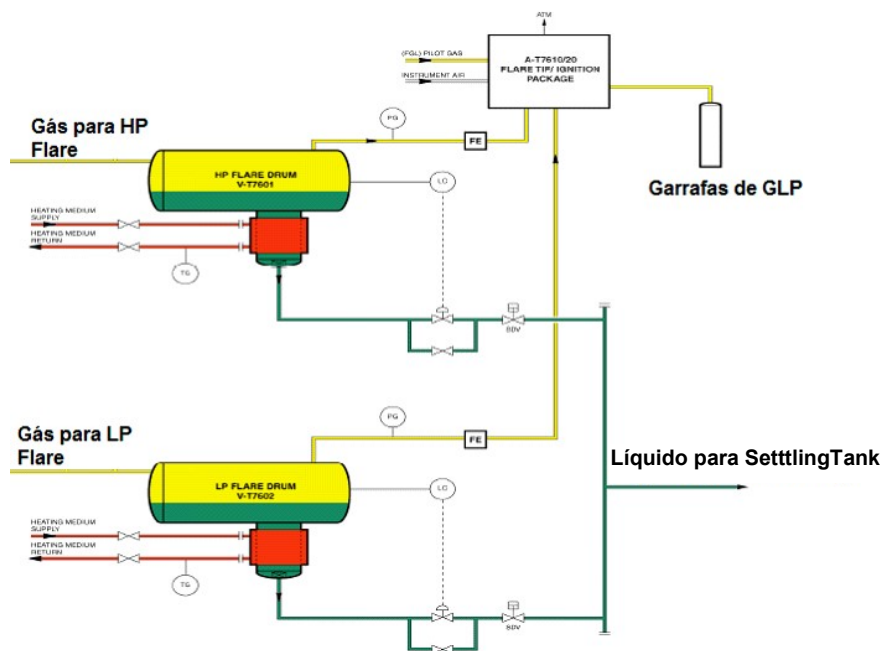
Queimadores do HP/LP Flare A-T7610;

Painel de Ignição A-T7620; e

Garrafas de GLP (rack A-T7630) - back up.

Abaixo, segue figura com esquemático do sistema do *flare* da unidade estudada, apresentando seus principais componentes conforme supracitado.

Figura 3 - Componentes do Sistema de *Flare*



Fonte: Comunicação pessoal

Dada a importância e criticidade desse sistema, algumas precauções devem ser tomadas em sua operação:

- 1) Deve-se garantir que os pilotos do *flare* permaneçam acesos o tempo todo durante operação normal da planta de processo. Em caso de perda da chama, devem ser tomadas medidas para restaurar imediatamente os pilotos, de forma a minimizar a liberação de gás para atmosfera;
- 2) Na condição de *flare* apagado, o Gerente da Plataforma deve ser informado imediatamente. Ainda nessa situação, devem ser interrompidos os trabalhos a quente na planta e convés e suspensos os pousos, decolagens e as operações com barcos. Também devem ser analisados os riscos de outras atividades em andamento pois, a depender das condições de vento, a operação nesta condição pode causar um acúmulo de gás no nível

da planta de processo e convés do FPSO ou seu entorno, oferecendo risco a instalação ou embarcações e aeronaves próximas a unidade; e

3) Antes de realizar manutenção intrusiva em qualquer sistema conectado diretamente ao header de *flare* HP, Cold ou LP, deve ser avaliado o risco de retorno de gás durante a fase de planejamento do serviço, isto pode ocorrer durante a despressurização de um ou mais sistemas da planta.

Conforme já supracitado, o procedimento escolhido para análise pode ser dividido em quatro atividades principais (partida, operação, parada normal e parada de emergência), as quais, por sua vez, possuem subtarefas específicas.

Para o estudo em questão, considerou-se como parte mais crítica do procedimento a partida do *flare*, que abrange dez tarefas relacionadas à purga e acendimento do sistema, as quais encontram-se listadas no quadro a seguir.

Quadro 1 – Tarefas relacionadas à purga e acendimento do sistema do *flare*

Responsável	Ação	
Operador de Produção da área do Gás	1. CONFIRMAR FECHADO o alinhamento de gás combustível para os headers de flare:	
	a) T77-BL-098 do HP Flare fechada;	
	b) T77-BL-099 do Cold Flare fechada;	
	c) T77-BL-102 do LP Flare fechada.	
	2. REALIZAR purga com nitrogênio dos headers via T77-BL-100/101/103 com pelo menos 10 vezes o volume do sistema de <i>flare</i> .	
	<i>Nota: Esse procedimento visa a expulsão de oxigênio que possa ter entrado no sistema.</i>	
	Sistema	10x volume (m³)
	<i>LP Flare</i>	1100
	<i>HP Flare</i>	3090
	ATENÇÃO!	
	É imperativo que após a purga do sistema, a concentração de oxigênio nos headers seja <5% antes da partida da unidade.	
	3. CONFIRMAR teor de oxigênio menor que 5% no interior dos headers por um detector multigás portátil.	
	<i>Nota: As medições poderão ser realizadas nos pontos de coleta T76-AP-002 à jusante do V-T7601 e T76-AP-004 à montante do V-T7602.</i>	

	4. ALINHAR importação de gás;
Operador de Produção da Sala de Controle	5. ALINHAR gás combustível de baixa: a) FECHAR T77-PCV-105; b) RESETAR alarme de pressão muito baixa do T77-PSI-106; c) ABRIR T77-SDV-105; d) AJUSTAR pressão em 6 bar; e) SELECIONAR T77-PIC-105 em automático.
Operador de Produção da área do Gás	6. CONFIRMAR que os sistemas de ignição do flare estejam isolados; <i>Nota: Minimizar risco de ignição antes de completar a purga.</i>
	7. PARAR purga com nitrogênio dos headers de flare: a) FECHAR T77-BL-100 do HP Flare; b) FECHAR T77-BL-101 do Cold; c) FECHAR T77-BL-103 do LP Flare. <i>Nota: Evitar a possibilidade de passagem de gás combustível para o sistema de nitrogênio.</i>
	8. ALINHAR válvulas de purga contínua com gás combustível para os headers HP, Cold e LP Flare via T77-FG-001/002/003; <i>Nota 1: A purga é garantida pela pressão do sistema de gás combustível acima de 4bar (T77-PAL-105). A vazão de purga é controlada pelos orifícios de restrição a jusante dos medidores T77-FG-001/002/003.</i> <i>Nota 2: As válvulas T77-GL-013/014/015 e T77-BL-104/105/106 a jusante dos medidores de vazão estão lacradas abertas (LO), conforme GM OP-P-57-0185/2016 e Plano SAP 600000044494 (HAZOP O230).</i>
	9. ACENDER o piloto do flare usando o ignitor <i>flame front</i> ou o piezoelétrico
	10. ALINHAR suprimento de heating medium para as botas do HP e LP Flare.

Fonte: Comunicação pessoal

Em entrevista com operadores da tarefa mais experientes, foi informado que a partida do *flare*, possui um grau de risco mais acentuado. Desse modo, há uma percepção por parte deles que as tarefas associadas à essa parte do procedimento teriam um maior risco de erro humano associado, sendo essa a atividade crítica do procedimento. Com base nesse relato e na experiência profissional de integrantes do grupo, foi selecionada essa atividade para realização da análise ora em questão.

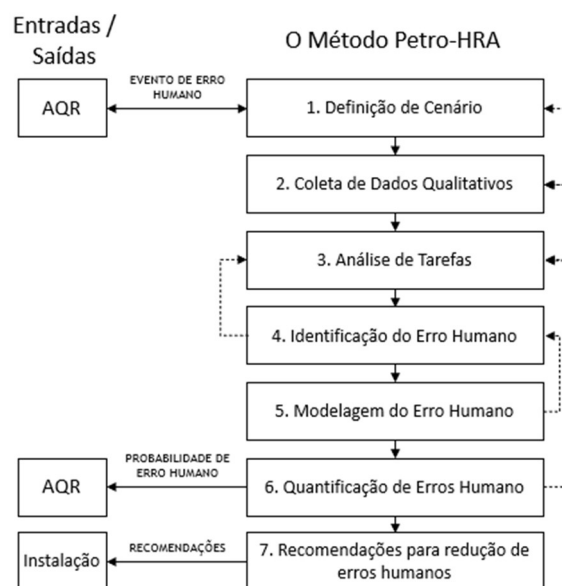
2.2 Análise de Confiabilidade Humana utilizando o PETRO-HRA

A ferramenta de Análise de Confiabilidade Humana Petro-HRA é um método de análise de confiabilidade humana desenvolvido para a indústria petrolífera. Trata-se de método de análise de confiabilidade humana (ACH ou HRA - *human reliability analysis*, em inglês) que deve ser utilizado para estimar a probabilidade de falhas humanas (também conhecidos como Eventos de Falha Humana ou *Human Failure Event* – HFE) em uma determinada tarefa/procedimento.

O método tem como principal objetivo avaliar as ações humanas que constituem salvaguardas (preventivas e/ou mitigadoras) dos cenários acidentais identificados, avaliando as tarefas mais sensíveis aos erros humanos e os fatores influenciadores de desempenho (PSF) que mais contribuem para a probabilidade de erro. Desse modo, essa abordagem auxilia na redução de erros humanos através da identificação fatores e sistemas (por exemplo, Interface Homem-Máquina (HMI), procedimentos operacionais etc.) que podem ser melhorados, reduzindo o risco geral do sistema.

Segundo Bye et al (2017), as etapas que compõem o método Petro-HRA são as seguintes:

Figura 4 – Etapas que compõem o método Petro-HRA



Fonte: Bye et al (2017)

2.2.1. Definição de cenário

Na primeira etapa, são definidos o escopo e os limites de análise que será realizada. Esta etapa inclui a revisão do modelo da Análise Quantitativa de Riscos para compreender o contexto de HRA dentro da avaliação geral de riscos e do sistema de gerenciamento de barreiras de segurança.

2.2.2. Coleta de dados qualitativos

Nessa etapa, são coletados os dados específicos sobre a atividade que será analisada, considerando sua complexidade, grau de risco e/ou outros critérios a serem levantados pela equipe de análise.

Devem ser realizadas visitas ao site, entrevistas e discussões com executantes experientes da atividade que está sendo analisada e avaliação documental (de procedimentos, por exemplo). O intuito dessa fase é captar o máximo de informações para melhor compreender detalhadamente a tarefa.

2.2.3. Análise de tarefas

Após a coleta de informações, deve-se descrever as etapas ou subtarefas que são realizadas como parte do procedimento que está sendo analisado. O objetivo desta etapa é traduzir as informações coletadas anteriormente sobre a tarefa a nível de detalhe adequado para a HRA.

A Análise Hierárquica de Tarefas (HTA) decompõe as tarefas hierarquicamente, fornecendo uma visão gráfica das atividades envolvidas no cenário em análise, facilitando a visualização da sequência de ações e das etapas da tarefa em questão.

2.2.4. Identificação de erro humano

Nesta etapa devem ser identificados prováveis erros associados às etapas de tarefas que estão sendo analisadas, descrevendo as eventuais consequências de cada erro, identificando oportunidades de melhoria e os fatores de modelagem de desempenho (PSFs – *Performance Shaping Factors*) que podem ter elevado a probabilidade de cada erro.

2.2.5 Modelagem do erro humano

Nesta etapa, a tarefa avaliada deve ser modelada de modo que as suas subtarefas possam ser quantificadas no intuito de se calcular a Probabilidade de Erro Humano (HEP – *Human Error Probability*) para o Evento de Erro Humano (HFE – *Human Failure Event*).

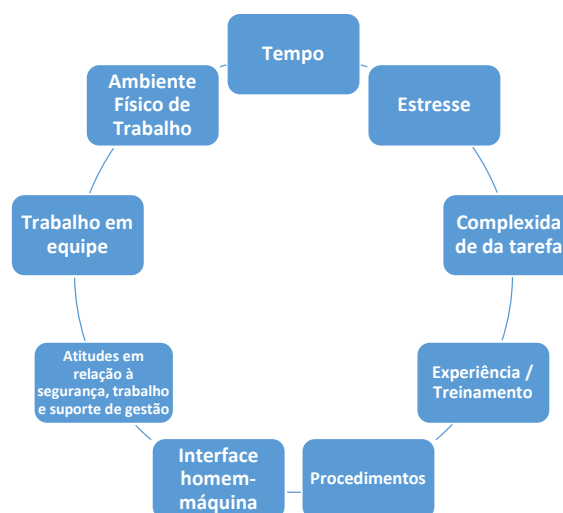
A modelagem de erros humanos (HEM) permite a identificação de quais das ações humanas e/ou HFEs contribuem mais para o risco geral e como essas diferentes falhas interagem. Na modelagem de análises de risco, há duas abordagens principais: Análise de Árvores de Eventos (*Event Tree Analysis* – ETA) e Análise de Árvores de Falhas (*Fault Tree Analysis* – FTA).

2.2.6. Quantificação de erros humanos

A penúltima etapa é a quantificação de cada tarefa/subtarefa escolhida. Com base na avaliação dos níveis de um conjunto predefinido de PSF (*Performance Shaping Factors*, também conhecidos como fatores influenciadores de desempenho). Os efeitos dos diferentes PSF devem ser considerados em função do nível com que cada um deles pode influenciar o desempenho da atividade. Para cada um desses, é atribuído um nível de contribuição e um respectivo multiplicador.

No Petro-HRA, são os seguintes os PSF a serem avaliados por cada tarefa/subtarefa:

Figura 5 – PSF avaliados pelo método Petro-HRA



2.2.7. Recomendações para redução de erros humanos

Após avaliação dos PSF que trazem maior impacto ao risco geral da tarefa/subtarefa, a última etapa consiste em desenvolver ações de mitigação da contribuição humana a esse risco. As melhorias propostas devem prevenir a ocorrência de erros humanos nas tarefas/subtarefas analisadas ou mitigar a consequências desses erros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudo de Caso

A aplicação dos sete passos da metodologia ao procedimento será apresentada a seguir:

3.1.1. Primeira etapa: Definição do Cenário

Foi selecionado o procedimento de Operação do Sistema de *flare* para a avaliação, por se tratar de salvaguarda mitigadora de HAZOP, para o desvio de "Fluxo Nenhum" para o piloto, ocasionado por indisponibilidade do sistema de gás combustível de baixa pressão ou por falha fechada da Válvula T76-PCV-022 ou fechamento indevido de válvula manual.

3.1.2. Segunda etapa: Coleta de Dados Qualitativos

A coleta de dados foi realizada por meio de reuniões com a operação e o Gerente da Plataforma, como também através de análise do Procedimento de Operação do Sistema de *flare* em questão.

Após a coleta de dados, a partida do *flare*, foi dividida em subtarefas, conforme quadro abaixo:

Quadro 2 – Subtarefas do Procedimento de Operação do Sistema de *flare*

SUBTAREFA NÚMERO	DESCRIÇÃO
SUBTAREFA 1	* Detecção Visual ou CFTV (Operador de Produção da Sala de Controle ou força de trabalho no campo) * Operador de Produção da Sala de Controle comunica ao Operador de Produção da área do Gás a necessidade de comutação do gás da purga de gás combustível para Nitrogênio.
SUBTAREFA 2	1. FECHAR o alinhamento de gás combustível para os <i>headers de flare</i> :

SUBTAREFA NÚMERO	DESCRIÇÃO
	a)T77-BL-098 do HP Flare fechada; b)T77-BL-099 do Cold Flare fechada; c)T77-BL-102 do LP Flare fechada.
SUBTAREFA 3	2. REALIZAR purga com nitrogênio dos <i>headers</i> via T77-BL-100/101/103 com pelo menos 10 vezes o volume do sistema de <i>flare</i> . Nota: Esse procedimento visa a expulsão de oxigênio que possa ter entrado no sistema.
SUBTAREFA 4	3. CONFIRMAR teor de oxigênio menor que 5% no interior dos <i>headers</i> por um detector multigás portátil. Nota: As medições poderão ser realizadas nos pontos de coleta T76AP002 à jusante do V-T7601 e T76AP004 à montante do V-T7602.
SUBTAREFA 5	4. ALINHAR a importação de gás;
SUBTAREFA 6	5. ALINHAR gás combustível de baixa: a) FECHAR T77PCV105; b) RESETAR alarme de pressão muito baixa do T77PSI106; c) ABRIR T77SDV105; d) AJUSTAR pressão em 6 bar; e) SELECIONAR T77PIC105 em automático.
SUBTAREFA 7	6. CONFIRMAR que os sistemas de ignição do flare estejam isolados; Nota: Minimizar risco de ignição antes de completar a purga.
SUBTAREFA 8	7. PARAR purga com nitrogênio dos <i>headers</i> de <i>flare</i> : a) FECHAR T77-BL-100 do HP Flare; b) FECHAR T77-BL-101 do Cold; c) FECHAR T77-BL-103 do LP Flare. Nota: Evitar a possibilidade de passagem de gás combustível para o sistema de nitrogênio.
SUBTAREFA 9	8. ALINHAR válvulas de purga contínua com gás combustível para os <i>headers</i> HP, <i>Cold</i> e <i>LP Flare</i> via T77-FG-001/002/003; Nota 1: A purga é garantida pela pressão do sistema de gás combustível acima de 4bar (T77-PAL-105). A vazão de purga é controlada pelos orifícios de restrição a jusante dos medidores T77-FG-001/002/003. Nota 2: As válvulas T77-GL-013/014/015 e T77-BL-104/105/106 a jusante dos medidores de vazão estão lacradas abertas (LO), conforme GM OP-P-57-0185/2016 e Plano SAP 600000044494 (HAZOP O230).
SUBTAREFA 10	9. ACENDER o piloto do <i>flare</i> usando o ignitor flame front ou o piezoelétrico.

Fonte: Comunicação pessoal

A análise de confiabilidade humana foi realizada para as dez subtarefas supracitadas, visto que elas compõem a atividade crítica do procedimento (a partida do *flare*).

3.1.3. Terceira etapa: Análise de tarefas

A análise de tarefas foi realizada por meio da Análise Tabular de Tarefas – TTA, conforme anexo 1.

3.1.4. Quarta etapa: Identificação de Erro Humano

A classificação do erro humano neste método é baseada no SHERPA (*Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach*), com extensão para erros de decisão, conforme quadros abaixo:

Quadro 3 – Taxonomia de Erros do SHERPA – Erros de Ação, Erros de Verificação (checking) e Erros de Aquisição - “The Petro-HRA Guideline” – p.46 [4]

Falhas de Ação	Verificação de falhas
A1 - Operação muito longa/curta	C1 - Verificação omitida
A2 - Operação mal cronometrada	C2 - Verificação incompleta
A3 - Operação na direção errada	C3 - Verificação incorreta no objeto incorreto
A4 - Operação muito/pouco	C4 - Verificação incorreta no objeto certo
A5 - Operação muito rápida/muito lenta	C5 - Verificação muito cedo/tarde
A6 - Desalinhamento	C6 - Verificação incorreta no objeto incorreto
A7 - Operação correta no objeto errado	Falhas na recuperação de informações
A8 - Operação incorreta no objeto correto	R1 - Informação não obtida
A9 - Operação Incompleta	R2 - Informações erradas obtidas
A10 - Operação incorreta no objeto incorreto	R3 - Recuperação de informações incompleta

Quadro 4 - Taxonomia de Erros do SHERPA – Erros de Comunicação de Informações, Erros de Seleção - “The Petro-HRA Guideline” – p.46 [4]

Falhas de Ação	Falhas de seleção
I1 - Informação não comunicada	S1 - Seleção omitida
I2 - Informação errada comunicada	S2 - Seleção feita erroneamente
I3 - Comunicação de informações incompletas	

Quadro 5 – Taxonomia de Erros de Decisão (Adicional do método Petro-HRA) - “The Petro-HRA Guideline” – p.46 [4]

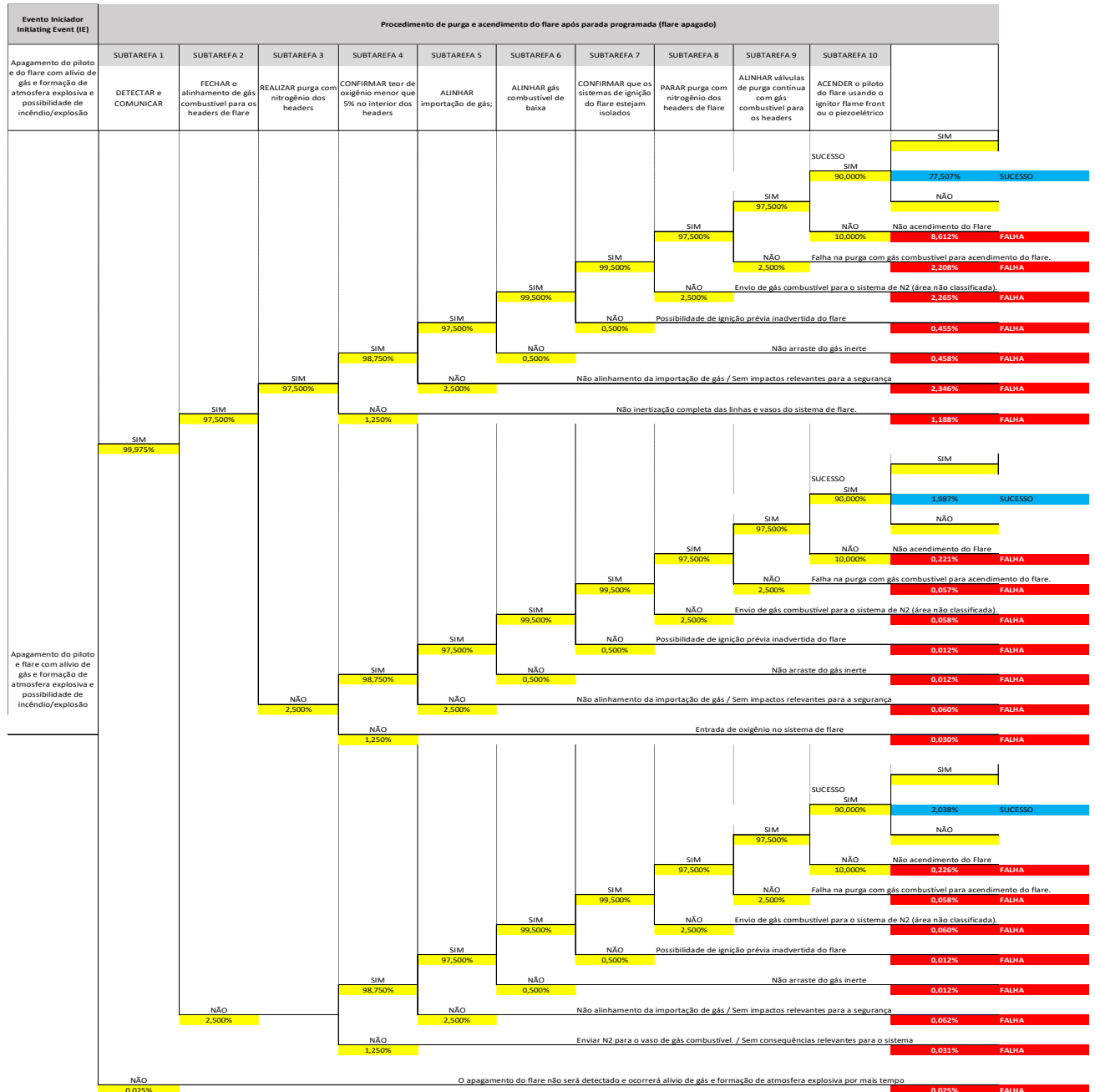
Falhas de Ação
D1 - Decisão correta, baseada em informações erradas/incompletas
D2 - Decisão incorreta, baseada em informações corretas
D3 - Decisão incorreta, baseada em informações erradas/incompletas
D4 - Falha em tomar decisões (impasse)

Os possíveis erros para cada subtarefa estão descritos na TTA, conforme anexo 1.

3.1.5. Modelagem do erro humano

Para a modelagem do procedimento de purga e acendimento do *flare* foi utilizada a Árvore de Eventos de Ação do Operador (OAET) conforme figura a seguir, cujos valores detalhados encontram-se no anexo 2 do presente artigo.

Figura 6 – Árvore de Eventos de Ação do Operador (OAET)



Na OAET, os principais eventos estão intimamente associados às principais etapas de tarefa na análise da tarefa. Cada um desses principais eventos é considerado um Evento de Falha Humana (HFE), sendo quantificado separadamente. Cada HFE é o resultado de

um ou vários dos erros potenciais identificados na etapa anterior de identificação de erros humanos.

3.1.6. Quantificação de erros humanos

Após a identificação dos erros humanos, os efeitos dos diferentes PSFs foram considerados em função do nível com que cada um deles pode influenciar o desempenho da atividade. Com base nesses PSFs, foram calculadas as probabilidades de erro humano (HEP) para cada subtarefa, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 - Quantificação de Probabilidade de Erro Humano para cada subtarefa

Subtarefa	HEP
Subtarefa 1	0,025
Subtarefa 2	2,50
Subtarefa 3	2,50
Subtarefa 4	1,25
Subtarefa 5	2,50
Subtarefa 6	0,50
Subtarefa 7	0,50
Subtarefa 8	2,50
Subtarefa 9	2,50
Subtarefa 10	10,00

As HEPs foram inseridas no modelo da Árvore de Eventos (OAET), possibilitando o cálculo da Probabilidade de Erro Humano do procedimento de purga e acendimento do *flare*. A estimativa de erro encontrada foi de 18,5 ($1,85 \times 10^{-1}$).

A aplicação dos PSFs em cada subtarefa pode ser verificada detalhadamente no anexo 2.

3.1.7. Recomendações para redução de erros humanos

Após a aplicação dos passos anteriores, analisando os PSFs que podem contribuir negativamente para a realização do procedimento de purga e acendimento do *flare*, foi possível verificar pontos de melhorias para o processo, no intuito de contribuir para a redução da probabilidade de erro durante sua execução. Destarte, para a melhoria do desempenho das ações do operador, foram propostas as medidas a seguir:

- Subtarefa 1, PSF Tempo: implementar alarme para o apagamento do *flare* de modo a reduzir o tempo de detecção da extinção da chama;
- Subtarefa 4, PSF Ambiente físico de trabalho: realizar melhoria no acesso ao ponto de coleta para confirmação de concentração de O₂ (atualmente o ponto de coleta é de difícil acesso, por meio de escada de marinho);
- Subtarefa 5, PSF Ambiente físico de trabalho: realizar melhoria no acionamento das válvulas de importação de gás. Estas válvulas são de difícil acionamento devido ao diferencial de pressão; e
- Recomendação geral, PSF Procedimentos: implementar a aplicação do LIBRA (Liberação, Isolamento, Bloqueio, Raqueteamento e Aviso) durante o procedimento de purga e acendimento do *flare* para controle do isolamento do painel de ignição, de modo a melhorar a segurança das operações e evitar a ignição prematura do *flare*, sem que as atividades prévias de purga com N₂ e gás combustível não tenham sido concluídas.

4. CONCLUSÃO

Após a aplicação da metodologia quantitativa Petro-HRA de Análise de Confiabilidade Humana em atividade crítica de procedimento de operação de flare, foi possível descrever e detalhar a tarefa escolhida em etapas, identificar a probabilidade de erro humano para cada uma delas e verificar os principais fatores que afetam de forma positiva ou negativa o desempenho humano (PSFs), tornando mais explícito os pontos que podem ser melhorados, de modo a reduzir a Probabilidade de Erro Humano (HEP). A partir dessa identificação, foi possível propor ações e/ou medidas para redução dos erros humanos na execução do procedimento operacional em questão, tornando-o mais seguro.

Conforme os objetivos elencados neste trabalho, o escopo do estudo limitou-se a propor recomendações para redução das probabilidades de que o erro humano ocorra nas subtarefas avaliadas. Assim, não foram recalculadas as probabilidades de erro humano após a implementação das recomendações propostas. Todavia, o grupo recomenda que, numa situação prática, sejam recalculadas as probabilidades de erro humano, demonstrando que as recomendações reduziram o HEP a um nível aceitável.

Conforme demonstrado na tabela 1, a subtarefa 10 Acender o piloto do *flare* usando o ignitor flame front ou o piezoelétrico possui o maior HEP (10%). Apesar do maior HEP

se concentrar nessa subtarefa, as probabilidades de erros humanos em etapas anteriores não podem ser negligenciadas, uma vez que uma falha qualquer poderia ocasionar consequências que vão desde a impossibilidade de acendimento do *flare* até a possibilidade de acúmulo de gás e consequente explosão.

Com base nos fatores influenciadores de desempenho avaliados em cada subtarefa, o grupo propôs algumas medidas de redução de erros. Tais medidas estão relacionadas tanto à melhoria no procedimento quanto a questão de isolamento de energia (procedimento LIBRA), como também às melhorias nas instalações físicas e na gestão de alarmes.

Em relação à metodologia Petro-HRA, ficou evidente que, embora seja uma aplicação quantitativa, são necessárias análises qualitativas durante as fases iniciais do estudo (coleta de dados qualitativos, análises da tarefa e modelagem do erro humano), para que seja possível compreender a tarefa e mapear erros humanos, identificando suas causas e consequências.

Na aplicação da metodologia, ficou evidente que o caminho crítico são as etapas iniciais, nas quais faz-se mister a participação de pessoas experientes no procedimento e cenário que está sendo estudado. Sem a participação de operadores com conhecimento do tema, os resultados alcançados podem não ser os mais confiáveis.

Ademais, durante esse processo verificou-se também a importância do VCP – Verificação de Conformidade de Procedimento, durante a aplicação desta metodologia, uma vez que essa ferramenta verifica se o procedimento está aderente à prática, sendo bastante relevante para a identificação de necessidade de atualização de procedimento e de treinamento de executantes.

Vale salientar que, apesar de a aplicação da metodologia do Petro-HRA neste trabalho ser específica na operação de *flare* de Unidades Marítimas de produção de óleo & gás, o grupo acredita que as recomendações ora propostas também são abrangentes à operação de sistemas de *flare* existentes em outros tipos de unidade como, por exemplo, unidades *onshore*, sendo necessária somente a realização de pequenos ajustes à realidade de cada operação.

4. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Resolução ANP nº 43 de 06 de dezembro de 2007. Institui o Regime de Segurança Operacional para as Instalações de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural e aprova o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 7 dez 2007.

BYE ET AL. The Petro-HRA Guideline. 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/326156394_The_Petro-HRA_Guideline > Acesso em 16/03/2023.

CENTRE FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY, “CCPS Process Safety Glossary,” 2019. [Online]. Available: <https://www.aiche.org/ccps/resources/glossary>. (Access: Feb 2020)

FAHIM, M. A., Al-Sahhaf, T. A. and Elkilani, A. 2009. Fundamentals of Petroleum Refining. 1st Ed. London, UK: Elsevier Inc.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. HSG48: Reducing error and influencing behaviour. 1999. Disponível em: < <https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg48.pdf> > Acesso em 15/03/2023;

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF OIL AND GAS PRODUCERS. Desmistificando Fatores Humanos: Construindo confiança na investigação de Fatores Humanos. 2018. Disponível em: <<https://www.iogp.org/bookstore/product/iogp-report-621prt-desmistificando-fatores-humanos-construindo-confianca-na-investigacao-de-fatores-humanos-demystifying-human-factors-building-confidence-in-human-factors-investigation-portugues/>> Acesso em: 15/03/2023;

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 17/03/2023

MORAIS, J. M. de. 2017. Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore. Brasília, IPEA, 2013.

MORAIS, C. Análise de Confiabilidade Humana (2022). [Material de aula referente a disciplina de “Fatores Humanos” lecionada durante a Pós-Graduação de Segurança de Processos no SENAI CETIQT.

REASON, J. Human Error, Cambridge University (1994)

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

RIBEIRO, A. Fatores humanos (2023) [Material de aula referente a disciplina de “Fatores Humanos” lecionada durante a Pós-Graduação de Segurança de Processos no SENAI CETIQT.

ROCHA ET AL. Análise dos fatores humanos em uma tarefa crítica da indústria de óleo e gás offshore. Rio de Janeiro, SENAI/CETIQT, 2022.

ANEXOS

Anexo 1 – TTA Tabular Task Analysis

Task (step) number	Description	Procedure reference.	Motivação	Feedback	HMI, displays and controls	Person Responsible	Potential HUMAN error	Likely consequences	Recovery opportunity	Further analysis ?	Event tree (or fault tree) reference	Performance Shaping Factors	Assumptions	Notes
SUBTAREFA 1	* Detecção Visual ou CFTV (OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE ou força de trabalho no campo) * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE comunica ao OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS a necessidade de comutação do gás da purga de gás combustível para Nitrogênio.		* CFTV com imagem do flare na CCR * Visual no campo (força de trabalho no campo percebe o apagamento do flare e comunica ao OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE)	* Comunicação do apagamento do flare para a Sala de controle	* CFTV com imagem do flare na CCR * Sistema de comunicação (rádio ou INTERCOM)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE ou Força de Trabalho no Campo	R1- Informação não obtida	Consequências diretas: Alívio de gás e formação de atmosfera explosiva Consequências Indiretas: Possibilidade de incêndio/explosão	Potencial de recuperação médio					
SUBTAREFA 2	1. FECHAR o alinhamento de gás combustível para os headers de flare: a) T77-BL-098 do HP Flare fechada; b) T77-BL-099 do Cold Flare fechada; c) T77-BL-102 do LP Flare fechada.		* T77-PST-106 com PAL - do sistema de gás combustível. * Operador da Sala de Controle comunica ao Operador de Campo a necessidade de comutação do gás da purga de gás combustível para Nitrogênio.	* Indicação do alinhamento das válvulas * Redução da temperatura da linha (Gás combustível em cerca de 45°C)	* T77-BL-098 do HP Flare * T77-BL-099 do Cold Flare * T77-BL-102 do LP Flare * Transmissor de Vazão (T77-FG-001/002/003) (não operacionais durante a realização deste estudo)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A9 - Operação incompleta	Enviar N2 para o vaso de gás combustível. Sem consequências relevantes para o sistema.	Potencial de recuperação médio			Available time		

SUBTAREFA 3	2. REALIZAR purga com nitrogênio dos headers via T77-BL-100/101/103 com pelo menos 10 vezes o volume do sistema de flare. Nota: Esse procedimento visa a expulsão de oxigênio que possa ter entrado no sistema.		* CFTV com imagem do flare na CCR * T77-PST-106 com PAL - do sistema de gás combustível. * Operador da Sala de Controle comunica ao Operador de Campo a necessidade de comutação do gás da purga de gás combustível para Nitrogênio.	* Indicação do alinhamento das válvulas * Operador da Sala de Controle vai acompanhar aumento do consumo de N2	* T77-BL-100/101/103 * Rotômetros (TAG)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A9 - Operação incompleta	* Pior cenário seria a não abertura da válvula de purga por N2 do LP Flare. OU * Esquecer de alinhar as 3 válvulas T77-BL-100/101/103 Consequência direta: Entrada de oxigênio no sistema de flare Consequências indiretas: Só haverá consequências relevantes caso não sejam cumpridas as etapas posteriores do procedimento.	Potencial de recuperação médio					
SUBTAREFA 4	3. CONFIRMAR teor de oxigênio menor que 5% no interior dos headers por um detector multigás portátil. Nota: As medições poderão ser realizadas nos pontos de coleta T76AP002 à jusante do V-T7601 e T76AP004 à montante do V-T7602.		* Subtarefa 1.2 cumprida (Necessidade de certificar a completa inertização) A concentração de oxigênio nos headers deve ser <5% antes da partida da unidade.	* Leitura do detector multigás portátil	* Válvulas dos pontos de coleta T76AP002 à jusante do V-T7601 e T76AP004 à montante do V-T7602. * Detector multigás portátil	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS + Técnico de Segurança	V4 – Verificação errada em objeto certo	* Consequências Diretas: Não inertização completa das linhas e vasos do sistema de flare. * Consequências indiretas: No caso de acendimento do piloto e caso não haja fluxo de gás para o flare pode ocorrer explosão.	Baixo / nenhum potencial de recuperação			Physical working environment		

SUBTAREFA 5	4. ALINHAR importação de gás;		* Preencher o sistema com gás combustível, retirando o N2	* Indicação do alinhamento das válvulas * Indicadores de pressão no campo	* Válvulas manuais de alinhamento do sistema de importação de gás * Indicadores de pressão	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A9 - Operação incompleta	* Consequências Diretas: Não alinhamento da importação de gás * Sem impactos relevantes para a segurança	Alto potencial de recuperação			Physical working environment		
SUBTAREFA 6	5. ALINHAR gás combustível de baixa: a) FECHAR T77PCV105; b) RESETAR alarme de pressão muito baixa do T77PSI106; c) ABRIR T77SDV105; d) AJUSTAR pressão em 6 bar; e) SELECIONAR T77PIC105 em automático.		* Preencher o sistema com gás combustível, retirando o N2 (Continuidade da etapa anterior)	* Retorno de posição das válvulas de acionamento remoto na IHM * Acompanhamento dos parâmetros operacionais (pressão e vazão do sistema de gás combustível)	* T77PCV105 * T77SDV105 * T77PSI106 * T77PIC105 * IHM (supervisório)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE	A9 - Operação incompleta I2- Informação errada comunicada	* Consequências Diretas: - Não abertura a T77SDV105 do sistema ou não fechamento da T77PCV105 ou pressurização muito rápido até atingir o limite do intertravamento de segurança por pressão muito alta. - Não arraste do gás inerte	Alto potencial de recuperação			Task complexity		
SUBTAREFA 7	6. CONFIRMAR que os sistemas de ignição do flare estejam isolados; Nota: Minimizar risco de ignição antes de completar a purga.		* Minimizar risco de ignição antes de completar a purga.	* Indicação visual de painel desenergizado	* Disjuntores e indicações luminosas do painel de ignição	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	V1 – Verificação omitida	* Sem consequências diretas no momento da verificação * Consequência indireta: possibilidade de ignição prévia inadvertida do flare (sem a purga completa)	Baixo / nenhum potencial de recuperação					

SUBTAREFA 8	7. PARAR purga com nitrogênio dos headers de flare: a) FECHAR T77-BL-100 do HP Flare; b) FECHAR T77-BL-101 do Cold; c) FECHAR T77-BL-103 do LP Flare. Nota: Evitar a possibilidade de passagem de gás combustível para o sistema de nitrogênio.		* Evitar a possibilidade de passagem de gás combustível para o sistema de nitrogênio.	* Indicação do alinhamento das válvulas * Operador da Sala de Controle vai acompanhar diminuição do consumo de N2	* T77-BL-100/101/103 * Rotâmetros (TAG)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A9 - Operação incompleta	Consequências Diretas: carreamento de gás combustível para o sistema de N2 (área não classificada). Consequências Indiretas: Possibilidade de incêndio e explosão no caso de perda de contenção no sistema.	Baixo / nenhum potencial de recuperação			Available time		
SUBTAREFA 9	8. ALINHAR válvulas de purga contínua com gás combustível para os headers HP, Cold e LP Flare via T77-FG-001/002/003; Nota 1: A purga é garantida pela pressão do sistema de gás combustível acima de 4bar (T77-PAL-105). A vazão de purga é controlada pelos orifícios de restrição a jusante dos medidores T77-FG-001/002/003. Nota 2: As válvulas T77-GL-013/014/015 e T77-BL-104/105/106 a jusante dos medidores de vazão estão lacradas abertas (LO), conforme GM OP-P-57-0185/2016 e Plano SAP 600000044494 (HAZOP 0230).		* Purga do Nitrogênio e preenchimento do sistema com o gás para acendimento do flare.	* OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE - vai acompanhar o aumento da vazão de gás combustível de baixa * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS - Indicação do alinhamento das válvulas * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS - vai acompanhar o correto alinhamento do gás combustível por meio dos medidores T77-FG-001/002/003 * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS - vai acompanhar o aumento da temperatura da linha (Gás combustível em cerca de 45°C)	* T77-BL-098 do HP Flare * T77-BL-099 do Cold Flare * T77-BL-102 do LP Flare * Transmissor de Vazão (T77-FG-001/002/003) * Supervisório (indicações de vazão)	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A9 - Operação incompleta	Consequências Diretas: impossibilidade de purga do Nitrogênio e não preenchimento do sistema com gás combustível para acendimento do flare. Consequências Indiretas: Possibilidade de entrada de Oxigênio na linha do LP Flare (caso a válvula não alinhada fosse esta)	Baixo / nenhum potencial de recuperação			Available time		

SUBTAREFA 10	9. ACENDER o piloto do flare usando o ignitor flame front ou o piezoelétrico conforme itens 3.2.3 e 3.2.4, respectivamente;		* Sequência de acendimento dos pilotos [Trecho do PE-3P57-00017: * Deve-se garantir que os pilotos do Flare permaneçam acesos o tempo todo durante operação normal da planta de processo. Em caso de perda da chama, devem ser tomadas medidas para restaurar imediatamente os pilotos, de forma a minimizar a liberação de gás para atmosfera.]	* OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE - CFTV com imagem do flare aceso na CCR * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA SALA DE CONTROLE - Termopares do flare indicam o flare aceso * OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS - Visual - observa o flare aceso no campo * Indicações de manômetros, visuais e sequenciais descritas no procedimento de Acendimento do flare (itens 3.2.3 e 3.2.4.	* Botoeiras, válvulas e lâmpadas indicativas do Painel de ignição * válvula de fornecimento de gás combustível para a ignição à montante da T76-PCV-022 * válvula globo à jusante da T76-PCV-022 * T76-PI-022 * válvula de fornecimento de GLP para a ignição à montante da T76-PCV-023 * válvula globo à montante do T76-PI-022 * válvula de alimentação da linha do piloto à montante do T76-PI-023 * válvula de bloqueio/suprimento de ar de instrumento * T77-SP-31002 de dreno do líquido da linha do piloto * válvula globo à jusante da T76-PCV-021 * T76-PI-021 * Botoeira 'Spark Ignite' ou Botoeira 'CHT Manual Ignition Spark' no painel de ignição * válvula de alimentação para câmara de ignição.	OPERADOR DE PRODUÇÃO DA ÁREA DO GÁS	A2 - Operação em momento errado A9 - Operação incompleta	* Consequência Direta: Não acendimento do Flare	Alto potencial de recuperação			Available time Threat stress Task complexity		
-----------------	---	--	--	---	--	-------------------------------------	--	---	-------------------------------	--	--	--	--	--

Anexo 2 – Aplicação dos PSF nas subtarefas

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Relatório	31/05/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 1		
Cenário do evento de falha humana	1.0 DETECTAR E COMUNICAR		
Observações			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,025%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	A variável tempo não pode ser desprezada para a detecção e comunicação do apagamento do flare, porém existe um certo tempo de segurança para o início das atividades de acendimento do flare.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Threat stress	Not applicable	1	Os operadores P1 não sofrem estresse durante a detecção ou comunicação do evento para o P3. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	High negative	25	
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
Task complexity	Not applicable	1	A tarefa é muito simples e o problema é tão óbvio que é difícil para o P1 diagnosticá-la de forma equivocada. (detecção visual clara).
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
Experience/training	Moderate positive	0,1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
Procedures	Low negative	5	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
Human-machine interface (HMI)	High negative	20	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Extremely high negative	HEP=1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Teamwork	Not applicable	1	A equipe de bordo pode identificar o apagamento do flare e comunicar ao P1. O apagamento do flare é uma anomalia que a equipe de bordo costuma reportar.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
Physical working environment	Low positive	0,5	Não existem problemas ergonômicos que influenciam negativa ou positivamente na execução da tarefa
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	01/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 2		
Cenário do evento de falha humana	1.1 FECHAR o alinhamento de gás combustível para os headers de flare		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	2,500%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem pouco tempo para executar a tarefa. No entanto, há mais tempo disponível do que o tempo mínimo necessário. Nesta situação, o operador tem alta pressão, ou eles têm que acelerar muito para fazer a tarefa a tempo.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Procedures	Very high negative	50	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Human-machine interface (HMI)	Extremely high negative	HEP=1	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Very high negative	50	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Teamwork	Very high negative	50	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Physical working environment	Extremely high negative	HEP=1	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Estalação			
data	01/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 3		
Cenário do evento de falha humana	1.2 REALIZAR purga com nitrogênio dos headers		
Realistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	2,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem pouco tempo para executar a tarefa. No entanto, há mais tempo disponível do que o tempo mínimo necessário. Nesta situação, o operador tem alta pressão, ou eles têm que acelerar muito para fazer a tarefa a tempo.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Procedures	Very high negative	50	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Human-machine interface (HMI)	Extremely high negative	HEP=1	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Very high negative	50	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Teamwork	Very high negative	50	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Physical working environment	Extremely high negative	HEP=1	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	01/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 4		
Cenário do evento de falha humana	1.3. CONFIRMAR teor de oxigênio menor que 5% no interior dos headers		
Analistas			
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
Available time	Extremely high negative	HEP=1	Há tempo suficiente para fazer a tarefa. O operador só tem um baixo grau de pressão de tempo, ou eles não precisam acelerar muito para fazer a tarefa. Ao comparar o tempo disponível com o tempo necessário, o analista conclui que o tempo não teria um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
Human-machine interface (HMI)	Low positive	0,5	O HMI foi projetado especificamente para tornar o desempenho humano o mais confiável possível nesta tarefa/tarefas deste tipo.
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Nominal	1	O operador/técnico de segurança mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Moderate negative	10	
	Very high negative	50	
Teamwork	Not applicable	1	O trabalho em equipe é adequado em um ou vários fatores de trabalho em equipe que foram identificados como importantes para o desempenho da tarefa ou cenário em questão. O trabalho em equipe não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Low positive	0,5	
	Nominal	1	
	Very low negative	2	
	Moderate negative	10	
Physical working environment	Very high negative	50	Há claros desafios ergonômicos no cumprimento da tarefa. Isso pode ser devido à área onde o trabalho é conduzido sendo difícil de alcançar (ponto de coleta acessível por meio de escada de marinho).
	Not applicable	1	
	Moderate negative	10	
	Extremely high negative	HEP=1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	02/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 5		
Cenário do evento de falha humana	1.4. ALINHAR importação de gás;		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	2,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	Há tempo suficiente para fazer a tarefa. O operador só tem um baixo grau de pressão de tempo, ou eles não precisam acelerar muito para fazer a tarefa. Ao comparar o tempo disponível com o tempo necessário, o analista conclui que o tempo não teria um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Threat stress	Not applicable	1	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	High negative	25	
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
Task complexity	Not applicable	1	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
Experience/training	Moderate positive	0,1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Low negative	5	
	Moderate negative	15	
	Very high negative	50	
Procedures	Extremely high negative	HEP=1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
Human-machine interface (HMI)	Low positive	0,5	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Moderate negative	10	
	Very high negative	50	
	Extremely high negative	HEP=1	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Very high negative	50	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Teamwork	Very high negative	50	O trabalho em equipe é adequado em um ou vários fatores de trabalho em equipe que foram identificados como importantes para o desempenho da tarefa ou cenário em questão. O trabalho em equipe não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Physical working environment	Not applicable	1	Válvulas de difícil acionamento devido ao diferencial de pressão.
	Extremely high negative	HEP=1	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	02/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 6		
Cenário do evento de falha humana	1.5. ALINHAR gás combustível de baixa		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	Há tempo suficiente para fazer a tarefa. O operador só tem um baixo grau de pressão de tempo, ou eles não precisam acelerar muito para fazer a tarefa. Ao comparar o tempo disponível com o tempo necessário, o analista conclui que o tempo não teria um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa é de algum grau complexo. Uma ou várias das categorias de complexidade estão em algum grau presentes e espera-se que tenham um baixo efeito negativo sobre o desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
Human-machine interface (HMI)	Low positive	0,5	Todas as informações críticas de segurança são fáceis e disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Nominal	1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Teamwork	Nominal	1	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Physical working environment	Very low negative	2	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Nominal	1	
	Moderate negative	10	
	Extremely high negative	HEP=1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	02/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 7		
Cenário do evento de falha humana	CONFIRMAR que os sistemas de ignição do flare estejam isolados		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	Há tempo suficiente para fazer a tarefa. O operador só tem um baixo grau de pressão de tempo, ou eles não precisam acelerar muito para fazer a tarefa. Ao comparar o tempo disponível com o tempo necessário, o analista conclui que o tempo não teria um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
Task complexity	Moderate negative	10	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Human-machine interface (HMI)	Not applicable	1	Todas as informações críticas de segurança são fáceis e disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Not applicable	1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Teamwork	Very high negative	50	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
Physical working environment	Extremely high negative	HEP=1	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	03/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 8		
Cenário do evento de falha humana	PARAR purga com nitrogênio dos headers de flare		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	2,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem pouco tempo para executar a tarefa. No entanto, há mais tempo disponível do que o tempo mínimo necessário. Nesta situação, o operador tem alta pressão, ou eles têm que acelerar muito para fazer a tarefa a tempo.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
Human-machine interface (HMI)	Low positive	0,5	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Nominal	1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Teamwork	Nominal	1	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Physical working environment	Very low negative	2	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	03/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 9		
Cenário do evento de falha humana	ALINHAR válvulas de purga contínua com gás combustível para os headers		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	2,50%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem pouco tempo para executar a tarefa. No entanto, há mais tempo disponível do que o tempo mínimo necessário. Nesta situação, o operador tem alta pressão, ou eles têm que acelerar muito para fazer a tarefa a tempo.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Os operadores não sofrem estresse de ameaça. O estresse da ameaça não tem um efeito negativo no desempenho.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa não é muito complexa e a complexidade da tarefa não afeta o desempenho do operador. A complexidade da tarefa não tem um efeito negativo nem positivo no desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
Human-machine interface (HMI)	Low positive	0,5	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Not applicable	1	
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Nominal	1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Teamwork	Nominal	1	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Low positive	0,5	
	Not applicable	1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
Physical working environment	Very low negative	2	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Nominal	1	
	Moderate negative	10	
	Extremely high negative	HEP=1	

Tabela de resumo dos PSFs de Petro-HRA			
Instalação			
Data	03/06/2022		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	Subtarefa 10		
Cenário do evento de falha humana	ACENDER o piloto do flare usando o ignitor flame front ou o piezoelétrico		
Analistas			
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	10,00%		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplicador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
Available time	Extremely high negative	HEP=1	Nesta etapa o fator tempo tem influência moderadamente negativa. A mistura está sendo enviada para o piloto.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Threat stress	High negative	25	Existe um certo estresse na execução da atividade. . Porém esta etapa pode ser repetida no caso de erro, e esta condição está descrita no procedimento.
	Low negative	5	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Not applicable	1	
Task complexity	Very high negative	50	A tarefa é de algum grau complexo. Uma ou várias das categorias de complexidade estão em algum grau presentes e espera-se que tenham um baixo efeito negativo sobre o desempenho.
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
	Not applicable	1	
Experience/training	Extremely high negative	HEP=1	O operador tem experiência e/ou treinamento sobre as tarefas neste cenário e possui os conhecimentos e experiência necessários para estar preparado e fazer as tarefas nesse cenário. Experiência/Treinamento não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	15	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Moderate positive	0,1	
Procedures	Not applicable	1	Os procedimentos são excepcionalmente bem desenvolvidos, são seguidos e melhoram o desempenho.
	Very high negative	50	
	High negative	20	
	Low negative	5	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Human-machine interface (HMI)	Not applicable	1	Todas as informações críticas de segurança são fáceis de disponíveis e nenhum problema relacionado ao HMI está interferindo na execução da tarefa. O HMI não reduz o desempenho nem, em grande parte, melhora o desempenho.
	Extremely high negative	HEP=1	
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Attitudes to Safety, Work and Management Support	Not applicable	1	O operador mostra um alto grau de conscientização sobre a segurança.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Teamwork	Not applicable	1	Este PSF não é relevante para esta tarefa ou cenário.
	Very high negative	50	
	Moderate negative	10	
	Very low negative	2	
	Nominal	1	
	Low positive	0,5	
Physical working environment	Not applicable	1	O ambiente de trabalho físico não tem efeito no desempenho. (válvulas são localizadas no piso de execução da tarefa).
	Extremely high negative	HEP=1	
	Moderate negative	10	
	Nominal	1	