

Pós-Graduação

Segurança de Processos



APLICAÇÃO DO MÉTODO PETRO-HRA PARA AVALIAR A CONFIABILIDADE HUMANA DURANTE EXERCÍCIOS DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Cláudio C. Carvalho, Felipe A. Jesus, Laudinei L. D. Albano, Leonardo C. Freire, Marcelo M. Rodrigues.

RESUMO

O planejamento dos simulados de emergência é de suma importância para respostas de emergência bem-sucedidas em uma plataforma FPSO. Assim, os simulados de emergências são realizados regularmente para manter níveis aceitáveis de preparação para emergências reais. No entanto, não há provas de que os riscos relacionados aos fatores humanos sejam devidamente considerados no planejamento e avaliação das operações de simulados de emergência. O principal desafio reside em estabelecer o método correto para avaliar o risco global, abrangendo os erros humanos, durante a análise de simulado de emergência. Este trabalho apresenta uma visão geral do método Petro-HRA, que foi desenvolvido para analisar a contribuição humana para o risco de acidentes graves na indústria do petróleo. Por meio de um estudo de caso foi realizada a análise de confiabilidade humana para o uso na quantificação da probabilidade de erro humano e identificação do impacto das ações humanas nas barreiras pós-iniciadoras no cenário de vazamento de fluido durante exercício de simulado de resposta a emergências. A partir dos resultados da aplicação do referido método, identificou-se a maior probabilidade de erro humano da tarefa crítica analisada (5 – realizar operações para cessar o vazamento de hidrocarboneto), decorrente da etapa mais relevante para a ocorrência do cenário analisado e os principais fatores influenciadores de desempenho que contribuem para a ocorrência do erro humano (tempo, stress, experiência, procedimento, atitudes em relação à segurança, trabalho e apoio à gestão e ambiente físico de trabalho). Após a quantificação dos erros humanos estimada, foram recomendadas medidas e estratégias para reduzir a probabilidade de ocorrência do erro humano durante a execução de tal tarefa e, conseqüentemente, reduzir a probabilidade da ocorrência do cenário acidental e suas conseqüências severas às pessoas ou ao meio ambiente. Por fim, foi recalculada a quantificação de erros com base na atualização nos fatores influenciadores de desempenho, obtendo um risco global estimado reduzido.

Palavras-Chave: Tarefas críticas, Análise de confiabilidade humana (HRA), Petro-HRA, Simulados de resposta a emergências.

ABSTRACT

ABSTRACT

The planning of emergency drills is of paramount importance for successful emergency responses on an FPSO platform. Therefore, emergency drills are carried out regularly to maintain acceptable levels of preparedness for real emergencies. However, there is no evidence that risks related to human factors are properly considered in the planning and evaluation of emergency drill operations. The main challenge lies in establishing the correct method for assessing overall risk, including human error, during emergency drill analysis. This paper presents an overview of the Petro-HRA method, which was developed to analyze the human contribution to the risk of major accidents in the oil industry. By means of a case study, human reliability analysis was carried out for use in quantifying the probability of human error and identifying the impact of human actions on post-initiator barriers in a fluid leak scenario during a simulated emergency response exercise. Based on the results of the application of this method, the highest probability of human error was identified for the critical task analyzed (5 - carrying out operations to stop the hydrocarbon leak), resulting from the most relevant stage for the occurrence of the scenario analyzed and the main performance influencing factors that contribute to the occurrence of human error (time, stress, experience, procedure, attitudes towards safety, work and management support and physical work environment). Following the estimated quantification of human errors, measures and strategies were recommended to reduce the likelihood of human error occurring during the execution of such a task and, consequently, reduce the likelihood of the accidental scenario occurring and its severe consequences for people or the environment. Finally, the quantification of errors was recalculated based on the updated performance influencing factors, resulting in a reduced estimated overall risk.

Keywords: *Critical tasks, Human Reliability Analysis (HRA), Petro-HRA, Emergency response drills.*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	OBJETIVOS	9
2.1.	OBJETIVO GERAL	9
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3.	DESENVOLVIMENTO	9
3.1.	ERRO HUMANO EM VAZAMENTO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: ACIDENTES PASSADOS	9
3.1.1.	O Petroleiro de Sanchi (Mar da China Oriental, 2018)	10
3.1.2.	Ekofisk Bravo (Mar do Norte, Noruega, 1977)	10
3.1.3.	Montara (Mar do Timor, Austrália, 2009)	11
3.1.4.	Piper Alpha (1988)	11
3.1.5.	Deepwater Horizon (2010)	12
3.2.	ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA “PETRO-HRA”	12
3.2.1.	Motivação E Relevância: Método Petro-HRA	12
3.2.2.	Desenvolvimento Do Método Petro-HRA	13
4.	ESTUDO DE CASO	18
4.1.	ETAPA 01: ESCOLHA DO PROCEDIMENTO E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO	19
4.1.1.	Escolha do Procedimento	19
4.1.2.	Escolha do Cenário	22
4.2.	ETAPA 02: COLETA DE DADOS QUALITATIVOS	25
4.3.	ETAPA 03: ANÁLISE DE TAREFAS	26
4.3.1.	Análise Temporal	27
4.4.	ETAPA 04: IDENTIFICAÇÃO DOS ERROS HUMANOS	34
4.5.	ETAPA 05: MODELAGEM DOS ERROS HUMANOS	35
4.6.	ETAPA 06: QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS HUMANOS	35
4.7.	ETAPA 07: REDUÇÃO DOS ERROS HUMANOS	38
4.7.1.	Reavaliação do HEP Após a Redução de Erros	40
5.	CONCLUSÃO	42
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS PASSOS DA METODOLOGIA	46

1. INTRODUÇÃO

A segurança envolvendo os acidentes com incêndio e explosão na indústria do petróleo mudou significativamente nas últimas décadas. No passado, os acidentes eram notificados principalmente em termos de problemas tecnológicos e o elemento humano na causa dos acidentes tendia a ser ignorado. Dado que a frequência das falhas tecnológicas diminuiu, o papel do erro humano tornou-se evidente (GORDON, 1996).

As catástrofes causadas por ações humanas e naturais, como incêndios e explosões, causam frequentemente impactos negativos na sociedade e no meio ambiente. Um sistema de resposta a emergências a tais desastres torna-se vital para reduzir os riscos associados aos cenários de incêndios e explosões. Todavia, a previsão desses acidentes continua sendo um desafio já que a causa consiste em diversos fatores, entre esses os fatores humanos.

Uma análise detalhada dos incidentes revela que o desastre de Texas City (1947), o acidente do Piper Alpha em 1988 que causou 167 mortes e a destruição completa da plataforma offshore, o incêndio na refinaria Texaco (1994), a tragédia de vazamento de gás em Bhopal (1984), o incêndio na refinaria da BP Texas em 2005 que causou 15 mortes e 180 feridos, a explosão da BP Deepwater Horizon em 2010 – considerado um dos maiores derrames de hidrocarboneto já registrado na história do petróleo – que resultou em 11 mortes e derramou mais de 4,5 milhões de barris de petróleo bruto no Golfo do México, nos EUA e o acidente na refinaria da Chevron Richmond (2012) são alguns exemplos de acidentes e desastres graves que receberam muita publicidade nas últimas décadas, todos os quais têm erros humanos como principal causa direta ou como causa indireta (NWANKWO *et al.*, 2022).

Os termos “fatores humanos” e “erro humano” são frequentemente utilizados na indústria do petróleo & gás sem uma definição clara do que realmente significam estes termos. Eles são frequentemente usados de forma permutada como termos gerais, referindo-se à causa de um acidente relacionada a pessoas, em oposição a uma falha técnica (GORDON, 1998).

Fatores humanos são as características físicas, cognitivas, sociais e organizacionais que influenciam o comportamento e as decisões das pessoas no trabalho. Eles podem ser positivos ou negativos, dependendo de como eles se ajustam às necessidades, capacidades e limitações humanas. Por exemplo, um fator humano positivo pode ser um treinamento adequado, que aumenta a competência e a confiança do trabalhador. Um fator humano negativo pode ser um ambiente ruidoso, que dificulta a comunicação e a concentração.

Erros humanos são as ações ou omissões involuntárias que levam a resultados indesejados ou inesperados. Eles podem ser classificados em deslizos, enganos, transgressões intencionais e não intencionais. Por exemplo, um deslizos pode ser apertar um botão errado por distração. Um engano pode ser seguir um procedimento incorreto por falta de conhecimento. Uma transgressão intencional pode ser violar uma regra por conveniência. Uma transgressão não intencional pode ser esquecer de cumprir uma norma por sobrecarga de trabalho.

A diferença entre fatores humanos e erros humanos é que os primeiros são as condições que afetam o desempenho humano, enquanto os segundos são as consequências desse desempenho. Os fatores humanos podem contribuir para a ocorrência ou a prevenção dos erros humanos, dependendo de como eles são gerenciados. A análise da confiabilidade humana visa identificar, avaliar e controlar os fatores humanos que podem causar ou reduzir os erros humanos, com o objetivo de melhorar a segurança, a qualidade e a produtividade dos sistemas.

Como é inevitável que erros sejam cometidos na indústria do petróleo, o foco do gerenciamento de erros é colocado na redução da chance de ocorrência desses erros e na minimização do impacto de quaisquer erros que ocorram. Em desastres de grande escala, a causa frequentemente citada de “erro humano” é geralmente considerada sinônimo de “erro do operador”, mas uma medida de responsabilidade geralmente recai sobre os projetistas do sistema. Para encontrar um erro humano é necessário identificar falhas ativas e latentes, a fim de entender por que ocorrem acidentes e como evitar que aconteçam novamente no futuro.

De acordo com Reason, as falhas ativas são as ações ou omissões dos operadores que se acredita terem causado o acidente (WAGENAAR W.A. E GROENEWEG J., 1987). Em contraste, as falhas latentes são erros cometidos por indivíduos em outras partes da cadeia de

comando de supervisão que afetam a sequência trágica de eventos característicos de um acidente.

Uma definição interessante para erros humanos foi dada por Rasmussen (1982), como sendo, atos humanos que são julgados por alguém como se desviando de algum tipo de ato de referência. Tanto os erros humanos como os fatores humanos são geralmente estudados separadamente e qualquer relação entre eles é frequentemente ignorada. Isto pode ser causado pela dificuldade da tarefa ou porque ainda não existe acordo entre as duas áreas distintas quanto à sua natureza e definição precisas.

Na indústria do petróleo & gás, o tema fator humano é regulamentado pelo SGSO (sistema de gerenciamento de segurança operacional em plataformas de produção e exploração de óleo e gás no Brasil), regulamento técnico anexo à Resolução ANP nº 43/2007, que dispõe que a metodologia de análise de risco deve considerar fatores humanos (item 12.3.e). No entanto, ainda existem dúvidas da indústria de óleo & gás no Brasil de como atender esse requisito legal (DE MORAIS & CORREIA, 2021). Essa incerteza estende-se na elaboração do Plano de Resposta a Emergência (PRE), o que faz com que a maioria dos PRE nem cite em seu documento o termo fator humano.

O erro humano está direto ou indiretamente relacionado a vários fatores chamados fatores influenciadores de desempenho (PSFs). Esses PSFs são aspectos do comportamento humano e de contextos que podem afetar o desempenho humano e são frequentemente usados para derivar probabilidades de erro humano (HEPs) e identificar contribuintes para o desempenho humano (AHN *et al.*, 2022). De acordo com os órgãos reguladores internacionais, a metodologia mais adequada para identificar os PSFs é a análise de confiabilidade humana (comumente conhecida em inglês como *human reliability analysis*, HRA).

A Análise de Confiabilidade Humana (HRA) permite identificar, modelar e quantificar erros humanos, suas causas e consequências. Os resultados de uma HRA podem ser utilizados para desenvolver medidas de redução de riscos e tomar decisões informadas sobre os riscos (RAMOS *et al.*, 2021). A HRA tem sido utilizada e desenvolvida como a principal estratégia proativa para enfrentar esse desafio através da identificação de vulnerabilidades em tarefas e operações, compreensão do ciclo de erros e fatores de

modelagem, quantificação de erros potenciais e, finalmente, fornecimento de orientação sobre como melhorar confiabilidade e segurança do sistema (ZAREI *et al.*, 2021).

Várias metodologias foram propostas para HRA em diversos setores industriais. De acordo com o órgão regulador de segurança do Reino Unido (HSE) existem mais de 70 métodos de análise de confiabilidade humana validados que podem ser utilizados na avaliação de riscos. Após a publicação desse guia em 2009, outros métodos relevantes foram desenvolvidos para a indústria do petróleo e gás, como por exemplo, o Petro-HRA e Phoenix. Ambos os métodos consistem em adaptações de métodos HRA existentes. O método Petro-HRA modificou o método SPAR-H (GERTMANet *al.*,2005) para representar operações de petróleo e gás, com foco em operações upstream. Já o Phoenix-PRO modificou o método Phoenix HRA (EKANENet *al.*,2016) para operações de refinarias de petróleo e plantas petroquímicas.

O Petro-HRA foi criado para ser um método HRA completo, incluindo etapas de: definição de cenário, coleta de dados qualitativos, análise de tarefas, identificação de erros humanos, modelagem de erros humanos, quantificação de erros humanos e redução de erros humanos. Na maioria dos métodos HRA, muitas destas etapas não são descritas. Por esse motivo esse método foi utilizado como metodologia central nesse artigo para avaliar as tarefas críticas nos simulados de respostas a emergência.

O planejamento da preparação para respostas a emergências envolve a identificação de perigos potenciais, a avaliação de riscos e o desenvolvimento de planos e procedimentos para prevenir e responder a incidentes. As empresas devem desenvolver Planos de Resposta a Emergências (PRE's) abrangentes que descrevam as medidas a serem tomadas em caso de emergência, incluindo procedimentos de notificação, planos de evacuação e análise de confiabilidade humana. No início de uma emergência, muitas decisões precisam ser tomadas em um curto período. O tempo e as circunstâncias podem significar que a cadeia de comando normalmente não está acessível. Somado a isso, os fatores humanos podem resultar em mau julgamento ou perdas extensas.

A equipe de resposta a emergências é considerada uma das ferramentas ativas mais eficaz para lidar com emergências na indústria do petróleo, diminuindo o risco de vítimas e perdas. Vários grupos e membros da equipe com diferentes níveis de experiência e diferentes funções e responsabilidades trabalham em conjunto durante a resposta a emergência. Espera-

se que eles respondam à emergência da forma mais eficaz e razoável possível. Esta resposta depende da preparação eficaz para emergências dos grupos e membros da equipe, deve ser considerado se a avaliação de risco nos simulados está sendo ignorada em relação aos seus benefícios. Nesse contexto, os simulados de emergências durante o seu planejamento e avaliação de eficácia devem considerar todos os fatores influenciadores que podem afetar negativamente o desempenho humano e contribuir para o desenvolvimento de um incidente.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

- Aplicar o Método Petro-HRA para avaliar a confiabilidade humana durante exercícios de resposta a emergências na indústria do petróleo

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a estrutura, aplicabilidade e os componentes do Método Petro-HRA
- Adaptar o Método Petro-HRA para o contexto dos exercícios de resposta a emergências
- Realizar uma aplicação piloto do Método Petro-HRA em um cenário simulado de emergência
- Avaliar os resultados obtidos e identificar áreas de melhoria para aprimorar a confiabilidade humana.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1.ERRO HUMANO EM VAZAMENTO NA INDUSTRIA DO PETRÓLEO: ACIDENTES PASSADOS

Instalações petrolíferas são tipicamente projetadas com tecnologias complexas de defesa em profundidade. No entanto, eventos adversos têm o potencial de progredir

rapidamente devido à natureza imediata e exponencial das consequências possíveis, e, portanto, frequentemente exigem intervenção urgente do operador. A maioria dos cenários envolve transferência ou movimentação rápida de grandes quantidades de energia. Por exemplo, um pequeno vazamento de hidrocarboneto de um tubo pode fazer com que uma nuvem de gás preencha rapidamente grandes áreas e alcance fontes de ignição potenciais em questão de minutos. Uma perturbação no processo de produção pode causar sobrepressão, transbordamento ou ruptura de um tanque em questão de segundos. Se uma embarcação de posicionamento dinâmico apresentar uma falha no sistema de controle, ela pode colidir com instalações adjacentes quase que imediatamente.

Nos setores de petróleo e gás, os acidentes catastróficos muitas vezes têm raízes nos fatores relacionados às ações humanas, sendo identificados como causas predominantes para esses acidentes (SHAPPELL & WIEGMANN, 2012). Para exemplificar eventos de grandes vazamentos na indústria de petróleo, optou-se por apresentar alguns casos que ocorreram na indústria de petróleo offshore ao longo do tempo.

3.1.1. O Petroleiro de Sanchi (Mar da China Oriental, 2018)

Segundo Zheng Wan (2018) em janeiro de 2018 houve o derramamento de óleo do petroleiro Sanchi no Mar da China Oriental. O petroleiro pegou fogo, explodiu e afundou, matando todos os 32 membros de sua tripulação e derramando ou queimando mais de 100.000 toneladas de produtos petrolíferos. Ainda de acordo com Zheng Wan (2018) o fator humano que causou o acidente não foi especificamente mencionado no estudo realizado, mas, no entanto, o estudo destaca que erros humanos, como fadiga da tripulação devido a longas horas de trabalho e isolamento, são uma causa significativa de acidentes com petroleiros.

3.1.2. Ekofisk Bravo (Mar do Norte, Noruega, 1977)

Estava em andamento uma intervenção no poço B-14, durante a qual o equipamento BOP não estava instalado. Durante essa intervenção, o poço sofreu um influxo não controlado de fluido e a única válvula de segurança na tubulação falhou, resultando na liberação descontrolada de petróleo (NASPOLINI, 2018).

A vazão incontrolável de hidrocarbonetos foi calculada em 22 mil barris de petróleo diários, resultando em um derramamento total estimado de cerca de 202 mil barris (NASPOLINI, 2018).

A investigação oficial do incidente concluiu que os erros humanos foram o principal contribuinte para a falha mecânica da válvula de segurança. Esses equívocos englobaram deficiências na documentação de instalação e identificação de equipamentos, interpretações equivocadas de dados geológicos e de engenharia, bem como planejamento inadequado tanto para as operações de rotina quanto para o controle do poço.

3.1.3. Montara (Mar do Timor, Austrália, 2009)

Em 21 de agosto de 2009, durante as operações de perfuração do poço H1 no campo de Montara, a PTTEP Australasia enfrentou um incidente de perda de controle do poço. Todos os 69 funcionários a bordo da plataforma foram evacuados com sucesso e em segurança (CHRISTOU & KONSTANTINIDOU, 2012).

Houve durante as atividades de resposta à perda de controle do poço, vários princípios de incêndio. Somente em 3 de novembro, quase 02 meses depois do início da perda de controle do poço, a operação foi concluída com êxito (CHRISTOU & KONSTANTINIDOU, 2012).

Para a comissão de investigação o *blowout* ocorreu devido à falha da única barreira de segurança do poço, quando deveriam estar presentes duas. A causa mais provável foi a entrada de hidrocarbonetos por uma das sapatas do poço (NASPOLINI, 2018). O relatório de investigação aponta que tanto as equipes operacionais quanto gerenciais envolvidas nas atividades de perfuração no poço H1 do campo de MONTARA cometeram uma série de equívocos. Isso incluiu erros de interpretação e tomada de decisão por parte dos envolvidos nos acidentes.

3.1.4. Piper Alpha (1988)

O acidente de Piper Alpha em 1988 causou 167 mortes e a destruição completa da plataforma offshore (CHIZARAM, NWANKWO, AREWA, & N, 2021). Com base nos relatórios, fica evidente que a segurança na Piper Alpha era sistematicamente negligenciada

pelos gestores e que graves falhas já estavam presentes anos antes do acidente. O acidente foi claramente associado a erros humanos, principalmente relacionados ao sistema de permissão para trabalho, à ausência de treinamento para situações emergenciais e às deficiências no sistema de gestão de risco da empresa *Occidental* (OLIVEIRA, 2017).

3.1.5. Deepwater Horizon (2010)

A explosão da BP *Deepwater Horizon* em 2010 - um dos maiores derramamentos de petróleo já registrados - resultou em 11 mortes e derramou mais de 4,5 milhões de barris de petróleo bruto no Golfo do México, nos EUA (CHIZARAM, NWANKWO, AREWA, & N, 2021).

De acordo com o relatório da BP (empresa que operava a plataforma), uma série complexa e interligada de erros de julgamentos, falhas mecânicas, de engenharia de projeto, de execução e falhas de interlocução entre equipes, envolvendo várias empresas, incluindo a própria BP, contribuíram para o acidente. No entanto, o relatório não especifica os erros humanos específicos que ocorreram (BP, 2010).

3.2. ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA “PETRO-HRA

3.2.1. Motivação E Relevância: Método Petro-HRA

O método Petro-HRA é um método desenvolvido em 2017, que compreende todo o processo para realização de uma Análise de confiabilidade Humana (HRA) incluindo as partes qualitativas e quantitativas da análise, e a integração na análise de risco global.

Uma das justificativa para utilização do método Petro-HRA é que ele é adequado para utilização na análise da operação da indústria petrolífera, pois já é endossado por uma grande empresa petrolífera, a Statoil e fornece documentação sólida (RAMOS *et al.*, 2021).

Por ser uma metodologia de HRA projetada especificamente para o contexto das operações da indústria de petróleo, o Petro-HRA permite a identificação das peculiaridades dessa indústria em relação às interações entre equipe e a planta, possíveis erros dos operadores e fatores contextuais. Isso é possível considerando os benefícios trazidos por um

modelo robusto de HRA, levando em conta as características inerentes do setor de petróleo em termos do tipo de trabalho, indivíduos e organização que influenciam o desempenho humano, treinamento dos operadores, e procedimentos operacionais

No Brasil, o aspecto dos fatores humanos é regulamentado pelo Sistema de Gerenciamento de Segurança (SGS) aplicado em plataformas de produção e exploração de petróleo e gás, conforme estabelecido como requisito técnico na Resolução Agência Nacional do Petróleo (ANP) nº 43/2007 (ANP, 2007). Esta resolução estipula que a metodologia de análise de risco deve contemplar os fatores humanos (item 12.3.e).

Em 2022, a ANP, órgão regulatório brasileiro na área de petróleo, publicou o Relatório Anual de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural. Essa publicação cita o método Petro-HRA como um “método consolidado de análise da confiabilidade humana”, “amplamente utilizados e aceitos por outros órgãos reguladores da área de óleo e gás”.

A ANP observou em 47 auditorias realizadas em 2022 (seção 3 do relatório) que poucos operadores realizavam análise de confiabilidade humana em suas instalações, através de um método consolidado. No relatório final verificou-se que dos 49 campos auditados, somente uma instalação possuía uma análise de confiabilidade humana, para apenas um procedimento (tabela 5 do relatório). A análise foi elaborada como parte de uma avaliação de custo-benefício para instalação de um dispositivo de segurança para diminuir o risco de erro humano. Outras análises foram apresentadas em 2022, todavia com desvios quanto ao mínimo necessário de informação para um relatório de avaliação de riscos (ex: falta de avaliação do nível do risco, equipe multidisciplinar e recomendações), e quanto ao número de procedimentos críticos cobertos da lista de procedimentos da plataforma. Verificou-se que os operadores não buscaram selecionar os melhores métodos de análise de confiabilidade disponíveis para suas operações, dentre os recomendados no relatório RR679 do HSE, e sim, aqueles que algum colaborador da empresa já possuía conhecimento através de cursos de especialização (ANP, 2022).

3.2.2. Desenvolvimento Do Método Petro-HRA

O método Petro-HRA foi desenvolvido em um projeto de P&D denominado “Análise de ações humanas como barreiras em acidentes graves na indústria petrolífera, aplicabilidade de métodos de análise de confiabilidade humana”. Esse projeto recebeu financiamento do programa PETROMAKS do Conselho de Pesquisa da Noruega, sendo o Instituto de Tecnologia de Energia (IFE) o responsável por coordená-lo. Além disso, contou com a parceria de importantes instituições de pesquisa, como a Universidade Norueguesa de Ciência e Tecnologia (NTNU), SINTEF e o Laboratório Nacional de Idaho (INL). Já no âmbito da indústria, a Statoil (agora Equinor) e a DNV-GL participaram como parceiras do projeto.

Parte do método Petro-HRA foi adaptada do método *Standardized Plant Analysis Risk-HumanReliabilityAnalysis* (SPAR-H; GERTMAN et al., 2005), que foi originalmente desenvolvido para análise das ações humanas em uma sala de controle nuclear. SPARH foi escolhido com base nos resultados de uma avaliação anterior de métodos de análise feita por Gould et al., 2012. O projeto de pesquisa de quatro anos resultou na publicação da Diretriz Petro-HRA (Bye et al., 2017).

Conforme observado, Petro-HRA é uma expansão do método SPAR-H. No entanto, uma distinção importante entre as duas variantes é que o SPAR-H foi desenvolvido para análise retrospectiva, enquanto o Petro-HRA foi desenvolvido para análise prospectiva. A análise retrospectiva refere-se à investigação de um incidente que já ocorreu, enquanto a análise prospectiva refere-se ao desempenho previsto. A análise retrospectiva é comumente associada à investigação de acidentes, embora a maioria dos incidentes investigados não atinja o nível de gravidade de um acidente. A análise prospectiva é comumente associada à quantificação da segurança de novos sistemas. Nem sempre é possível antecipar todos os fatores que influenciarão o desempenho do operador dentro de um sistema que ainda não foi instalado. Como tal, as análises prospectivas tendem a estar num nível mais elevado com comportamentos genéricos ou nominais assumidos e modelados. Quando um incidente realmente ocorre, isso pode levar a uma análise mais aprofundada, na qual todos os detalhes estão disponíveis.

Petro-HRA é um método para avaliação qualitativa e quantitativa da confiabilidade humana na indústria do petróleo. O método permite a identificação, modelagem e avaliação sistemática de tarefas que afetam o risco de acidentes graves. O método destina-se

principalmente ao uso dentro de uma estrutura de QRA, mas também pode ser usado como uma análise independente, por exemplo, para apoiar uma análise de engenharia de Fatores Humanos (Bye et al., 2017).

O projeto Petro-HRA tinha como principais objetivos (LAUMANN et al., 2014): (i) avaliar e adaptar o método de quantificação SPAR-H para um contexto petrolífero específico e (ii) elaborar diretrizes para executar as etapas de análise qualitativa necessárias, as quais não eram abordadas de forma abrangente na literatura de HRA (Análise de Confiabilidade Humana, em inglês). Essa iniciativa visava preencher lacunas e oferecer orientações específicas para o setor petrolífero, alinhando o método de análise à realidade e às necessidades desse campo específico.

O Petro-HRA foi criado para ser um método HRA completo, incluindo etapas de: (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. A primeira etapa consiste na definição do cenário, essa etapa é uma das etapas mais importantes da HRA, pois define o escopo e os limites da análise e molda as análises qualitativas e quantitativas subsequentes. A segunda etapa consiste na coleta de dados qualitativos, envolve uma coleta de dados mais específica e focada para permitir uma descrição detalhada da tarefa, que inclui informações sobre fatores que podem afetar (positiva ou negativamente) o desempenho humano e o resultado do cenário. A terceira etapa consiste em realizar a descrição das etapas executadas como parte de uma atividade e fornece um meio sistemático de organizar as informações coletadas em torno das tarefas. O nível de detalhe numa análise de tarefa pode variar consideravelmente, embora a orientação geral seja adaptar o nível da análise aos requisitos sem questão. A quarta etapa busca identificar possíveis erros relacionados a ações ou etapas de tarefas no cenário; identificar e descrever as prováveis consequências de cada erro; identificar oportunidade de recuperação; e identificar e descrever fatores que moldam o desempenho (PSFs) que podem ter impacto na probabilidade de erro. A quinta etapa concentra-se em modelar as tarefas de tal forma que as ligações entre os erros, etapas da tarefa, PSFs e o HFE que faz interface com o QRA são esclarecidos. Isto permite uma visão geral da tarefa e um meio para quantificar o fracasso e o sucesso do Evento de Falha Humana (HFE). A sexta etapa consiste em descrever como uma probabilidade de erro humano (HEP) de um evento ou etapa de tarefa é quantificada

com base em um valor nominal do HEP (0,01) e um conjunto de fatores de modelagem de desempenho (PSF). Por fim, a última etapa consiste em desenvolver iniciativas de melhoria informadas sobre riscos para reduzir a contribuição humana para o risco. Essas melhorias visam prevenir a ocorrência de erros humanos ou mitigar as suas consequências.

O método PETRO-HRA recomenda o uso da taxonomia SHERPA para identificação de erros, conforme apresentado no Quadro 1. No entanto, ele indica que o analista pode escolher outra taxonomia de erro caso esta esteja mais alinhada com os tipos de tarefas que estão sendo modeladas por meio da análise de tarefas. Além disso, uma vez que a taxonomia SHERPA considera principalmente erros de ação, verificação e comunicação, o PETRO-HRA oferece itens adicionais de decisão que podem ser incluídos na taxonomia SHERPA (Quadro 2).

Quadro 1: A taxonomia de erro SHERPA

Erros de ação	Verificando erros
A1 - Operação muito longa/curta	C1 - Check omitido
A2 - Operação mal cronometrada	C2 - Verificação incompleta
A3 - Operação na direção errada	C3 - Verificação correta no objeto errado
A4 - Operação muito pouco/muito	C4 - Verificação errada no objeto certo
A5 - Desalinhamento	C5 - Verificação mal cronometrada
A6 - Operação correta no objeto errado	C6 - Verificação errada no objeto errado
A7 - Operação errada no objeto certo	Erros de recuperação
A8 - Operação incompleta	R1 - Informação não obtida
A9 - Operação incompleta	R2 - Informação errada obtida
A10 - Operação errada em objeto errado	R3 - Recuperação de informações incompleta
Erros de comunicação de informações	Erros de seleção
I1 - Informação não comunicada	S1 - Seleção omitida
I2 - Informação errada comunicada	S2 - Seleção errada feita
I3 - Comunicação de informações incompleta	

Quadro 2: Taxonomia adicional de erro de decisão

Erros de decisão
D1 - Decisão correta com base em informações erradas/ausentes
D2 - Decisão incorreta baseada em informações corretas
D3 - Decisão incorreta baseada em informações erradas/faltas
D4 - Falha na tomada de decisão (impasse)

Para quantificação, o PETRO-HRA utiliza uma probabilidade nominal de erro humano (HEP), como SPAR-H. O HEP no Petro-HRA é 0,01 para todas as tarefas, o mesmo que para o diagnóstico HEP no SPAR-H. A separação entre tarefas de diagnóstico (cognição) e ação no SPAR-H não está incluída no método Petro-HRA porque foi considerado que todas as tarefas são uma combinação de diagnóstico e ação.

As definições dos PSFs no Petro-HRA diferem das do SPAR-H. A Petro-HRA também modificou os multiplicadores dos PSFs, e a diretriz traz uma discussão sobre essas mudanças. A quantificação segue a regra de multiplicação do SPAR-H. A diretriz também fornece uma planilha para auxiliar o analista na quantificação.

Os cálculos de probabilidade do erro humano podem ser desafiadores, especialmente quando o tamanho da amostra (número de entrevistas) é pequeno, conforme veremos a seguir. O tamanho da amostra é crucial no cálculo da probabilidade e na inferência estatística. A incerteza depende de vários fatores, como a qualidade e a quantidade dos dados disponíveis, a escolha da metodologia e do modelo probabilístico, e os fatores que influenciam o desempenho humano. Aqui estão algumas limitações que podem surgir:

Precisão da estimativa: Quanto maior o tamanho da amostra, mais precisa é a estimativa da verdadeira.

Redução do erro padrão: O erro padrão (que é uma medida da variabilidade ou dispersão das estimativas de uma estatística) diminui à medida que o tamanho da amostra aumenta.

Representatividade: Um tamanho de amostra maior pode capturar mais variação e, portanto, ser mais representativo do todo.

No entanto, é importante notar que um tamanho de amostra maior vem com custos adicionais e pode, às vezes, levar a diminuir os retornos esperados. Desta forma optamos por trabalhar com uma estimativa de cálculo do erro humano bem como da estimativa de redução do erro humano, dentro de ordens de grandeza conforme tolerâncias que constam nos manuais e diretrizes da ferramenta Petro HRA.

Assim, esse método tem como objetivo avaliar qualitativa e quantitativamente a probabilidade de falha humana, identificando quais tarefas são mais sensíveis ao erro humano e quais fatores que moldam o desempenho têm maior influência na probabilidade de erro, destinado principalmente ao uso dentro de uma estrutura de análise

quantitativa de risco (QRA), mas também pode ser usado como uma análise individual, como é o caso deste artigo.

4. ESTUDO DE CASO

Para ilustrar a abordagem proposta, foi selecionado o cenário e o procedimento para simulado de vazamento de hidrocarboneto. Este cenário foi desenvolvido com base no exercício real de vazamento realizado em uma plataforma FPSO - *Floating, Production, Storage and Offloading*.

Este estudo de caso descreve a análise de um cenário de vazamento, cujo rompimento ocorreu nos acessórios/instrumentos da linha de entrada do vaso trifásico, primeiro estágio de separação dos fluidos produzidos (petróleo, água produzida, gás combustível), a jusante do manifold (coletor) e dos chokes de ajuste da pressão dos poços produtores, no Main Deck, área 01. Na Figura 01 mostra o fluxograma de engenharia que representa o local que ocorreu a simulação de perda de contenção primária do hidrocarboneto.

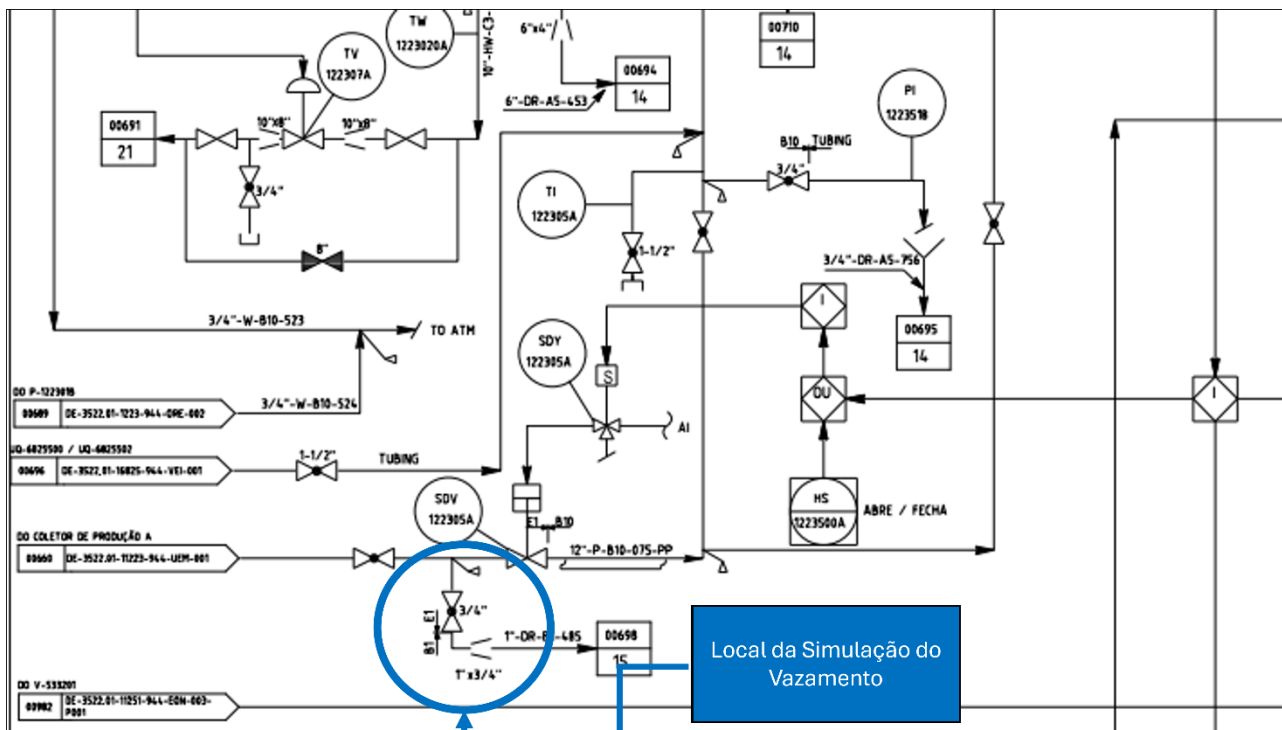


Figura 01: Fluxograma de engenharia da área da plataforma que ocorreu o simulado de emergência com cenário de vazamento de fluido.

4.1. ETAPA 01: ESCOLHA DO PROCEDIMENTO E DEFINIÇÃO DO CENÁRIO

4.1.1. Escolha do Procedimento

O procedimento escolhido para aplicação da metodologia Petro-HRA consiste no exercício de resposta de perda de contenção primária em uma unidade marítima de produção, esta unidade é um FPSO, um sistema de produção flutuante que recebe fluidos (petróleo bruto, água produzida, gás combustível) de um reservatório submarino através de dutos, que então separam os fluidos em petróleo bruto, gás natural, água e impurezas nas instalações de produção a bordo. O petróleo bruto armazenado nos tanques de armazenamento do FPSO é descarregado em navios-tanque para ir ao mercado ou para posterior refino em terra. O equipamento opera em águas jurisdicionais brasileiras acima de 1900 metros de lâmina

d'água e faz parte da frota de uma empresa que fornece soluções de produção para indústria de energia “offshore”.

Este simulado de emergência faz parte de uma lista do Plano de Emergência da plataforma, documento onde consta um conjunto de medidas que determinam e estabelecem as responsabilidades setoriais e as ações a serem desencadeadas imediatamente após um incidente, bem como definem os recursos humanos, materiais e equipamentos adequados à prevenção, controle e resposta ao incidente, documento este que é exigência do Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional das Instalações Marítimas de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural –SGSO- publicado pelo agente regulador brasileiro ANP. De maneira simplificada as ações de Planejamento dos simulados são ilustrados por meio do fluxograma da Figura 02

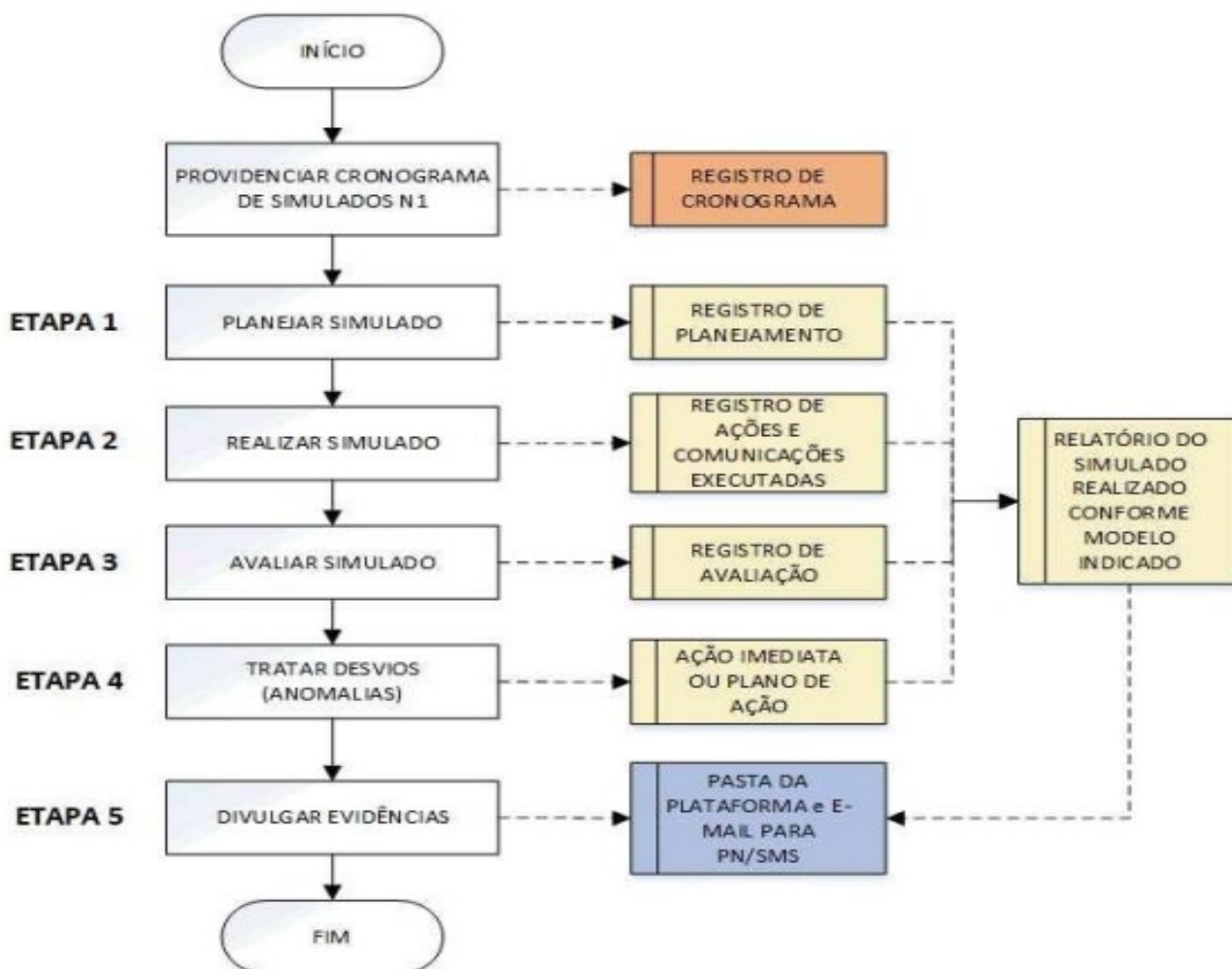


Figura 02: Fluxograma das etapas de exercício de vazamento de óleo.

O Quadro 03 apresenta as ações para planejamento dos exercícios de resposta a vazamento de hidrocarboneto.

Quadro 03: Ações para planejamento dos Simulados de resposta a vazamento de óleo

Etapa	Ação
Planejamento Anual	Propor e validar cronograma e objetivos do simulado
	Encaminhar cronograma para órgão licenciador
Infraestrutura	Prover infraestrutura adequada a consultores e auditores, caso necessário
	Coordenar planejamento do simulado conforme cronograma aprovado
	Propor cenário base
	Elaborar roteiro do simulado contendo:
	Detalhamento do cenário acidental
Planejamento do Exercício	Lista de contatos internos e externos necessários
	Regras e particularidades de simulado
	Material necessário aos participantes
	Propor agenda para divulgação do convite aos participantes externos
	Definir e convocar Equipe de Resposta para o simulado
	Indicar avaliadores para o simulado
	Elaborar relatório de planejamento do simulado
Execução	Controlar e gerenciar a simulação
	Prover recursos demandados pela Equipe de resposta
Avaliação	Coordenar reunião de análise crítica
	Elaborar relatório do simulado de campo
	Validar relatório final da consultoria ou auditoria, caso houver
	Encaminhar relatórios de simulados para o órgão licenciador
	Manter plano de ação de melhorias
	Levantar pontos fortes e oportunidades de melhoria para acompanhamento de indicadores de desempenho

4.1.2. Escolha do Cenário

A hipótese acidental selecionada pela equipe para este estudo pertence a lista de cenários que constam no cronograma do Plano de Emergência, planejado pela empresa e aprovado pelo órgão regulador, justificado a partir de análise de riscos realizadas e dos relatórios de incidentes gerados pela companhia, onde observou-se que entre os anos 2015 e 2022 foram registrados um total de 9 incidentes nessa região da plataforma. A frequência da simulação se justifica a partir da criticidade do cenário e da frequência de incidentes nos equipamentos do local, na unidade de produção, companhia e, em abrangência, na indústria do petróleo.

A hipótese se baseia em uma perda de contenção primária de fluido inflamável (óleo bruto, gás inflamável, água produzida) de volume relevante (aproximadamente 8m³), ocasionada por falha em equipamento ou linha, onde foi possível a mitigação de danos e segregação do trecho danificado pela intervenção da operação, confinando o produto vazado na plataforma e sem ocorrência de ignição do material inflamável. O local do vazamento fictício se encontra em acessórios/instrumentos da linha de entrada do vaso trifásico, primeiro estágio de separação dos fluidos produzidos (petróleo, água produzida, gás combustível), a jusante do manifold (coletor) e dos chokes de ajuste da pressão dos poços produtores, no Main Deck, área 01.

As informações sobre o cenário foram obtidas por meio de uma série de reuniões realizadas na plataforma Microsoft Teams, conforme detalhado a seguir: foram realizadas reuniões com representantes do pessoal operacional para discutir as tarefas e ações do operador durante o cenário, abordar potenciais cenários de desvio e esclarecer as expectativas e entregáveis. O Quadro 04 apresenta as informações coletadas sobre a descrição do cenário de vazamento de fluido.

Quadro 04: Definição do Cenário

ETAPA 1 - Definição de cenário (vazamento de óleo em uma unidade marítima de produção)		
Tema	Descrição	Comentários
Localização e ambiente externo		
Local do evento	O local do vazamento se encontra em acessórios/instrumentos da linha de entrada do vaso trifásico, primeiro estágio de separação dos fluidos produzidos (petróleo, água produzida, gás combustível), a jusante do manifold (coletor) e dos chokes de ajuste da pressão dos poços produtores, no Main Deck, área 01.	O evento ocorre no coletor dos poços na entrada do 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	A distância da costa de 150 km e 50 min de helicóptero.	No dia vazamento o tempo estava ensolarado e sem eventos climáticos adversos
Contexto do sistema e da tarefa		
Modo operacional	O separador de alta pressão encontra-se em modo OPERACIONAL, e a atividade consiste na rotina da vigilância da operação do processo de coleta dos poços e início do processo de separação	

Sistema/barreiras de segurança	Em caso de pressão muito alta ou muito baixa do coletor dos poços ocorre a atuação do T62-PST-0001(Transmissor de Pressão) ; que provoca o fechamento da T62-SDV-0120(Shutdown valve nas entrada do separador de alta pressão e dos T62-HCV-0001, T62-HCV-0002, T62-HCV-0003(Chokes do poços), isolando o trecho automaticamente, protegendo a integridade da linha e segregando o trecho de uma possível perda de contenção primária. Sensores de gás monitoram a área para caso de perdas de contenção de gás natural. Trecho possui skid para contenção secundária que direciona possíveis fluidos combustíveis para área segura.	
Funções e responsabilidades do pessoal	O procedimento é executado pelo operador de campo, em conjunto como operador da sala de controle.	
Sequência de eventos		
Iniciando evento	Operador da sala de controle observa atuação pontual de um sensor de gás, na área A1, do separador de alta pressão e solicita a avaliação da integridade do monitor pelo operador de campo. Operador de campo vai ao local e constata, a distância, perda de contenção de fluido inflamável, provavelmente na tomada do indicador de pressão NR-13 do coletor, na entrada do separador de alta pressão. Operador de campo informa ao operador da sala de controle a ocorrência.	

Eventos intermediários	Aumento da detecção de gás pelos sensores na vizinhança; Aumento do nível do tanque de drenagem do skid de contenção secundária do trecho Redução da pressão do sistema à montante do separador de alta pressão.	
Fim da sequência de eventos	Operador da sala de controle provoca, manualmente o fechamento da SDV de entrada do Separador de alta pressão e dos chokes dos poços. Operadores de campo fecham válvulas manuais de alinhamento dos poços ao coletor de produção e da entrada do separador de alta pressão. Skid contém o vazamento e dá destino seguro aos fluidos vazados. Segurança operacional da área é retomada e a poluição pode ser atacada pelas equipes SOPEP.	

4.2. ETAPA 02: COLETA DE DADOS QUALITATIVOS

Nesta etapa, o grupo buscou analisar o cenário do estudo de risco selecionado e o procedimento associado à tarefa crítica. Isso foi realizado respondendo às perguntas orientativas estabelecidas na metodologia PETRO-HRA, com o objetivo de aprofundar a compreensão das características da tarefa e sua relação com o cenário selecionado. Os dados coletados são apresentados detalhadamente no Apêndice A deste trabalho.

4.3. ETAPA 03: ANÁLISE DE TAREFAS

A Análise Hierárquica da Tarefa (HTA) para o procedimento de resposta de emergência para o cenário de vazamento de fluido é mostrado na Figura 03. O procedimento consiste em 08 tarefas principais, que são 1- Utilizar detectores fixos de gases; 2 - Detectar Alarme de detecção de gás através do sistema supervisorio; 3 - Comunicar imediatamente a liderança e demais envolvidos; 4 - Acionamento do alarme sonoro da instalação; 5 - Avaliar a origem que está alimentando o vazamento; 6 - Avaliar as condições de segurança para combate ao incidente; e 7 - Fazer o primeiro combate. Informações adicionais obtidas da análise de tarefas tabular são descritas no Apêndice A.

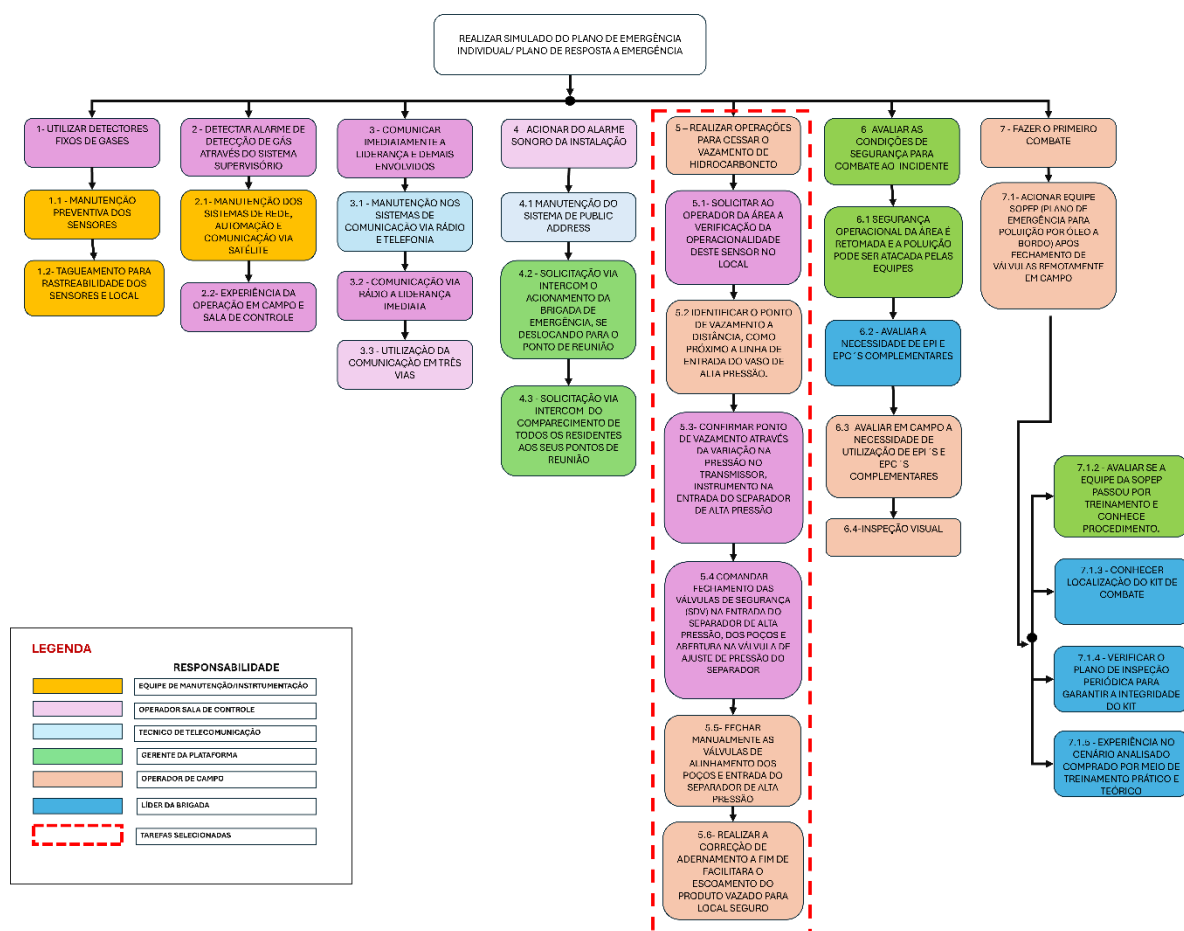


Figura 03: Análise Hierárquica da Tarefa do procedimento de perda de contenção primária

– HTA

4.3.1. Análise Temporal

O tempo necessário pode ser deduzido com a ajuda de diversas fontes de dados, como uso de simuladores, observações no local e relatórios de incidentes. Embora representem estimativas realistas, relevantes e muitas vezes precisas, esses dados podem, no entanto, ser difíceis e dispendiosos de obter. Uma abordagem prática e mais viável é estimar o tempo necessário com base numa revisão estruturada da análise da tarefa. Este método é conhecido como análise de linha do tempo e é comumente realizado próximo ao momento da análise da tarefa (Bye *et al.*, 2017).

Quando os trabalhadores têm pouco tempo para executar uma tarefa, diversos comportamentos podem ocorrer. Pode-se pensar numa escala contínua desde uma pressão de tempo muito elevada até um tempo extenso: Com uma pressão de tempo elevada, as pessoas podem ser apressadas a tomar ações descontroladas, incorretas e desesperadas; tornar-se incapacitado e passivo; ou tentar realizar a tarefa sem conseguir concluí-la no tempo disponível. Pode haver tempo diferente disponível para considerar soluções alternativas sobre como lidar com o evento, verificar novamente os parâmetros, solucionar problemas ou verificar o resultado de suas ações (Bye *et al.*, 2017).

Por se tratar de uma ação de resposta a emergência foi evidenciado que análise temporal é um fator crítico no cenário de perda de contenção primária. Após a identificação do vazamento, há um tempo limitado para o operador de campo identificar o local do vazamento, comunicar ao operador da sala de controle e iniciar as manobras para segregar o ponto de vazamento antes que danos a instalações não possam mais ser evitados. No cenário avaliado, o sucesso do fim do vazamento depende da ação conjunta dos operadores da sala de controle (OSC) e operador de campo (OC). O operador da sala de controle deve provocar remotamente o fechamento das SDV de entrada do separador de alta pressão e dos poços. Já operador de campo deve fechar válvulas manuais de alinhamento dos poços ao coletor de produção e da entrada do separador de alta pressão. Skid deve ter sido dimensionado corretamente a fim de conter o vazamento e destinar de forma segura os fluidos vazados. Tudo dentro de poucas horas após o evento ocorrer.

Na primeira etapa, a análise de linha do tempo do vazamento do hidrocarboneto (Figura 04) foi realizada durante as reuniões com os operadores para estimar quanto tempo seria necessário para realizar as ações necessárias para sanar o vazamento e evitar danos a instalações, pessoas e meio ambiente. A análise identificou quanto tempo cada etapa da tarefa levaria, e se era possível realizar algumas etapas em paralelo. As estimativas foram baseadas na experiência dos operadores.

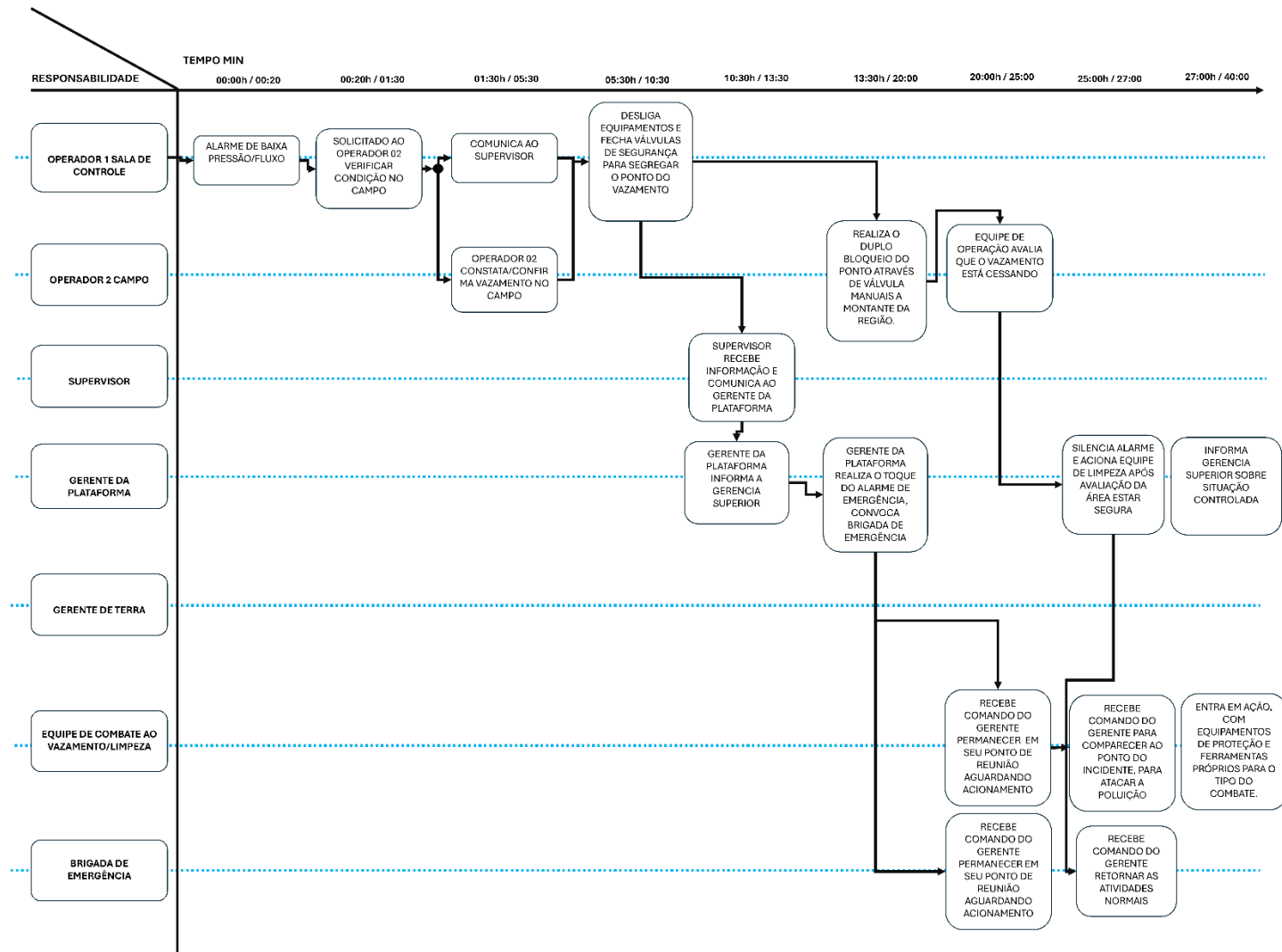


Figura 04: Análise temporal do exercício de resposta ao vazamento de hidrocarboneto.

Na segunda etapa, o grupo acompanhou em tempo real um simulado de emergência com vazamento de fluido a fim de cronometrar o tempo de atuação dos envolvidos em cada tarefa. O Quadro 05 apresenta o desenvolvimento de cronologia real do simulado realizado em dezembro de 2023.

Quadro 05:Desenvolvimento da cronologia de um exercício de vazamento de óleo.

Desenvolvimento de Cronologia Real da Simulação			
Horário	Etapa	PSF	NA - Não Aplicável; NE - Negativo; P - Positivo
17:08:00 h	Gerente da plataforma solicita o início do simulado de vazamento de petróleo.	-	-
17:10:00 h	Alarme de gás detectado no sistema supervisório da sala de controle, operador navega na matriz e identifica indicando área 1, no sistema supervisório. - Operador P1.	Tempo	P
17:10:30 h	Operador P1 solicita via rádio a checagem da área 1 ao operador de campo 02.	Tempo; Comunicação	P
17:13:00 h	Operador P2 responsável pela área, em manobras no campo em área ruidosa, tem dificuldades de compreender a mensagem, por final compreende, e se desloca para o local indicado.	Comunicação; Ambiente Físico de Trabalho	NE
17:19:00 h	Operador P2 se aproxima do local de maneira segura e constata perda de contenção primária, identifica o ponto a distância, como próximo a linha de entrada do vaso de alta pressão.	Tempo	P
17:19:20 h	Operador P2 inicia comunicação via rádio com o operador P1 e supervisor do turno.	Tempo; Comunicação	P
17:21:00 h	Supervisor atende rádio e solicita a confirmação da mesma devido ao ruído da área operacional. Por final compreende comunicação.	Comunicação; Ambiente Físico de Trabalho	NE
17:22:00 h	Operador P1 atende rádio, compreende mensagem e inicia manobras para confirmar o ponto de vazamento.	Tempo; Comunicação	P
17:24:00 h	Operador P1 navega no supervisório até a tela correspondente, consta variação na pressão no instrumento na entrada do separador de alta pressão e confirma ponto de vazamento.	Experiência/Treinamento; Interface Homem e máquina	P

17:27:20 h	Operador P1 identifica as válvulas de segurança SDV a serem fechadas para segregar vazamento.	Experiência/Treinamento; Interface Homem e máquina; Tempo	P
17:28:00 h	Operador P1 inicia comunicação com o supervisor do turno via rádio, é compreendido solicita duplo check ao supervisor e solicita autorização para fechar as SDV.	Tempo; Comunicação	P
17:31:30 h	Supervisor faz comunicação via telefone ao gerente da plataforma.	Tempo; Comunicação	P
17:32:00 h	Gerente atende telefone e compreende informação.	Tempo; Comunicação	P
17:32:10 h	Operador P1 dá os comandos de fechamento da válvula de segurança (SDV) na entrada do separador de alta pressão, das SDV dos poços e abertura na válvula de ajuste de pressão (PCV) do separador. Para despressurizar o ponto e segregar o vazamento.	Experiência/Treinamento; Interface Homem e máquina; Tempo	P
17:33:30 h	Gerente da plataforma realiza o toque do alarme de emergência e o avisa que todos os residentes se encaminhem aos seus pontos de reunião, bem como a brigada de emergência e equipe de combate e limpeza, via intercom.	Tempo; Comunicação	P
17:38:30 h	Supervisor de turno avalia o cenário e não consegue garantir que o vazamento está reduzindo, faz a opção por realizar o duplo bloqueio do ponto através de válvula manuais a montante da região.	Experiência/ Treinamento	NE
17:40:00 h	Equipe de operação da planta avalia cenário e identifica pontos de bloqueio manual para garantir, de maneira segura, isolamento do ponto de vazamento.	Experiência/ Treinamento	P
17:40:30 h	Devido a uma queda na conexão, o gerente da plataforma tem dificuldade em informar ao gerente superior de terra via telefone.	Tempo; Comunicação	NE
17:43:00 h	Gerente de terra compreende a mensagem e fica aguardando desenrolar do evento.	Tempo; Comunicação	P
17:44:00 h	Supervisor chega ao local junto aos operadores de campo P2 e P3 e inicia fechamento das válvulas manuais a montante dos chokes (área 6) e jusante da SDV de entrada do separador (área 2), em áreas seguras. As válvulas por serem pouco operadas estão engripadas. Por ser uma simulação não interfere no andamento dele.	Interface Homem Máquina	NE
17:50:00 h	Equipe de operação avalia que o vazamento está cessando, supervisor de turno avalia que o adernamento da plataforma está desfavorável devido aos poucos pontos de drenagem e solicita ao operador E1, via rádio,	Tempo; Ambiente Físico de Trabalho	P

	que altere o adernamento para facilitar o escoamento do produto vazado para local seguro.		
17:51:00 h	Operador E1 compreende a mensagem e procede a manobra após identificar os equipamentos a serem operados.	Experiência/Treinamento; Comunicação	P
17:55:30 h	Equipe de operação avalia que o produto vazado não atravessou as contenções secundárias. Produto vazado está escoando lentamente pelos drenos para local seguro, devido alguns pontos de obstrução das linhas.	Ambiente Físico de Trabalho	P
17:58:20 h	Supervisor informa pessoalmente o cenário ao gerente de bordo.	Comunicação	P
18:00:30 h	Gerente da plataforma avalia cenário e identifica como retornando a segurança	Experiência/Treinamento	P
18:03:30 h	Gerente da plataforma informa ao gerente superior de terra, via telefone. Compreende a mensagem e desmobiliza equipe de terra.	Comunicação	P
18:05:30 h	Gerente da plataforma silencia o alarme de emergência e dá o aviso, todos os residentes podem retornar as suas atividades normais e que a emergência foi contornada.	Comunicação	P
18:07:00 h	Gerente da plataforma concede dispensa a Brigada de emergência do ponto de reunião, via rádio, pelo canal 2, líder da brigada compreende a mensagem após alguma dificuldade devido área ruidosa.	Ambiente Físico de Trabalho	NE
18:10:40 h	Gerente solicita presença da equipe de ataque a poluição com óleo, via intercom, para iniciar combater dos resíduos inflamáveis e tóxicos.	Tempo; Comunicação	P
18:22:00 h	Membros da equipe de limpeza comparece ao local após alguns minutos alegando problemas em algumas cornetas do intercom e dificuldade de ouvir a mensagem em alguns pontos da plataforma	Comunicação; Tempo	NE
18:31:00 h	Equipe entra em ação, com dificuldade de alguns membros para identificar os equipamentos e EPI necessários (inexperiência observada devido alta rotatividade da equipe contratada) para o tipo de atividade. Depois de esclarecimentos dos técnicos de segurança o combate foi realizado.	Experiência/Treinamento	NE
18:45:00 h	Gerente da plataforma dá como encerrado o simulado e convoca todos os líderes envolvidos para a reunião de avaliação dele, via intercom.	-	P

Por meio do Quadro 05 é possível observar que durante o acompanhamento do simulado houve algumas dificuldades durante a execução das tarefas:

Às 17:13, o operador de campo 02 realizava suas atividades rotineiras, por estar em uma área operacional ruidosa, teve dificuldades para compreender as transmissões via rádio do operador de campo 01. Uma situação similar ocorreu às 17:21, quando o supervisor, após utilizar o rádio, solicitou a confirmação da mensagem devido ao ruído da área operacional. Nestes casos, os PSF identificados foram, respectivamente, "Comunicação" e "Ambiente Físico de Trabalho".

Às 17:38:30, o supervisor de turno, baseado nos dados disponíveis, não conseguiu assegurar a redução de um vazamento. Devido a essa incerteza, optou por realizar o duplo bloqueio do ponto de vazamento através de válvulas manuais a montante da área. O PSF relacionado a esta tarefa foi "Experiência/Treinamento".

Às 17:40:30, uma queda na conexão de internet dificultou a comunicação do gerente da plataforma com o gerente superior em terra via telefone.

Às 17:44:00, o supervisor e os operadores de campo P2 e P3 chegaram ao local e iniciaram o fechamento das válvulas manuais a montante dos chokes (área 6) e a jusante da SDV de entrada do separador (área 2), em áreas consideradas seguras. As válvulas, pouco operadas, estavam engripadas, o PSF atribuído a essa tarefa foi "Interface Homem Máquina". Sendo um simulado de emergência, essa situação não interferiu no andamento do procedimento.

Às 18:22:00, a equipe de limpeza chegou ao local, relatando problemas com algumas cornetas do intercomunicador e dificuldades em ouvir mensagens em certos pontos da plataforma.

Às 18:31:00, a equipe de limpeza começou a atuar, enfrentando desafios para identificar os equipamentos e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários devido à inexperiência, o que foi atribuído à alta rotatividade da equipe contratada. Após orientações dos técnicos de segurança, a ação de combate foi realizada com sucesso.

4.4.ETAPA 04: IDENTIFICAÇÃO DOS ERROS HUMANOS

Foi realizada uma análise detalhada de erros utilizando as informações iniciais fornecidas pelos operadores (registradas na análise hierárquica da tarefa) durante as reuniões realizadas via Teams. Para cada passo da tarefa e subtarefas, o grupo analisou juntamente com os operadores quais os erros poderiam ocorrer, quais seriam as consequências desses erros e se havia oportunidades para o operador se recuperar desses erros.

Posteriormente, o grupo realizou uma triagem para decidir quais as subtarefas seriam analisadas e aplicadas a metodologia do PETRO-HRA. Os erros que foram classificados tendo consequências relativamente insignificantes para o cenário de vazamento de fluido ou que tinham elevado potencial de recuperação não foram analisados com mais detalhe. Devido a limitação do tempo, o grupo optou em se concentrar nos erros que tem maior probabilidade envolvendo ação humana após o start do vazamento, nesse caso, foi selecionado a *Tarefa5 – realizar operações para cessar o vazamento de hidrocarboneto*. Após a discussão sobre a seleção das tarefas, os autores entendem que para aplicação real na indústria do petróleo, outras tarefas deveriam ser levadas em consideração durante o cálculo de probabilidade e aplicação do método PETRO-HRA.

A partir da análise tabular de tarefas apresentada no Apêndice A, e no conhecimento das fases de identificação de erro humano e modelagem de erros humanos, foi possível realizar a quantificação dos erros. Os possíveis erros humanos relacionados as subtarefas 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6 e 5.7, são respectivamente:

Erros de ação:

A1 - Operação muito longa/curta

A6 - Operação correta no objeto errado

Erros de Comunicação de Informação:

I3 - Comunicação de informações incompleta

I2 - Informação errada comunicada

Erros de Verificação:

C3 - Verificação correta no objeto errado

4.5. ETAPA 05: MODELAGEM DOS ERROS HUMANOS

04 operadores (02 de campo e 02 de sala) foram selecionados para este estudo de caso, no qual eles foram solicitados a escolher uma escala multiplicador de PSFs (*Performance Shaping Factors*) para cada sub tarefa. A Figura 05 ilustra os PSF que contribuem para o erro humano no cenário de vazamento de fluido para cada etapa da tarefa. Como é possível observar o desempenho humano pode variar sub tarefa para sub tarefa, mesmo dentro da mesma tarefa. Em seguida, as opiniões qualitativas operadores foram agregadas. Após a avaliação dos operadores e a agregação de opiniões, a pontuação agregada é convertida no multiplicador para cada PSF para quantificação de erros humanos, seguindo a equação definida por Bye et al., (2017) e apresentada na próxima etapa. No Apêndice A apresenta o resultado das entrevistas realizadas com os operadores.

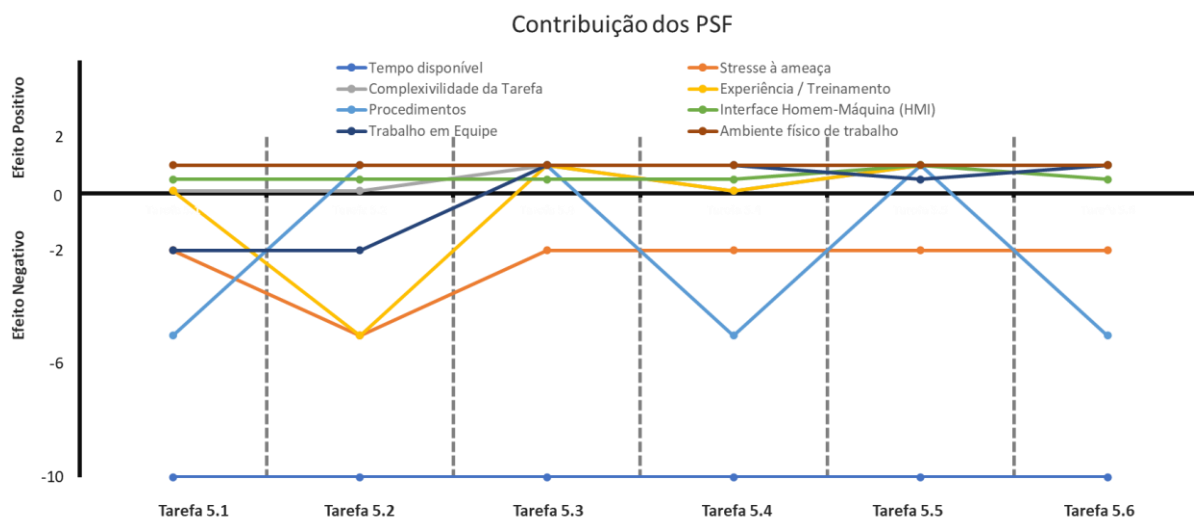


Figura 05: Contribuição dos PSFs para as etapas da tarefa.

4.6. ETAPA 06: QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS HUMANOS

As probabilidades de erro humano para cada subtarefa de um procedimento de perda de contenção primária durante um simulado de emergência estão ilustrados na Figura 06. A probabilidade de erro humano é calculada com base na técnica de quantificação humana do PETRO-HRA, definida por Bye et al.,(2017):

$$HEP = (NominalHEP) \times NívelPSF \text{ (Eq. 1)}$$

No qual,

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

Nível PSF = Nível dos fatores influenciadores de desempenho.

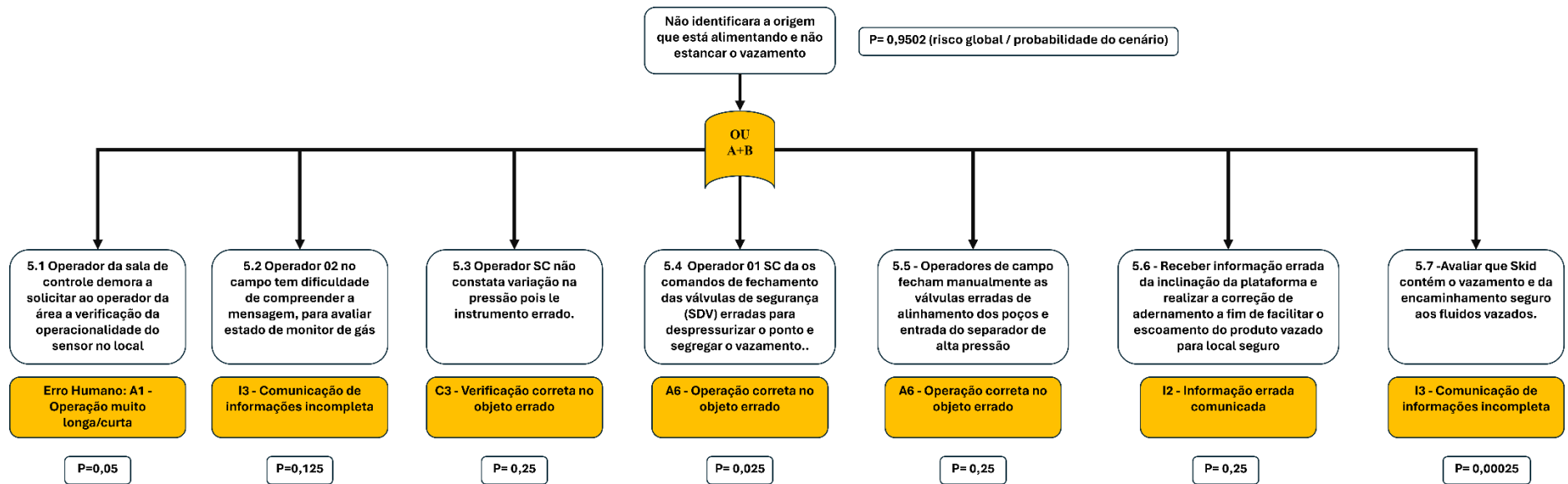


Figura 06: Valores de HEP's individuais e combinados

4.7. ETAPA 07: REDUÇÃO DOS ERROS HUMANOS

Após o cálculo de Probabilidade de Erro Humano (HEP) na etapa anterior, verificou-se que o risco global obtido resultou em $p=0,905$. Avaliando a probabilidade encontrada, observou-se que o HEP global ficou próximo do teto máximo estabelecido pelo PETRO-HRA ($p=1$), sendo considerado nesse caso um forte impulsionador de desempenho e sugerindo que a tarefa certamente falhará.

Conforme o relatório divulgado pelo *Electric Power Research Institute* (EPRI) em 2010, estabelece-se o valor de 1×10^{-4} como limite para tarefas que apresentam restrições de tempo ou que são realizadas sob condições propícias a distrações. Da mesma forma, as diretrizes das Autoridades Norueguesas de Segurança do Petróleo, especificadas nos Regulamentos de Instalações 11, determinam um limite de aceitação de risco anual de 1×10^{-4} para a probabilidade de falha nas principais funções de segurança em instalações offshore (Bye *et al.*, 2017).

Por outro lado, Whaley et al. (2011) argumentam que o valor mínimo de HEP para qualquer evento ou tarefa individual utilizando a metodologia SPAR-H deve ser 0,00001 ou 1×10^{-5} . O documento "Boas Práticas para HRA" elaborado por Kolaczowski et al. (2005), embora não especifique um limite inferior para HEPs individuais, sugere um valor mínimo de 1×10^{-5} para HEPs combinadas em sequências ou conjuntos de corte que incluam múltiplos Eventos de Falha Humana (HFE).

Diante dos valores de HEP combinados encontrados e os valores referenciados pela literatura científica, 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. O Quadro 06 e 07 apresentam as estratégias de redução de erros (ERS) e medidas de redução de erros (ERM) desenvolvidas com base nas conclusões do PETRO – HRA.

Quadro 06: Estratégias de redução de erros (ERS) para os PSF negativos identificados

Estratégias de redução de erros (ERS)	PSF's
ERS 1: Realizar conscientização periódica, da força de trabalho, sobre as possíveis consequências da não realização adequada dos procedimentos críticos.	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho
ERS 2: Incluir na Política de Segurança da Companhia que é proibido acelerar a execução de qualquer tarefa, aplicar “duplo check”.	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho
ERS 3: Estabelecer esses treinamentos regulares 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.	IHM, stress, experiência, procedimento
ERS 4: Garantir EPI's e EPC's adequados e de qualidade para a utilização em simulado e em casos reais.	Stress, experiência, procedimento, Atitudes em relação à Segurança, Trabalho e Apoio à Gestão e Ambiente Físico de Trabalho
ERS 5: Melhoria na tecnologia de radiocomunicação e treinamento da utilização e técnicas de comunicação para este cenário	Stress, experiência, procedimento, Atitudes em relação à Segurança, Trabalho e Apoio à Gestão e Ambiente Físico de Trabalho
ERS 6: Melhoria na tecnologia de transmissão de dados entre plataforma e sala de controle onshore, assim como também manutenção do sistema de rede automação e comunicação via satélite.	Stress, experiência, procedimento, Atitudes em relação à Segurança, Trabalho e Apoio à Gestão e Ambiente Físico de Trabalho

Quadro 07: Medidas de redução de erros (ERMs) para os PSF negativos identificados

Medidas de redução de erros (ERMs)	PSF's
ERM 1: Fornecer treinamento regular em simulados para operadores de produção, de acordo com o procedimento (por exemplo, uma a duas vezes por ano).	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho
ERM 2: Definir que todas as comunicações entre operadores de produção em tarefas críticas devem ser confirmadas através de repetição da informação recebida. (Comunicação em 3 vias).	IHM, stress, experiência, procedimento Trabalho em equipe
ERM 3: Documentar o papel e atuação da supervisão dos operadores na sala de controle onshore.	IHM, stress, experiência, procedimento

ERM 4: Manutenção preventiva de válvulas e sensores da área, além de identificação visível para rastreabilidade dos sensores no local.	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho
ERM 5: Melhorar o acesso as válvulas manuais deixando em condições ergonômicas para o trabalho do operador.	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho
ERM 6: Treinamento em simulados de com iteração e intercâmbio entre as equipes de terra e mar, assim como entre as várias disciplinas de operação da unidade,	IHM, stress, experiência, procedimento Trabalho em equipe Ambiente Físico de Trabalho

4.7.1. Reavaliação do HEP Após a Redução de Erros

Após de ter desenvolvido ERMs e ERSs, de maneira preditiva foram atualizadas as fundamentações dos PSF's, ou seja, os argumentos por detrás da seleção de cada PSF e do seu nível multiplicador. As fundamentações atualizadas foram utilizadas para selecionar novos níveis de multiplicadores para que os HEPs individuais e combinados fossem recalculados para a Tarefa 5 (realizar operações para cessar o vazamento de hidrocarboneto).

Como pode ser observado por meio da Figura 07, após a aplicação das ERS e ERM's foram constatados uma redução significativa nos HEP individuais. De maneira similar, observou-se uma redução no valor dos HEP combinados, onde na primeira fase do estudo de caso foi obtido um valor de $HEP = 9,05 \times 10^{-1}$, ordem de grandeza 10^{-1} , e após a aplicação das ERS e ERM's foi alcançando um valor de $HEP = 4,56 \times 10^{-3}$, ordem de grandeza 10^{-3} , estimativa de redução de erros humanos de duas ordens de grandeza, dentro da tolerância do Petro HRA.

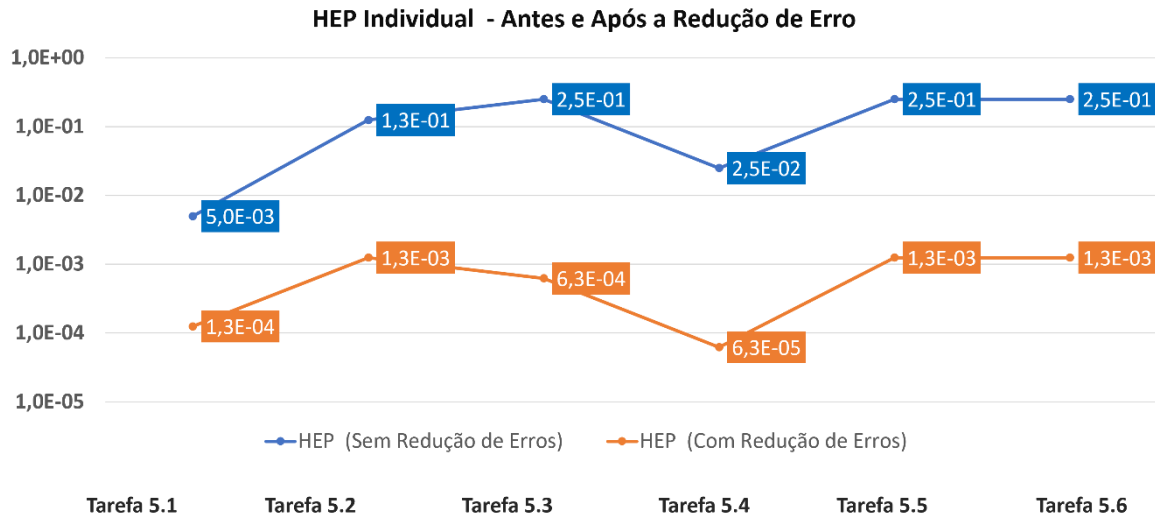


Figura 07: Resultado dos HEP's individuais antes e após a redução de erro.

Este resultado sublinha a relevância da adoção de recomendações voltadas para aprimoramento das ferramentas de comunicação e transmissão de dados, a realização de manutenção preventiva, a otimização ergonômica no acesso aos equipamentos, bem como a execução de treinamentos periódicos e o intercâmbio de experiências entre as equipes. No Apêndice A apresenta de forma completa a identificação e quantificação de erros humanos.

5. CONCLUSÃO

O erro humano é um dos principais fatores que contribuem para o fracasso durante a preparação para emergências no cenário de vazamento de fluido. A análise desse tipo de erro surge como um aspecto crucial na segurança em plataformas offshore. Embora a avaliação do erro humano seja uma questão crítica em cenários de resposta de emergências, a quantificação apresenta desafios devido à escassez de dados sobre erros humanos. Portanto, muitas partes do processo de quantização dependem do julgamento qualitativo dos operadores.

O presente estudo abordou a aplicação da metodologia Petro-HRA em um simulado de emergência envolvendo a resposta a um vazamento de fluido em uma unidade marítima de produção, especificamente um FPSO. A escolha do procedimento e do cenário, bem como a análise detalhada das tarefas e a identificação dos erros humanos, proporcionaram insights valiosos para a compreensão da dinâmica e desafios enfrentados durante uma situação crítica.

A análise hierárquica da tarefa (HTA) destacou a complexidade do procedimento de resposta de emergência, evidenciando as diversas etapas e a interação entre operadores de campo e sala de controle. Após minuciosa análise da falha da tarefa em questão, foram meticulosamente identificados os eventos intermediários cruciais que desempenharam um papel fundamental no desenrolar dos acontecimentos. A análise temporal ressaltou a importância do tempo na eficácia da resposta ao evento. Fica enfatizado então a necessidade de ações rápidas e coordenadas para conter o vazamento e prevenir danos.

O cenário analisado também evidenciou os desafios na comunicação durante o simulado de vazamento de fluido, destacando a importância de aprimorar os sistemas e protocolos de comunicação para garantir eficácia nas operações de resposta a emergências.

A modelagem e quantificação dos erros humanos, baseadas nos *Performance Shaping Factors (PSFs)*, permitiram uma avaliação mais precisa das vulnerabilidades do procedimento. A identificação de estratégias e medidas para redução de erros contribuiu para o desenvolvimento de ações práticas visando a melhoria da segurança operacional.

Concluindo, manter os simulados de emergências é inegavelmente essencial na operação em plataformas offshore. No entanto, também é importante considerar se todos os

fatores influenciadores que podem afetar negativamente o desempenho humano estão sendo avaliados durante o planejamento do simulado. Esse trabalho apresenta um modelo para executar avaliações de confiabilidade humana, o qual pode auxiliar operadores no processo decisório, contribuindo positivamente para a segurança operacional em cenário de vazamentos de fluídos reais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, Sung Il; KURT, RafetEmek; AKYUZ, Emre. Application of a SPAR-H based framework to assess human reliability during emergency response drill for man overboard on ships. **OceanEngineering**, v. 251, p. 111089, 2022.

ANP (2007). **Resolução ANP 43/2007**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-43-2007?origin=instituicao&q=43/2007>. Acesso: 22/11/2023

ANP (2022). **Relatório Anual de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional/arq/raso/2022-relatorio-anual-seguranca-operacional.pdf>. Acesso: 22/11/2023.

BP, British Petroleum. (2010). **Deepwater Horizon Accident Investigation Report**. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/sustainability/issue-briefings/deepwater-horizon-accident-investigation-report.pdf>.

Acesso em: 23/11/2023

BYE ET AL. The Petro-HRA Guideline. 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/326156394_The_Petro-HRA_Guideline > Acesso em 20/11/2023

BYE, A., LAUMANN, K., TAYLOR, C., RASMUSSEN, M., ØIE, S., VAN DE MERWE, K., ... & GOULD, K. (2016). Petro-HRA. **A new method for human reliability analysis in the petroleum industry**. In *Proceedings of the International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 13) 2-7 October, 2016, Seoul, Korea*.

CHIZARAM, D., NWANKWO, A. O., AREWA, S. C., & N, T. E. (2021). Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*.

CHRISTOU, M., & KONSTANTINIDOU, M. (2012). **Safety of offshore oil and gas operations**. European Commission Joint Research Centre, p. 60.

D. GERTMAN, BLACKMAN H, MARBLE J, BYERS J, SMITH C. The SPAR-H Human Reliability Analysis Method. Washington: 2005.

DE MORAIS, Caroline Pinheiro Maurieli; CORREIA, Elson Meneses. **Análise de Confiabilidade Humana de Uma Operação de Teste de Poço Onshore**. Congresso ABRISCO 2021.

EKANEM, Nsimah J.; MOSLEH, Ali; SHEN, Song-Hua. Phoenix—a model-based human reliability analysis methodology: qualitative analysis procedure. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 145, p. 301-315, 2016.

GERTMAN, D., BLACKMAN, H., MARBLE, J., BYERS, J., & SMITH, C. (2005). **The SPAR-H human reliability analysis method**. *US Nuclear Regulatory Commission*, 230(4), 35.

GORDON, R. P., FLIN, R. H., MEARNS, K., & FLEMING, M. T. (1996, JUNE). Assessing the human factors causes of accidents in the offshore oil industry. In *SPE International Conference and Exhibition on Health, Safety, Environment, and Sustainability?* (pp. SPE-35970). SPE.

GORDON, Rachael PE. The contribution of human factors to accidents in the offshore oil industry. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 61, n. 1-2, p. 95-108, 1998.

GOULD, KRISTIAN S.; RINGSTAD, ARNE J.; VAN DE MERWE, Koen. Human reliability analysis in major accident risk analyses in the Norwegian petroleum industry. In: **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications, 2012. p. 2016-2020.

LAUMANN, K., ØIEN, K., TAYLOR, C., BORING, R. L., & RASMUSSEN, M. (2014). Analysis of human actions as barriers in major accidents in the petroleum industry, applicability of human reliability analysis methods (Petro-HRA). *the proceedings of the Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM12), Honolulu, HI*.

NASPOLINI, G. F. (2018). **Prevenção e Resposta ao Derramamento de Petróleo na Exploração e Produção Offshore: Análise Internacional e Recomendações para o Brasil**. Rio de Janeiro:: UFRJ/COPPE.

NWANKWO, C. D., AREWA, A. O., THEOPHILUS, S. C., & ESENOWO, V. N. (2022). Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 28(3), 1642-1654.

OLIVEIRA, V. K. (2017). **Trinta Anos Depois do Acidente de Piper Alpha: Análise do Impacto das Lições Aprendidas**. Rio de Janeiro: : UFRJ/EQ.

RAMOS, M., MAJOR, C., EKANEM, N., MALPICA, C., & MOSLEH, A. (2021). Human Reliability Analysis for Oil and Gas Operations: Analysis of Existing Methods. *arXiv preprint arXiv:2109.14096*.

RASMUSSEN, Jens. Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. **Journal of occupational accidents**, v. 4, n. 2-4, p. 311-333, 1982.

SHAPPELL, S., & WIEGMANN, D. (2012). **A human error approach to aviation accident analysis: the human factors analysis and classification system**. Aldershot.

WAGENAAR, Willem A.; GROENEWEG, Jop. Accidents at sea: Multiple causes and impossible consequences. **International Journal of Man-Machine Studies**, v. 27, n. 5-6, p. 587-598, 1987.

ZAREI, Esmail; KHAN, Faisal; ABBASSI, Rouzbeh. Importance of human reliability in process operation: A critical analysis. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 211, p. 107607, 2021.

ZHENG WAN, J. C. (2018). **Human errors are behind most oil-tanker spills**. *Nature*, p. 163.

ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, **Establishing Minimal Acceptable Values for Probabilities of Human Failure Events: Practical Guidance for Probabilistic Risk Assessment**, Relatório provisório EPRI-TR-1021081, Outubro 2010.

KOLACZKOWSKI, A., FORESTER, J., LOIS, E. E COOPER, S. (2005). **Boas Práticas para Implementar Análise de Confiabilidade Humana**, NUREG-1792, Comissão Reguladora Nuclear dos EUA, Escritório de Pesquisa Regulatória Nuclear, Washington, DC

WHALEY, AM, KELLY, DL, BORING, RL E GALYEAN, WJ (2011). Orientação passo a passo do SPAR-H. INL/ EXT-10-18533. Idaho Falls, ID: Laboratório Nacional de Idaho.

APÊNDICE A – DETALHAMENTO DOS PASSOS DA METODOLOGIA

DEFINIÇÃO DO CENÁRIO

ETAPA 1 - Definição de cenário (vazamento de óleo em uma unidade marítima de produção)		
Tema	Descrição	Comentários
Localização e ambiente externo		
Local do evento	O local do vazamento se encontra em acessórios/instrumentos da linha de entrada do vaso trifásico, primeiro estágio de separação dos fluidos produzidos (petróleo, água produzida, gás combustível), a jusante do manifold (coletor) e dos chokes de ajuste da pressão dos poços produtores, no Main Deck, área 01.	O evento ocorre no coletor dos poços na entrada do 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	A distância da costa de 150 km e 50 min de helicóptero.	No dia vazamento o tempo estava ensolarado e sem eventos climáticos adversos
Contexto do sistema e da tarefa		
Modo operacional	O separador de alta pressão encontra-se em modo OPERACIONAL, e a atividade consiste da rotina da vigilância da operação do processo de coleta dos poços e início do processo de separação	
Sistema/barreiras de segurança	Em caso de pressão muito alta ou muito baixa do coletor dos poços ocorre a atuação do Transmissor de Pressão ; que provoca o fechamento da SDV(Shutdown valve) na entrada do separador de alta pressão e das SDV(chegada dos poços), isolando o trecho automaticamente, protegendo a integridade da linha e segregando o trecho de uma possível perda de contenção primária. Sensores de gás monitoram a área para caso de perdas de contenção de gás natural. Trecho possui skid para contenção secundária que direciona possíveis fluidos combustíveis para área segura.	
Funções e responsabilidades do pessoal	O procedimento é executado pelo operador de campo, em conjunto como operador da sala de controle.	
Sequência de eventos		

Iniciando evento	Operador da sala de controle observa atuação pontual de um sensor de gás, na área A1, do separador de alta pressão e solicita a avaliação da integridade do monitor pelo operador de campo. Operador de campo vai ao local e constata, a distância, perda de contenção de fluído inflamável, provavelmente na tomada do indicador de pressão NR-13 do coletor, na entrada do separador de alta pressão. Operador de campo informa ao operador da sala de controle a ocorrência.	
Eventos intermediários	Aumento da detecção de gás pelos sensores na vizinhança; Aumento do nível do tanque de drenagem do skid de contenção secundária do trecho Redução da pressão do sistema à montante do separador de alta pressão.	
Fim da sequência de eventos	Operador da sala de controle provoca, manualmente o fechamento da SDV de entrada do Separador de alta pressão e dos chokes dos poços. Operadores de campo fecham válvulas manuais de alinhamento dos poços ao coletor de produção e da entrada do separador de alta pressão. Skid contém o vazamento e do destino seguro aos fluidos vazados. Segurança operacional da área é retomada e a poluição pode ser atacada pelas equipes SOPEP.	

Lista de perguntas para reuniões iniciais		
Perguntas	Objetivos	Comentários
Perguntas relevantes para o QRA		
Que cenário de acidente grave é relevante para esta HRA e qual a importância deste cenário para o quadro geral de riscos da QRA	Fornecer informações sobre como o cenário é representado no QRA e a importância do risco do cenário.	Vazamento de fluido na entrada do separador de alta pressão causando formação de atmosfera explosiva e poluição ambiental
Como é provável que o cenário se desenvolva, conforme definido pelo QRA?	Fornecer informações sobre a sequência conhecida de eventos e escala de tempo.	O cenário se desenvolverá com detecção de gás inflamável na área do separador de alta pressão e constatação de vazamento de óleo em acessório da linha de entrada do separador. Podendo ocasionar, no caso de falha do intertravamento de segurança, perda de contenção secundária, incêndio, explosão e danos graves a pessoas.
Quais são os comportamentos, condições e modos esperados das instalações ao longo do cenário?	Fornecer informações sobre a sequência conhecida de eventos e escala de tempo.	Os parâmetros que ajudarão a definir o cenário são: concentração de gases, pressão e nível. A configuração correta da instrumentação relacionada a esses parâmetros faz parte do processo da padronização para a resposta a emergência
Quando são necessárias ações críticas do operador	Fornecer informações sobre a sequência conhecida de eventos e escala de tempo.	As ações críticas do operador, são iniciadas pela necessidade de identificar a origem do alarme de detecção de gás na área e o que está alimentando o vazamento
Perguntas relevantes para as operações		

Qual é o papel humano do operador neste cenário e onde é provável que o operador esteja localizado?	Fornece informações sobre o que o operador deve fazer durante o cenário e se essas ações são baseadas na sala de controle ou em campo.	O operador deve: -ser capaz de garantir a disponibilidade dos sistemas mínimos definidos no padrão de operação e de resposta a emergência;
Quais são as tarefas ou ações críticas do operador neste cenário e que fatores desempenharão um papel no sucesso dessas tarefas ou ações?	Fornece informações sobre quais tarefas ou ações provavelmente terão o impacto mais significativo nas funções da barreira de segurança ou no resultado bem-sucedido da tarefa se não forem executadas corretamente	As ações críticas do operador, identificar a origem que está alimentando o vazamento, avaliar a possibilidade de segregar o trecho e estancar o vazamento.
Que dicas, alarmes, feedback do sistema ou outras indicações o operador provavelmente receberá?	Fornece informações sobre como se espera que o operador saiba que algo deu errado e saiba o que fazer a seguir	Alarmes dos monitores de gás da área, transmissor de pressão e nível atuação/posição das válvulas (SDV dos poços e entrada do separador de alta pressão)
Quanto tempo está disponível para o operador implementar as ações necessárias?	Fornece 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 normalização da operacionalidade do processo.

Quais equipamentos, ferramentas, informações e permissões são necessários para que o operador execute as ações exigidas	Fornece informações sobre as prováveis interações homem sistema (HSIs) em todo o cenário	Os sistemas de instrumentação, controle e segurança devem estar operacionais; As autorizações para realização do trabalho deve ser emitidas (equipe de limpeza); Os procedimentos deve estar claro e os anexos disponíveis; Sistema da sala de controle para monitoramento das condições operacionais da unidade e confirmação das leituras remotas operacionais.
Quando é que o operador é obrigado a tomar decisões e que tipos de decisões terá de tomar?	Fornece informações sobre os recursos disponíveis para apoiar a tomada de decisões e as consequências de tomar uma decisão incorreta	O operador é obrigado a tomar decisões quando a concentração de gases inflamáveis da área demandar uma checagem do local ou do instrumento sensor Além disso, ele necessitará ter uma tomada de ação caso alguma inibição de manutenção tenha sido realizada, normalizando para que o automatismo de sistema de segurança ocorra. Também deverá identificar e fechar válvulas de segurança remotamente para segregar e estancar vazamento o que acarretará perdas de produção.
É provável que os operadores já tenham experimentado um cenário semelhante antes?	Fornece informações sobre experiência operacional ou relatórios de eventos que podem informar a análise	Não.
Os operadores estão treinados para responder a este cenário?	Fornece informações sobre procedimentos de resposta a emergências ou outras orientações para apoiar o operador e familiaridade dos operadores com a resposta necessária	Sim. Há treinamento de competência no procedimento relacionado à essa atividade.

É possível ao operador recuperar de uma ação anterior que pode ter falhado?	Fornece informações sobre se as ações são verificadas ou verificadas à medida que são executadas e se há tempo e recursos para replanejar a resposta.	Sim, o automatismo de sistema de segurança provoca o shutdown da planta e fechamento das SDV dos poços e entrada do separador de alta pressão. O fluido vazado estará confinado ao skid da contenção secundária da área
É possível ao operador recuperar de uma ação anterior que pode ter falhado?	Fornece informações sobre fatores relacionados à instrumentação, alarmes, treinamento, níveis de tripulação etc. que podem influenciar negativa ou positivamente o resultado	Entende-se que fatores como garantia da integridade do sistema de instrumentação e alarmes, bem como treinamento e competências do operador podem influenciar no resultado bem-sucedido deste evento

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: dos cenários mais críticos do plano de resposta a emergência e de quais atividade associadas a ele devem ser executadas; dos parâmetros operacionais e posicionamento correto das válvulas e operacionalidade de sensores 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	Abas "TTA - Análise crítica em tabela" e "HTA Inicial "
Identificar lacunas de conhecimento sobre como o operador irá responder durante o cenário.	Possíveis falhas de conhecimento dos Manual de Operações e Plano de Emergências (procedimentos relacionados com a atividade em questão), que contém as ações operacionais de mitigação e combate a emergência para recuperação em caso de descontrole.

ANÁLISE DA TAREFA (ANÁLISE TABULAR)

ANÁLISE DE TAREFAS TABULAR (TTA)										
Passo nº	Descrição	A deixa	Feedback	HMI / Display / Controles	Responsável	Erro potência	Consequência provável	Oportunidade de recuperação	Fatores que moldam o desempenho	Anotações
SUBTAR EFA 5.1	Solicitar ao operador da área a verificação da operacionalidade deste sensor no local	Alarme de gás detectado na área	Retorno do operador de campo	Sistema supervisor indica variação na concentração de gás de um dos monitores.	Operador (a) de produção (sala de controle)	Erro de ação	Consequência direta	Alto potencial de recuperação	IHM, stress, experiência, procedimento	A sala de controle se encontra remotamente instalada na base operacional em terra, ocorrem problemas de perda de comunicação e atraso da rede de automação com frequência, causando stress na equipe.

SUBTAR EFA 5.2	Identificar o ponto de vazamento a distância, como próximo a linha de entrada do vaso de alta pressão.	Convocação via radio	Retorno do operador da sala de controle	Sistema de radiocomunicação	Operador 2 (área)	Erro de comunicação	Consequência direta	Alto potencial de recuperação	stress, experiência, procedimento, Atitudes em relação à Segurança, Trabalho e Apoio à Gestão e Ambiente Físico de Trabalho	Deficiência na comunicação acontece com certa frequência devido a área operacional muito ruidosa.
SUBTAR EFA 5.3	Confirmar ponto de vazamento através da variação na pressão no transmissor, instrumento na entrada do separador de alta pressão	Informação do operador de campo	Variação da informação de pressão do transmissor de pressão no supervísório	Sistema supervísório indica variação na pressão no transmissor de pressão do ponto de vazamento.	Operador (a) de produção (sala de controle)	Erro de verificação	Consequência indireta	Alto potencial de recuperação	IHM, stress, experiência, procedimento	Devido falhas no treinamento ou inexperiência a operação pode ter dificuldade de avaliar o comportamento da variável pressão no supervísório para este cenário

SUBTAR EFA 5.4	Comandar fechamento das válvulas de segurança (SDV) na entrada do separador de alta pressão, dos poços e abertura na válvula de ajuste de pressão do separador	Informação do operador de campo confirmada pelos instrumentos de monitoramento de gás de transmissor de pressão.	indicação no supervisão das chaves de fim de curso das SDVs	Sistema supervisão de produção	Operador (a) de produção (sala de controle)	Erro de ação	Consequência direta	Médio potencial de recuperação	IHM, stress, experiência, procedimento	Devido falhas no treinamento ou inexperience a a operação pode ter dificuldade de avaliar o comportamento da variável pressão no supervisão para este cenário
SUBTAR EFA 5.5	Fechar manualmente as válvulas de alinhamento dos poços e entrada do separador de alta pressão	Comando da supervisão	Indicação local de posicionamento de válvula.	N D	Operadores 2 e 3 (área)	Erro de ação	Consequência direta	Médio potencial de recuperação	Trabalho em equipe, stress, complexibilidade, experiência, procedimento e Ambiente Físico de Trabalho	Os equipamentos estão deteriorados, válvulas emperradas, baixa iluminação na área operacional a noite.

SUBTAR EFA 5.6	Realizar a correção de adernamento a fim de facilitar o escoamento do produto vazado para local seguro	Comando da supervisão	Observação visual e instrumento de indicação de adernamento	Sistema supervisorio de lastro	Supervisão	Erros de comunicação	Consequência indireta	Médio potencial de recuperação	IHM, stress, experiência, procedimento Trabalho em equipe	Interação entre áreas de operação distintas nesta operação.
-------------------	--	-----------------------	---	--------------------------------	------------	----------------------	-----------------------	--------------------------------	---	---

IDENTIFICAÇÃO DOS ERROS HUMANO

A taxonomia de erro SHERPA

Erros de ação	Verificando erros
A1 - Operação muito longa/curta	C1 - Check omitido
A2 - Operação mal cronometrada	C2 - Verificação incompleta
A3 - Operação na direção errada	C3 - Verificação correta no objeto errado
A4 - Operação muito pouco/muito	C4 - Verificação errada no objeto certo
A5 - Desalinhamento	C5 - Verificação mal cronometrada
A6 - Operação correta no objeto errado	C6 - Verificação errada no objeto errado
A7 - Operação errada no objeto certo	Erros de recuperação
A8 - Operação incompleta	R1 - Informação não obtida
A9 - Operação incompleta	R2 - Informação errada obtida
A10 - Operação errada em objeto errado	R3 - Recuperação de informações incompleta
Erros de comunicação de informações	Erros de seleção
I1 - Informação não comunicada	S1 - Seleção omitida
I2 - Informação errada comunicada	S2 - Seleção errada feita
I3 - Comunicação de informações incompleta	

QUANTIFICAÇÃO DA PROBABILIDADE DE ERRO HUMANO (HEP) ANTES DA REDUÇÃO DO ERRO

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A1 - Operação muito longa/curta		
Cenário do evento de falha humana	5.1 - Após atuação alarme de gás detectado na área, operador da sala de controle solicita ao operador da área a verificação da operacionalidade deste sensor no local		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,005		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira moderada pois se trata de uma atividade que pode representar algum risco e sempre estão presentes em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	

	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa não demanda muita experiência e pode ser realizada por integrantes da equipe sem grande experiência.
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe está bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema de segurança na IHM funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, porém devido ao afastamento físico de partes da equipe em onshore e offshore não
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	

<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Nominal</i>	1	contribui para o aumento da confiança e colaboração.
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os equipamentos estão em boas condições gerais mas as cadeiras e telas(monitores) já dão sinais de desgaste e necessitam substituição.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	I3 - Comunicação de informações incompleta		
Cenário do evento de falha humana	5.2 - Operador 02 no campo atende e compreende a mensagem e se desloca para o local, chega no local e constata vazamento, identifica o ponto de vazamento a distância, como próximo a linha de entrada do vaso de alta pressão.		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,125		
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	Os operadores tem algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress pois se trata de uma atividade que pode representar risco entretanto sempre estão presentes em
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Não aplicável</i>	1	treinamentos realizados com frequência.
<i>Complexibilidades da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão a linha onde está ocorrendo o incidente
	<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>Procedimentos</i>	<i>Não aplicável</i>	1	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Não aplicável</i>	1	o sistema de segurança na IHM funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Não aplicável</i>	1	Os operadores têm atitudes proativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Baixo positivo</i>	0,5	segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, porém devido ao afastamento físico de partes da equipe em onshore e offshore não contribui para o aumento de confiança e colaboração.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os equipamentos e instrumentos estão, por vezes, em local de difícil acesso, e mal iluminados.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	C3 - Verificação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.3 - Operador SC constata variação na pressão no instrumento na entrada do separador de alta pressão e confirma ponto de vazamento.		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira moderada pois se trata de uma atividade que pode representar algum risco e esse tipo de tarefa sempre esta presentes em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidades da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiencia pois deve se identificar com precisão o instrumento correspondente a descrição de onde está ocorrendo o incidente
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervisor funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta,
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Baixo positivo</i>	0,5	ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, porém devido ao afastamento físico de partes da equipe em onshore e offshore não contribui para o aumento da confiança e colaboração.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Não aplicável</i>	1	Os equipamentos estão em boas condições gerais mas as cadeiras e telas(monitores) já dão sinais de desgaste e necessitam substituição.
	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A6 - Operação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.4 - Operador 01 SC da os comandos de fechamento das válvulas de segurança (SDV) na entrada do separador de alta pressão, dos poços e abertura na válvula de ajuste de pressão do separador para despressurizar o ponto e segregar o vazamento.		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
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
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores têm algum tempo disponível para

	<i>Muito alto negativo</i>	50	execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira moderada pois se trata de uma atividade que pode representar algum risco e sempre estão presentes em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidades da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação. Esta tarefa é decidida e compartilhada com a supervisão
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão o instrumento que se deve operar para sanar o incidente
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe está bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervisório funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	

<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, porém devido ao afastamento físico de partes da equipe em onshore e offshore não contribui para o aumento da confiança e colaboração.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os equipamentos estão em boas condições gerais mas as cadeiras e telas(monitores) já dão sinais de desgaste e necessitam substituição.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A6 - Operação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.5 - Operadores de campo fecham manualmente as válvulas de alinhamento dos poços e entrada do separador de alta pressão		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,25		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores têm algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	

	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira moderada pois se trata de uma atividade que pode representar algum risco e esse tipo de tarefa sempre esta presentes em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiencia pois deve se identificar com precisão o equipamento que se deve operar correspondente a descrição dada pela supervisão
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe está bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Não aplicável
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	

	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os equipamentos e instrumentos estão, por vezes, em local de difícil acesso, e mal iluminados. As válvulas que não são operadas com frequência, por vezes, necessitam amaciamento. Por se tratar de uma simulação estes fatores não degradam o PSF.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	12/01/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	I2 - Informação errada comunicada		
Cenário do evento de falha humana	5.6 - Avaliar inclinação da plataforma e realizar a correção de adernamento a fim de facilitar o escoamento do produto vazado para local seguro		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
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
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem algum tempo disponível para

	<i>Muito alto negativo</i>	50	execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira moderada pois se trata de uma atividade que pode representar algum risco e sempre estão presentes em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação. Esta tarefa é decidida e compartilhada com a supervisão e compete a mais de uma área de operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiencia pois deve se identificar com precisão os equipamentos que se deve operar para executar a tarefa com sucesso
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento disponível carece de etapas detalhadas e informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequencia adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervisor funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas
	<i>Muito alto negativo</i>	50	

	<i>Negativo moderado</i>	10	periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, porém devido ao afastamento físico de partes da equipe em onshore e offshore não contribui para o aumento da confiança e colaboração. Esta tarefa provoca interações entre mais de uma disciplina de operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os equipamentos estão em boas condições gerais, mas as cadeiras e telas(monitores) já dão sinais de desgaste e necessitam substituição.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

QUANTIFICAÇÃO DA PROBABILIDADE DE ERRO HUMANO (HEP) APÓS DA REDUÇÃO DO ERRO

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A1 - Operação muito longa/curta		
Cenário do evento de falha humana	5.1 - Solicitar ao operador da área a verificação da operacionalidade deste sensor no local		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,000125		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores têm algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa não demanda muita experiência e pode ser realizada por integrantes da equipe sem grande experiência.
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe está bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema de segurança na IHM funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, o intercambio entre equipes de bordo e de terra está sendo implementado para minimizar o afastamento físico
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	

<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Baixo positivo</i>	0,5	das equipes com aumento da confiança e colaboração.
	<i>Não aplicável</i>	1	
	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Realizado investimento em novos equipamentos cadeiras, monitores, etc.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	I3 - Comunicação de informações incompleta		
Cenário do evento de falha humana	5.2 - Identificar o ponto de vazamento a distância, como próximo a linha de entrada do vaso de alta pressão.de alta pressão.		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,00125		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem algum tempo disponível para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão a linha onde está ocorrendo o incidente. As equipes são bem treinadas para este tipo de incidente.
	<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>Procedimentos</i>	<i>Não aplicável</i>	1	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Não aplicável</i>	1	o sistema de segurança na IHM funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Não aplicável</i>	1	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	

	<i>Nominal</i>	1	segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, o intercambio entre equipes de bordo e de terra está sendo implementado para minimizar o afastamento físico das equipes com aumento da confiança e colaboração.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Realizada trabalho de avaliação e manutenção da iluminação e instalação provisória de acessos a válvulas críticas.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	C3 - Verificação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.3 - Confirmar ponto de vazamento através da variação na pressão no transmissor, instrumento na entrada do separador de alta pressão		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,000625		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem o tempo necessário para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão o instrumento correspondente a descrição de onde está ocorrendo o incidente. Layout do supervísório foi alterado para facilitar a identificação.
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervísório funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta,
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	

	<i>Baixo positivo</i>	0,5	ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados,
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Realizado investimento em novos equipamentos cadeiras, monitores, etc.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A6 - Operação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.4 -Comandar fechamento das válvulas de segurança (SDV) na entrada do separador de alta pressão, dos poços e abertura na válvula de ajuste de pressão do separador		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,0000625		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem algum tempo disponível para execução da

	<i>Muito alto negativo</i>	50	tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação. Esta tarefa é decidida e compartilhada com a supervisão
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão o instrumento correspondente a descrição de onde está ocorrendo o incidente. Layout do supervísório foi alterado para facilitar a identificação.
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, por outro lado o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervísório funciona a contento e os instrumentos de

	<i>Muito alto negativo</i>	50	área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados,
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Realizado investimento em novos equipamentos cadeiras, monitores, etc.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	A6 - Operação correta no objeto errado		
Cenário do evento de falha humana	5.5 - Fechar manualmente as válvulas de alinhamento dos poços e entrada do separador de alta pressão		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,00125		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem o tempo necessário para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica. Esta tarefa se torna complementar a anterior e se dá apenas como confirmação do bloqueio
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiencia pois deve se identificar com precisão as válvulas que se devem operar. As
	<i>Muito alto negativo</i>	50	

	Negativo moderado	15	equipes são bem treinadas para este tipo de incidente.
	Baixo negativo	5	
	Nominal	1	
	Positivo moderado	0,1	
	Não aplicável	1	
Procedimentos	Muito alto negativo	50	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	Negativo moderado	20	
	Baixo negativo	5	
	Nominal	1	
	Baixo positivo	0,5	
	Não aplicável	1	
Interface Homem-Máquina (HMI)	Extremamente alto negativo	HEP=1	Não aplicável
	Muito alto negativo	50	
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Baixo positivo	0,5	
	Não aplicável	1	
Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão	Muito alto negativo	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	
	Baixo positivo	0,5	
	Não aplicável	1	
Trabalho em Equipe	Muito alto negativo	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados.
	Negativo moderado	10	
	Muito baixo negativo	2	
	Nominal	1	
	Baixo positivo	0,5	
	Não aplicável	1	
Ambiente físico de trabalho	Extremamente alto negativo	HEP=1	Realizado trabalho de avaliação e manutenção da iluminação e instalação provisória de acessos a válvulas críticas, bem como amaciamento das mesmas. Por se
	Negativo moderado	10	
	Nominal	1	

	<i>Não aplicável</i>	1	tratar de uma simulação estes fatores não degradam o PSF.
--	----------------------	---	---

Tabela resumo dos fatores influenciadores de Petro-HRA			
Instalação	FPSO Recôncavo		
Data	07/02/2024		
ID e descrição do evento de falha humana (HFE)	I2 - Informação errada comunicada		
Cenário do evento de falha humana	5.6 - Realizar a correção de adernamento a fim de facilitara o escoamento do produto vazado para local seguro		
Analistas	Cláudio C. Carvalho / Leonardo Freire / Felipe Abreu /Laudinei Albano / Marcelo Muniz		
Cálculo da Probabilidade de Erro Humano (HEP)	0,00125		
Fatores influenciadores de Desempenho (PSFs)	níveis PSF	Multiplificador	Fundamentação: razões específicas para a seleção do nível PSF
<i>Tempo disponível</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Os operadores tem o tempo necessário para execução da tarefa porém deve interromper outras operações e priorizar esta e há o consenso que é uma tarefa crítica.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Stresse à ameaça</i>	<i>Alto negativo</i>	25	Os operadores sentem o stress de maneira leve pois se trata de uma atividade que está sempre presente em treinamentos.
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Complexibilidade da Tarefa</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O operador não entende a operação como muito complexa e não são necessárias muitas etapas complexas na operação. Esta tarefa é decidida e compartilhada com a supervisão e compete a mais de uma área de operação.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Positivo moderado</i>	0,1	

	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Experiência / Treinamento</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Esta tarefa demanda alguma experiência pois deve se identificar com precisão os equipamentos que se deve operar para executar a tarefa com sucesso
	<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 aplicável</i>	1	
<i>Procedimentos</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	O procedimento foi alterado e possui informações relevantes necessárias para executar a tarefa, o treinamento é realizado com frequência adequada e a equipe esta bem treinada.
	<i>Negativo moderado</i>	20	
	<i>Baixo negativo</i>	5	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Interface Homem-Máquina (HMI)</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	o sistema supervisor funciona a contento e os instrumentos de área sofrem manutenções preventivas periodicamente. Por se tratar de uma sala de controle onshore, afastada da planta, ocorre atrasos da comunicação devido falhas na rede.
	<i>Muito alto negativo</i>	50	
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Atitudes para Segurança, Trabalho e Suporte da Gestão</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	Os operadores têm atitudes pró ativas em relação à segurança e conduta no trabalho e há apoio da gestão para priorizar a segurança. O(s) operador(es) mostra(m) atenção à segurança
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	
<i>Trabalho em Equipe</i>	<i>Muito alto negativo</i>	50	A equipe é boa e vários fatores positivos de trabalho em equipe foram identificados, o intercambio entre equipes de bordo e de terra está sendo implementado para minimizar o afastamento físico das equipes com aumento da confiança e colaboração. Esta tarefa provoca
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Muito baixo negativo</i>	2	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Baixo positivo</i>	0,5	
	<i>Não aplicável</i>	1	

			interações entre mais de uma disciplina de operação.
<i>Ambiente físico de trabalho</i>	<i>Extremamente alto negativo</i>	HEP=1	Realizado investimento em novos equipamentos cadeiras, monitores, etc.
	<i>Negativo moderado</i>	10	
	<i>Nominal</i>	1	
	<i>Não aplicável</i>	1	