

ESTUDO DAS METODOLOGIAS E TÉCNICAS DE ANÁLISE DE CONFIABILIDADE HUMANA

Bruna Moura Bastos¹; Rodrigo Santiago Coelho²; Marinilda Lima Souza²

¹ Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável; PRH 27.1, ANP; bruna.mbastos@fbter.org.br

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; marinilda.lima@fieb.org.br

RESUMO

A confiabilidade humana, definida como a probabilidade de uma pessoa executar uma ação com sucesso dentro do tempo exigido pelo sistema e sem causar danos, tornou-se uma disciplina importante em indústrias de alto risco, como aviação, indústria nuclear e petróleo e gás. No setor de petróleo e gás, o desastre de Piper Alpha em 1988 destacou a importância de entender e mitigar os riscos *offshore*, levando à implementação de regulamentações mais rígidas. Agências reguladoras, como a ANP no Brasil, desempenham papel relevante na promoção da segurança nessas indústrias. Diversas metodologias de análise de confiabilidade humana foram desenvolvidas, incluindo o Petro-HRA, adaptado para a indústria de petróleo e gás, com o objetivo de reduzir os riscos associados às operações. Este trabalho desenvolveu uma revisão bibliográfica das metodologias e técnicas de Análise de Confiabilidade Humana a partir do entendimento da importância dos fatores humanos perante a segurança industrial.

PALAVRAS-CHAVE: Confiabilidade; Fator Humano; Petro-HRA; Segurança.

1. INTRODUÇÃO

Conceitua-se confiabilidade Humana como sendo a probabilidade de uma pessoa realizar com sucesso uma ação, conforme exigido pelo sistema em um tempo requerido e que não forneça nenhum prejuízo a esse sistema.¹

O estudo da confiabilidade humana emergiu como uma disciplina essencial no contexto de indústrias de alto risco, como a aviação, a indústria nuclear e, mais recentemente, o setor de petróleo e gás. No mundo, o interesse por fatores humanos e sua influência nas operações industriais aumentou consideravelmente nas últimas décadas, à medida em que os acidentes e incidentes revelaram a importância crítica do comportamento humano para a segurança operacional.¹

No setor de petróleo e gás, o reconhecimento dos fatores humanos como um aspecto importante da confiabilidade operacional cresceu significativamente desde a década de 1970. O desastre de Piper Alpha em 1988, no Mar do Norte, foi um marco importante que destacou a necessidade de entender e mitigar os riscos associados às atividades offshore. Isso levou à implementação de regulamentações mais rígidas e à adoção de abordagens sistemáticas para gerenciar os fatores humanos em operações de petróleo e gás.²

As agências reguladoras do setor de petróleo e gás no mundo foram incorporando em suas diretrizes os fatores humanos. Alguns desses órgãos reguladores podem ser vistos a seguir:³

- **Estados Unidos:** United States Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE) e Bureau of Ocean Energy Management (BOEM).
- **Reino Unido:** Oil and Gas Authority (OGA).
- **Noruega:** Norwegian Petroleum Safety Authority (PSA).

No Brasil, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) é responsável por regular e fiscalizar as atividades de exploração, produção, transporte e refino de petróleo e gás natural no Brasil, desempenhando papel importante para o setor.⁴

Essas agências desempenham um papel relevante na promoção da segurança do processo, dos trabalhadores, das instalações e da população no geral, além da proteção ambiental nas operações de petróleo e gás. Para tanto, a consideração dos fatores humanos nessas operações é fundamental para garantir a segurança e a eficácia das atividades. As metodologias de Análise de Confiabilidade Humana (ACH) foram surgindo e se aprimorando a partir dos avanços das diretrizes e estudos acerca do tema. Algumas das principais metodologias de ACH podem ser vistas nas seções subsequentes.

Este estudo tem o objetivo de aprofundar as metodologias de Análise de Confiabilidade Humana, em especial o Petro-HRA.

2. METODOLOGIA

Algumas metodologias de Análise de Confiabilidade Humana e suas aplicações podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1: Metodologias de Análise de Confiabilidade Humana

Metodologia	Ano	Aplicação Mais Comum	Principais Características
THERP	1975	Indústria Nuclear, Aeroespacial, Química	- Baseia-se na identificação e análise de erros humanos em tarefas específicas.
HEART	1985	Aviação, Indústria de Petróleo e Gás, Ferroviária	- Foca na análise de eventos críticos e seus impactos.
CREAM	1993	Aviação, Ferroviária, Indústria Nuclear	- Modela processos cognitivos envolvidos em tarefas.
SPAR-H	1994	Indústria Nuclear, Aeroespacial, Petróleo e Gás	- Foco na análise de risco na indústria nuclear.
Petro-HRA	2017	Indústria de Petróleo e Gás, Petroquímica	- Adaptação do SPAR-H para a indústria de petróleo e gás.

Fonte: Health and Safety Executive, 2009

Além das metodologias contidas na tabela 1, existem diversas outras disponíveis para aplicação. Cabe aos profissionais responsáveis pelo tema da empresa discutirem qual método está mais adequado ao processo e a situação em questão. Na Fundamentação Teórica será aprofundada a metodologia Petro-HRA.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao se tratar de instalações do setor de petróleo e gás, a metodologia de Análise de Confiabilidade Humana mais recente é a Petro-HRA. Esse método foi desenvolvido em um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento para a Norges Forskningsråd e publicado em 2017 e desde então, tem sido aplicado em vários projetos petrolíferos na Noruega. Em 2020, a Equinor financiou um projeto com DNV e IFE para atualização do método. Através dessa atualização, dois guias de utilização do método foram gerados com o objetivo de conceder diretrizes para a aplicação dessa metodologia.⁶

O Método Petro-HRA é uma análise de confiabilidade humana (HRA) que deve ser usada para estimar a probabilidade de falhas humanas na indústria petrolífera *onshore* e *offshore*. Esse método aplica avaliações qualitativas e quantitativas da probabilidade de falha humana para a identificação sistemática, modelagem e avaliação de tarefas que afetam o risco de acidentes graves.⁵ Essa metodologia foi desenvolvida contendo 7 passos, são eles:

- **Passo 1:** Definição do Cenário

A definição do cenário é um dos passos mais importantes, pois define o escopo e os limites da análise. A definição do cenário pode ser difícil, dependendo de quão bem os Eventos de Falha Humana foram definidos na análise de risco. Para essa definição, é necessário também entender o contexto operacional (localização, condições ambientais, modo operacional, papéis e responsabilidades do pessoal, evento iniciador, eventos intermediários etc.) e como ele pode impactar o desempenho das barreiras de segurança.

- **Passo 2:** Coleta de Dados Qualitativos

O Passo 2 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, como a sequência de tarefas a serem realizadas pelo(s) operador(es), tempo necessário para realizar as etapas da tarefa, ambiente de trabalho no qual as tarefas serão realizadas, sistemas e interfaces que os operadores usarão, uso de manuais de operação, procedimentos, instruções ou outra documentação de apoio, comunicação e trabalho em equipe durante o cenário e treinamentos ofertados para desenvolvimento do trabalho.

- **Passo 3:** Análise da Tarefa

Uma análise da tarefa é uma descrição dos passos realizados como parte de uma atividade, e ela fornece um meio sistemático de organizar informações coletadas em torno das tarefas. O objetivo da análise da tarefa é entender as atividades que estão sendo analisadas para auxiliar na identificação dos erros humanos que podem estar presentes em uma atividade, além de servir como base para entender o impacto dos Indicadores de Modelagem de Desempenho (PSFs - *Performance Shaping Factors*) nas tarefas. Com isso, pode ser realizada através de Análise de Tarefa Hierárquica ou Análise de Tarefa Tabular.

- **Passo 4:** Identificação de Erros Humanos

O objetivo desse passo é identificar potenciais erros relacionados às ações ou passos da tarefa, descrever as consequências prováveis de cada erro, identificar oportunidades de recuperação e descrever os

PSFs que podem impactar a probabilidade de erro. A identificação dos erros humanos deve ser realizada em conjunto ou após a análise da tarefa (passo 3).

- **Passo 5:** Modelagem de Erros Humanos

Este passo foca em modelar as tarefas de forma a esclarecer as conexões entre os erros e os PSFs. Duas abordagens comuns na modelagem de análise de risco são Árvore de Eventos e Árvore de Falhas. A modelagem consiste em cinco etapas:

- Construir uma Árvore de Eventos para as Ações do Operador.
- Avaliar os Erros que contribuem para a falha da tarefa escolhida.
- Identificar e Descrever os PSFs.
- Desenvolver Modelos de Eventos de Falha.
- Desenvolver Modelos de Eventos de Sucesso.

- **Passo 6:** Quantificação do Erro Humano

Esse passo descreve como a probabilidade de erro humano é quantificada com base nos PSFs, que são: Tempo, Estresse de ameaça, Complexidade da tarefa, Experiência/Treinamento, Procedimentos, Interface Homem-Máquina (IHM), Atitudes em relação à segurança, trabalho e apoio à gestão, Trabalho em equipe e Ambiente Físico de Trabalho.

- **Passo 7:** Redução de Erros Humanos

Uma das principais motivações da Análise de Confiabilidade Humana é a oportunidade que ela oferece para melhorar a segurança e a confiabilidade do sistema por meio da implementação de soluções baseadas em risco. Essas melhorias visam minimizar o risco, reduzir a probabilidade de erro humano ou mitigar as suas consequências. Por último, é importante documentar toda a análise realizada, para que sirva de subsídio para futuras investigações ou melhoria contínua das soluções empregadas visando à redução do erro humano.

Ao se analisar a metodologia Petro-HRA percebe-se que a sua aplicação poderá gerar ganhos representativos para a segurança operacional das instalações industriais, sobretudo as do setor de petróleo e gás, cujas operações envolvem altos riscos. Com isso, sugere-se a aplicação da metodologia e validação da eficácia para atender as diretrizes de fatores humanos empregadas pelos órgãos reguladores, como a ANP.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confiabilidade humana é essencial para garantir a segurança e eficácia das operações em indústrias de alto risco, como o setor de petróleo e gás. A evolução das metodologias de análise de confiabilidade humana, como o Petro-HRA, reflete o compromisso contínuo com a melhoria da segurança operacional nessas indústrias. O uso adequado dessas metodologias, aliado à supervisão das agências reguladoras, é fundamental para reduzir o risco de acidentes e garantir um ambiente de trabalho seguro para os profissionais do setor.

Agradecimentos

Agradecimentos à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), ao Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH 27.1), à FINEP, gestora do programa, e ao SENAI CIMATEC.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ KIRWAN, Barry . **A Guide to Practical Human Reliability Assessment** . Boca Raton: FL CRC Press, 1994.
- ² STEPHEN C. Theophilus. Human factors analysis and classification system for the oil and gas industry (HFACS-OGI). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832017305975>. Acesso em: 13/03/2024.
- ³ Estudo Comparativo Internacional. Disponível em: <https://www.ppi.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/estudo-sobre-os-caminhos-para-o-avanco-do-licenciamento-ambiental-de-petroleo-e-gas-offshore-no-brasil-vol-2.pdf>. Acesso em: 13/03/2024.
- ⁴ Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - Institucional. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/aceso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 13/03/2024.
- ⁵ Health and Safety Executive. Review of human reliability assessment methods (RR679). Disponível em: <https://www.hse.gov.uk/review-of-human-reliability-assessment-methods-rr679/>. Acesso em: 13/03/2024.
- ⁶ The Petro-HRA Guideline. Disponível em: <https://ife.brage.unit.no/ife-xmlui/handle/11250/2989743>. Acesso em: 13/03/2024.