



ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de
Estudos Acadêmicos

Fatores humanos e falhas operacionais em ambientes offshore: implicações para mitigação de riscos e confiabilidade de sistemas

Human factors and operational failures in offshore environments: implications for risk mitigation and system reliability

DOI: 10.55892/jrg.v9i20.3395

ARK: 57118/JRG.v9i20.3395

Recebido: 16/05/2026 | Aceito: 24/05/2026 | Publicado *on-line*: 25/05/2026

Douglas Ferreira Almeida de Souza
E-mail: dsouza80@live.com



Resumo

A indústria offshore de petróleo e gás opera em ambientes caracterizados por elevada complexidade técnica, criticidade operacional e exposição contínua a condições ambientais severas, fatores que ampliam significativamente os riscos associados à segurança industrial e à confiabilidade dos sistemas. Nesse contexto, os fatores humanos e as falhas operacionais destacam-se entre os principais elementos relacionados à ocorrência de acidentes, perdas operacionais e degradação da integridade estrutural em plataformas marítimas e sistemas subsea. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica narrativa, as implicações dos fatores humanos e das falhas operacionais para mitigação de riscos e fortalecimento da confiabilidade de sistemas offshore. O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados científicas de relevância internacional, incluindo ScienceDirect, Scopus, Web of Science e MDPI, contemplando artigos publicados entre os anos de 2017 e 2024. Os resultados evidenciaram que fatores como fadiga, sobrecarga cognitiva, deficiência na percepção situacional, falhas de comunicação e limitações na interação homem-máquina influenciam diretamente a segurança das operações offshore. Paralelamente, verificou-se que problemas relacionados à degradação estrutural, manutenção inadequada e limitações nos modelos tradicionais de gerenciamento de integridade também contribuem significativamente para o aumento dos riscos operacionais. Os estudos analisados demonstraram ainda crescimento expressivo da aplicação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, manutenção preditiva, monitoramento em tempo real e sistemas autônomos subsea, voltadas à prevenção de falhas e fortalecimento da resiliência operacional. Conclui-se que a segurança offshore deve ser compreendida como resultado da interação dinâmica entre fatores humanos, tecnológicos, organizacionais e estruturais em sistemas sociotécnicos complexos, exigindo estratégias integradas de gerenciamento de riscos capazes de ampliar a confiabilidade e a segurança das operações marítimas de petróleo e gás.



Palavras-chave: Fatores Humanos; Falhas Operacionais; Offshore; Mitigação de Riscos; Confiabilidade de Sistemas; Segurança Operacional.

Abstract

The offshore oil and gas industry operates in environments characterized by high technical complexity, operational criticality, and continuous exposure to severe environmental conditions, factors that significantly increase risks associated with industrial safety and system reliability. In this context, human factors and operational failures stand out among the main elements related to accidents, operational losses, and structural integrity degradation in offshore platforms and subsea systems. Therefore, this study aimed to analyze, through a narrative literature review, the implications of human factors and operational failures for risk mitigation and the strengthening of offshore system reliability. The bibliographic survey was conducted using internationally recognized scientific databases, including ScienceDirect, Scopus, Web of Science, and MDPI, covering articles published between 2017 and 2024. The results demonstrated that factors such as fatigue, cognitive overload, deficiencies in situational awareness, communication failures, and limitations in human-machine interaction directly influence the safety of offshore operations. In parallel, issues related to structural degradation, inadequate maintenance, and limitations in traditional integrity management models were also identified as significant contributors to increased operational risks. The analyzed studies further revealed substantial growth in the application of emerging technologies, such as artificial intelligence, predictive maintenance, real-time monitoring, and autonomous subsea systems, aimed at failure prevention and operational resilience enhancement. It is concluded that offshore safety should be understood as the result of the dynamic interaction between human, technological, organizational, and structural factors within complex sociotechnical systems, requiring integrated risk management strategies capable of improving the reliability and safety of offshore oil and gas operations.

Keywords: Human Factors; Operational Failures; Offshore; Risk Mitigation; System Reliability; Operational Safety.

INTRODUÇÃO

A indústria offshore de petróleo e gás caracteriza-se por operações de elevada complexidade técnica, executadas em ambientes hostis e sob condições operacionais severas, o que amplia significativamente os riscos associados à integridade estrutural, à segurança operacional e à confiabilidade dos sistemas. Nesse contexto, falhas operacionais e erros humanos figuram entre os principais fatores responsáveis por acidentes de grandes proporções, ocasionando perdas humanas, danos ambientais e prejuízos econômicos expressivos. Ambientes offshore apresentam elevada carga cognitiva, exigindo constante percepção situacional, rápida tomada de decisão e elevada capacidade de resposta diante de condições dinâmicas e imprevisíveis. Além disso, falhas relacionadas à percepção de risco e à consciência situacional estão entre os fatores determinantes em acidentes offshore de grande magnitude (HOYLE; PERES, 2017).

Além dos aspectos técnicos, os fatores humanos têm recebido crescente atenção nos estudos relacionados à segurança offshore, especialmente devido à influência exercida pela fadiga, estresse ocupacional, confinamento e interação homem-máquina no desempenho operacional. Os conceitos tradicionais de ergonomia ainda são insuficientes para contemplar os aspectos cognitivos envolvidos nas operações offshore,



principalmente em atividades críticas que demandam atenção contínua e elevado processamento mental. Dessa forma, destaca-se a necessidade de ampliação da ergonomia cognitiva nos sistemas de gerenciamento de risco, por meio da adaptação de ferramentas capazes de incorporar fatores humanos à análise de acidentes e falhas operacionais (MOREIRA; SANTOS; MORGADO, 2023).

Paralelamente, estudos recentes demonstram que os riscos operacionais offshore não decorrem exclusivamente de falhas humanas isoladas, mas da interação entre fatores organizacionais, tecnológicos e ambientais. Modelos baseados em Bayesian Network aplicados à análise de falhas em oleodutos e gasodutos offshore identificam que erros relacionados à manutenção, monitoramento e operação além dos limites de projeto exercem influência significativa sobre a probabilidade de acidentes. A modelagem probabilística permite compreender relações causais complexas entre falhas humanas e degradação operacional, contribuindo para estratégias mais eficientes de mitigação de riscos (ALAW; SULAIMAN; TAN, 2018).

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade crescente de aprimoramento da confiabilidade estrutural e da integridade dos sistemas offshore, especialmente em plataformas envelhecidas ou submetidas a ambientes extremos. A deterioração estrutural causada por ondas extremas, corrosão, fadiga e ações ambientais severas exige avaliações contínuas de confiabilidade e adoção de estratégias preventivas baseadas em análise probabilística de falhas. Além disso, operações offshore em regiões severas apresentam riscos ampliados devido à combinação de ondas intensas, gelo, ventos extremos e limitações logísticas, tornando indispensável o desenvolvimento de sistemas resilientes e modelos avançados de segurança operacional (SOOM et al., 2021; ADUMENE; IKUE-JOHN, 2022).

Diante desse cenário, novas tecnologias vêm sendo incorporadas às operações offshore com o objetivo de aumentar a segurança, reduzir falhas operacionais e elevar a confiabilidade dos sistemas. Entre essas tecnologias, destacam-se aplicações de inteligência artificial voltadas à manutenção preditiva, monitoramento em tempo real e automação de inspeções subsea. Algoritmos inteligentes, sensores integrados e veículos autônomos subaquáticos permitem detectar falhas antes de sua ocorrência, reduzindo paradas não programadas e minimizando riscos operacionais. A utilização de inteligência artificial na logística de manutenção offshore também possibilita otimização de recursos, aumento da eficiência operacional e fortalecimento das estratégias de gestão de integridade (SOFLOWU et al., 2024; UKATO et al., 2024).

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa, com natureza descritiva e exploratória, desenvolvida a partir da análise crítica da produção científica relacionada aos fatores humanos e às falhas em ambientes marítimos de exploração e produção de petróleo e gás, com ênfase nas implicações para mitigação de riscos e integridade de sistemas. A adoção desse delineamento metodológico fundamenta-se na necessidade de compreender, de forma integrada e interdisciplinar, os múltiplos elementos que influenciam a segurança industrial em sistemas sociotécnicos de elevada criticidade, considerando simultaneamente aspectos humanos, organizacionais, tecnológicos, estruturais e ambientais envolvidos nas atividades de exploração offshore.

A estratégia de levantamento bibliográfico foi estruturada por meio da consulta sistematizada a artigos científicos publicados em periódicos indexados em bases de elevada relevância científica internacional, incluindo ScienceDirect, Scopus, Web of



Science e MDPI, contemplando estudos vinculados às áreas de engenharia marítima, segurança industrial, gerenciamento de riscos, confiabilidade estrutural, manutenção preditiva, ergonomia cognitiva e integridade de ativos. Complementarmente, foram analisadas publicações disponibilizadas em periódicos especializados nas áreas de petróleo e gás, fatores humanos e segurança de processos industriais. A seleção dessas bases buscou ampliar a robustez científica da revisão, permitindo acesso a diferentes perspectivas analíticas, metodológicas e tecnológicas relacionadas à segurança e à gestão de riscos em ambientes de elevada exposição operacional.

As buscas bibliográficas foram conduzidas por meio da combinação de descritores em português e inglês diretamente relacionados ao objeto de estudo, incluindo os termos: “human factors”, “offshore operations”, “operational failures”, “risk mitigation”, “system reliability”, “offshore safety”, “Bayesian Network”, “cognitive ergonomics”, “asset integrity” e “predictive maintenance”. Para refinamento da estratégia de busca e ampliação da aderência temática dos estudos selecionados, utilizaram-se operadores booleanos AND e OR, possibilitando a integração entre diferentes eixos conceituais associados à análise de falhas, fatores humanos, integridade estrutural e gerenciamento de riscos em sistemas industriais complexos.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos publicados entre os anos de 2017 e 2024, revisados por pares, disponíveis integralmente e com aderência direta à temática proposta. Foram priorizados estudos voltados à análise de fatores humanos, confiabilidade estrutural, ergonomia cognitiva, gerenciamento de riscos, integridade de ativos, análise probabilística de falhas, manutenção preditiva e tecnologias aplicadas à segurança em operações marítimas de petróleo e gás. Em contrapartida, foram excluídos documentos duplicados, publicações incompletas, estudos sem consistência metodológica e trabalhos que não apresentavam relação direta com os objetivos da pesquisa.

Após a etapa de seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica, interpretativa e comparativa, permitindo identificar convergências, divergências e lacunas científicas relacionadas às principais causas de falhas em operações marítimas de petróleo e gás, bem como às estratégias empregadas para mitigação de riscos e fortalecimento da integridade sistêmica. A análise buscou contemplar a heterogeneidade metodológica dos estudos investigados, considerando diferenças relacionadas aos contextos produtivos, tipos de plataformas, condições ambientais, modelos de gestão da segurança, tecnologias empregadas e métodos de avaliação de risco adotados pelos autores. Essa abordagem permitiu compreender a natureza multifatorial dos acidentes industriais em ambientes offshore, reconhecendo que perdas operacionais e eventos críticos decorrem, frequentemente, da interação dinâmica entre limitações humanas, degradação estrutural, falhas organizacionais e vulnerabilidades tecnológicas.

Além disso, a revisão incorporou estudos voltados à aplicação de tecnologias emergentes na prevenção de falhas e no fortalecimento da segurança industrial, incluindo inteligência artificial, manutenção preditiva, monitoramento em tempo real, sistemas autônomos subsea e modelos probabilísticos aplicados à avaliação da integridade operacional. A integração desses diferentes campos analíticos permitiu ampliar a compreensão acerca dos mecanismos contemporâneos de prevenção de acidentes, aumento da resiliência operacional e suporte à tomada de decisão em sistemas industriais de elevada criticidade técnica e elevado potencial de risco.

Do ponto de vista analítico, os dados obtidos foram organizados de forma temática, possibilitando a construção de uma discussão crítica fundamentada na articulação entre fatores humanos, ergonomia cognitiva, integridade estrutural,



tecnologias de monitoramento e estratégias de gerenciamento de riscos. A estruturação temática da análise permitiu identificar tendências contemporâneas da literatura científica, bem como limitações recorrentes associadas à variabilidade dos cenários investigados, à ausência de padronização metodológica entre os estudos e à elevada complexidade inerente aos sistemas sociotécnicos presentes na indústria offshore de petróleo e gás.

A pesquisa fundamenta-se na revisão bibliográfica como procedimento de investigação científica voltado à sistematização, interpretação e discussão crítica de conhecimentos previamente produzidos sobre o fenômeno investigado, contribuindo para o aprofundamento teórico acerca das relações entre fatores humanos, falhas operacionais e integridade de sistemas aplicados à indústria offshore (GIL, 2008; LAKATOS; MARCONI, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Fatores humanos e segurança em ambientes offshore

Os estudos analisados demonstram que os fatores humanos permanecem entre os principais elementos associados à ocorrência de falhas e acidentes em ambientes offshore. A elevada complexidade das operações marítimas de petróleo e gás, associada às condições severas de trabalho, ao confinamento prolongado e à necessidade de tomada de decisão em tempo real, amplia significativamente a vulnerabilidade dos sistemas às limitações cognitivas e comportamentais dos operadores. Nesse contexto, a percepção situacional constitui um dos componentes mais críticos para a segurança das operações, especialmente em atividades de perfuração, nas quais pequenas falhas de interpretação podem desencadear eventos de grandes proporções. Fatores como fadiga, sobrecarga cognitiva, pressão temporal e falhas na comunicação comprometem diretamente a capacidade de resposta dos trabalhadores diante de cenários críticos (HOYLE; PERES, 2017).

Sob a perspectiva da ergonomia cognitiva, observa-se que os sistemas tradicionais de gerenciamento de riscos ainda apresentam limitações significativas na incorporação de aspectos relacionados ao comportamento humano em ambientes industriais de elevada criticidade. Grande parte das metodologias de segurança permanece excessivamente centrada em fatores técnicos e estruturais, negligenciando elementos associados à percepção, memória, raciocínio e interação homem-máquina. Nesse sentido, a adaptação do modelo “Cognitive BowTie” representa uma importante tentativa de ampliar a integração entre fatores humanos e sistemas de prevenção de acidentes, especialmente em atividades críticas envolvendo operações com guindastes e controle de processos industriais (MOREIRA; SANTOS; MORGADO, 2023).

Além disso, estudos voltados à saúde ocupacional em plataformas marítimas evidenciam que o ambiente offshore apresenta condições propícias ao desenvolvimento de estresse, fadiga física e mental, distúrbios psicossociais e redução da capacidade de atenção dos trabalhadores. Jornadas prolongadas, isolamento social, condições climáticas adversas e elevada pressão operacional influenciam diretamente o comportamento humano e aumentam a probabilidade de erros críticos durante a execução das atividades. Nesse contexto, sistemas inteligentes de monitoramento psicofisiológico surgem como ferramentas complementares para prevenção de acidentes e fortalecimento da segurança industrial (MAMMADOVA; JABRAYILOVA, 2021).

A análise integrada dos estudos evidencia que as falhas humanas não podem ser interpretadas como eventos isolados ou exclusivamente individuais, mas como



manifestações associadas à interação entre condições organizacionais, limitações tecnológicas e exigências operacionais impostas pelos sistemas offshore contemporâneos. Dessa forma, observa-se uma mudança gradual na literatura recente, que passa a compreender o trabalhador não apenas como potencial causador de falhas, mas como elemento central para construção da resiliência organizacional e fortalecimento da segurança em sistemas industriais de elevada criticidade.

2. Falhas operacionais e integridade estrutural

As falhas operacionais em sistemas offshore configuram-se como fenômenos multifatoriais associados à interação entre degradação estrutural, limitações humanas, vulnerabilidades tecnológicas e deficiências nos processos de gerenciamento de riscos. Em ambientes marítimos de exploração e produção de petróleo e gás, a elevada exposição a cargas ambientais severas, associada à operação contínua dos sistemas, amplia significativamente a probabilidade de falhas críticas envolvendo plataformas, pipelines, sistemas subsea e unidades flutuantes de produção. Nesse contexto, a integridade estrutural torna-se elemento central para a manutenção da segurança industrial e da continuidade operacional.

Estudos voltados à análise de confiabilidade estrutural demonstram que plataformas envelhecidas apresentam maior suscetibilidade a processos de degradação relacionados à corrosão, fadiga mecânica, carregamentos extremos e deterioração progressiva dos componentes estruturais. Avaliações realizadas em estruturas marítimas na região da Malásia identificaram que a integridade dessas unidades depende diretamente da adoção de modelos probabilísticos capazes de estimar riscos de falha ao longo do ciclo de vida operacional das instalações (SOOM et al., 2021).

Além dos aspectos estruturais, operações realizadas em ambientes marítimos severos apresentam desafios adicionais relacionados às condições climáticas extremas, às limitações logísticas e à dificuldade de monitoramento contínuo dos ativos industriais. Ambientes árticos, por exemplo, são caracterizados pela ocorrência de ondas intensas, gelo, ventos extremos, baixa visibilidade e elevada instabilidade ambiental, fatores que ampliam significativamente os riscos associados às operações marítimas e à integridade das estruturas flutuantes. Tais condições exigem o desenvolvimento de sistemas mais resilientes, capazes de suportar elevados níveis de incerteza operacional e ambiental (ADUMENE; IKUE-JOHN, 2022).

Sob a perspectiva da análise de risco, modelos quantitativos aplicados à integridade de ativos industriais demonstram que falhas em sistemas offshore frequentemente resultam da combinação entre erros humanos, deficiências de manutenção, falhas de monitoramento e limitações nos modelos de gerenciamento de integridade. Estudos baseados em Bayesian Network evidenciam que práticas inadequadas de manutenção e operação além dos limites de projeto representam fatores críticos para ocorrência de acidentes envolvendo oleodutos e gasodutos marítimos (ALAW; SULAIMAN; TAN, 2018).

De maneira complementar, análises relacionadas às operações de transferência de petróleo entre FPSOs e navios aliviadores demonstram que falhas de posicionamento dinâmico, erros humanos e fatores ambientais constituem importantes gatilhos para colisões e acidentes durante operações tandem offshore. A elevada proximidade entre as embarcações, associada à influência contínua de ondas, correntes e ventos, transforma essas operações em atividades de elevada criticidade operacional, exigindo sistemas rigorosos de monitoramento e controle de riscos (ATEHNJIA; PHILIP, 2017).



Os estudos analisados indicam que a integridade estrutural e a segurança operacional não dependem exclusivamente da resistência física dos sistemas industriais, mas da capacidade organizacional de integrar monitoramento contínuo, manutenção preventiva, gestão de riscos e fatores humanos em modelos de gerenciamento capazes de antecipar falhas antes da ocorrência de eventos críticos. Dessa forma, a literatura recente reforça a necessidade de abordagens sistêmicas e multidisciplinares voltadas à redução das vulnerabilidades operacionais presentes em sistemas offshore contemporâneos.

3. Estratégias de mitigação de riscos

A mitigação de riscos em ambientes offshore tem evoluído significativamente nas últimas décadas, especialmente em razão do aumento da complexidade tecnológica das operações marítimas e da necessidade de redução de acidentes de grande impacto humano, ambiental e econômico. Nesse contexto, a literatura científica recente evidencia uma transição gradual de modelos reativos de segurança para abordagens preventivas e preditivas, fundamentadas na integração entre análise probabilística, gerenciamento de integridade, fatores humanos e monitoramento contínuo dos sistemas industriais.

Entre as principais estratégias identificadas nos estudos analisados, destacam-se os modelos probabilísticos aplicados à avaliação de falhas e à gestão de riscos industriais. A utilização de Bayesian Network tem se mostrado relevante na identificação de relações causais entre falhas humanas, degradação estrutural e eventos críticos, permitindo compreender a dinâmica dos acidentes em sistemas complexos. Além disso, tais modelos contribuem para o desenvolvimento de mecanismos de prevenção mais robustos, especialmente em operações envolvendo pipelines e sistemas de transporte de petróleo e gás (ALAW; SULAIMAN; TAN, 2018).

Sob a perspectiva da ergonomia cognitiva, estratégias voltadas à incorporação de fatores humanos nos sistemas de gerenciamento de riscos também têm recebido destaque na literatura recente. A aplicação do modelo “Cognitive BowTie” demonstra a importância de integrar variáveis cognitivas aos métodos tradicionais de análise de acidentes, ampliando a capacidade dos sistemas de segurança em antecipar falhas relacionadas ao comportamento humano e à interação homem-máquina (MOREIRA; SANTOS; MORGADO, 2023).

Outra estratégia amplamente discutida refere-se à utilização de modelos quantitativos de avaliação de integridade e inspeção baseada em risco. Estudos aplicados à indústria de petróleo e gás indicam que sistemas estruturados de gerenciamento de integridade permitem otimizar recursos de manutenção, reduzir paradas não programadas e aumentar a confiabilidade dos ativos industriais. Além disso, análises quantitativas de risco contribuem para definição de prioridades operacionais e direcionamento mais eficiente das ações preventivas em plataformas marítimas e sistemas subsea (ATTIA; SINHA, 2022).

Os estudos analisados também demonstram que a mitigação de riscos em ambientes marítimos depende da construção de culturas organizacionais voltadas à prevenção de acidentes e à ampliação da resiliência operacional. Nesse sentido, treinamentos contínuos, fortalecimento da comunicação operacional, monitoramento das condições psicofisiológicas dos trabalhadores e desenvolvimento de protocolos integrados de resposta a emergências representam elementos fundamentais para redução das vulnerabilidades presentes em sistemas industriais de elevada criticidade.

A literatura evidencia, portanto, que estratégias contemporâneas de mitigação de riscos demandam abordagens multidimensionais capazes de integrar tecnologias



avançadas, gestão de integridade, confiabilidade estrutural e fatores humanos em modelos sistêmicos de segurança industrial. Essa integração torna-se essencial diante da crescente complexidade das operações offshore e da elevada interdependência entre componentes técnicos, organizacionais e ambientais presentes na indústria de petróleo e gás.

4. Tecnologias emergentes e confiabilidade de sistemas

O avanço das tecnologias digitais tem promovido transformações significativas nos modelos contemporâneos de gerenciamento da segurança e integridade em ambientes offshore. A incorporação de inteligência artificial, sistemas autônomos, monitoramento em tempo real e manutenção preditiva tem ampliado a capacidade das organizações em antecipar falhas, reduzir vulnerabilidades operacionais e fortalecer a confiabilidade dos sistemas industriais aplicados à exploração e produção marítima de petróleo e gás.

Nesse contexto, estudos recentes destacam que aplicações baseadas em inteligência artificial vêm desempenhando papel estratégico na otimização da manutenção de sistemas subsea e plataformas marítimas. Algoritmos de aprendizado de máquina, integrados a sensores inteligentes e bancos de dados operacionais, permitem identificar padrões de degradação estrutural e prever falhas antes da ocorrência de eventos críticos. Essa abordagem possibilita reduzir paradas não programadas, minimizar custos operacionais e ampliar a segurança das operações industriais (SOFOLLOWU et al., 2024).

Além disso, o emprego de veículos autônomos subaquáticos e sistemas robotizados tem contribuído significativamente para redução da exposição humana em atividades de elevado risco. Sistemas inteligentes aplicados à inspeção subsea permitem realizar monitoramento contínuo de estruturas marítimas, dutos e equipamentos submersos com maior precisão e menor vulnerabilidade às limitações humanas associadas às operações convencionais. A automação dessas atividades representa importante avanço para fortalecimento da integridade operacional e redução da probabilidade de acidentes em ambientes marítimos severos (SOFOLLOWU et al., 2024).

Sob a perspectiva da logística de manutenção, a inteligência artificial também vem sendo utilizada para otimização do gerenciamento de ativos industriais offshore. Modelos preditivos baseados em análise de dados operacionais permitem definir prioridades de manutenção, otimizar alocação de recursos e ampliar a eficiência dos processos de inspeção e reparo. Tais estratégias contribuem para aumento da disponibilidade operacional das plataformas marítimas e fortalecimento da confiabilidade sistêmica em ambientes caracterizados por elevada criticidade técnica e operacional (UKATO et al., 2024).

Paralelamente, a literatura evidencia que o fortalecimento da confiabilidade dos sistemas industriais offshore depende não apenas da incorporação de tecnologias avançadas, mas também da capacidade organizacional de integrar fatores humanos, gerenciamento de riscos e monitoramento contínuo em modelos resilientes de segurança industrial. Dessa forma, tecnologias emergentes devem ser compreendidas como instrumentos complementares dentro de sistemas sociotécnicos complexos, nos quais a interação entre operadores, estruturas físicas, inteligência computacional e processos organizacionais determina diretamente os níveis de segurança e desempenho operacional.

Os estudos analisados demonstram, portanto, que a transformação digital aplicada à indústria offshore representa uma das principais tendências contemporâneas



para redução de falhas, fortalecimento da integridade estrutural e ampliação da resiliência operacional. Entretanto, os autores também ressaltam que a efetividade dessas tecnologias depende da qualidade dos sistemas de gestão, da capacitação dos operadores e da integração eficiente entre recursos tecnológicos e processos decisórios humanos.

Conclusão

A análise da literatura científica evidencia que os fatores humanos e as falhas operacionais permanecem entre os principais elementos associados aos riscos em ambientes offshore de petróleo e gás, especialmente em sistemas industriais caracterizados por elevada criticidade técnica, intensa interdependência operacional e alta exposição a condições ambientais severas. Os estudos analisados demonstram que acidentes e perdas operacionais não resultam de causas isoladas, mas da interação dinâmica entre limitações cognitivas, falhas organizacionais, degradação estrutural, vulnerabilidades tecnológicas e deficiências nos processos de gerenciamento de riscos. Nesse contexto, a segurança offshore deve ser compreendida como propriedade emergente de sistemas sociotécnicos complexos, nos quais fatores humanos, ergonomia cognitiva, integridade estrutural e confiabilidade operacional atuam de forma integrada na determinação do desempenho seguro das operações.

Paralelamente, a literatura recente evidencia uma transição progressiva de modelos reativos de segurança para abordagens preventivas fundamentadas em análise probabilística de falhas, monitoramento contínuo, manutenção preditiva e fortalecimento da resiliência operacional. A incorporação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial, sistemas autônomos subsea e modelos avançados de análise de integridade, amplia significativamente a capacidade de antecipação de falhas, otimização de ativos industriais e suporte à tomada de decisão em ambientes de elevada complexidade operacional. Entretanto, os estudos demonstram que a efetividade dessas tecnologias depende diretamente da integração entre inovação tecnológica, gestão organizacional e capacitação humana, reforçando a necessidade de estratégias multidisciplinares capazes de consolidar sistemas offshore mais resilientes, seguros e confiáveis frente aos desafios contemporâneos da indústria de petróleo e gás.



Referências

- ADUMENE, S.; IKUE-JOHN, E. *Offshore systems safety and operational challenges in Arctic environments*. International Journal of Scientific Research Updates, v. 4, n. 2, p. 001–010, 2022.
- ALAW, M. M.; SULAIMAN, S. A.; TAN, C. P. *Incorporation of human factors in risk analysis of oil and gas pipelines using Bayesian Network*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, v. 54, p. 221–230, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.06.002>.
- ATEHNJIA, B.; PHILIP, A. *Risk assessment of FPSOs tandem offloading operation*. International Journal of Engineering Research and Advanced Technology, v. 3, n. 8, p. 1–11, 2017.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HOYLE, W. S.; PERES, S. C. *Situation Awareness Offshore: Relevant Influencing Factors and Risks*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, v. 61, n. 1, p. 1464–1468, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/1541931213601850>.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MAMMADOVA, S.; JABRAYILOVA, Z. *The intelligent monitoring and evaluation of the psychophysiological state of offshore workers*. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, v. 6, n. 9, p. 14–23, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.246309>.
- MOREIRA, S. S. C.; SANTOS, I. J. A. L.; MORGADO, C. R. V. *Cognitive ergonomics in the analysis of work on offshore platforms: “Cognitive Bowtie” application*. Studies in Health Sciences, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 419–442, 2023. DOI: <https://doi.org/10.54022/shsv4n2-013>.
- SOFOLLOWU, O. O. et al. *AI-enhanced subsea maintenance for improved safety and reliability in offshore oil and gas operations*. Magna Scientia Advanced Research and Reviews, v. 11, n. 1, p. 152–164, 2024. DOI: <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.11.1.0058>.
- SOOM, N. A. M. et al. *Comparative study of structural reliability assessment methods for fixed offshore structures*. Journal of Engineering Research and Reports, v. 21, n. 12, p. 35–49, 2021. DOI: <https://doi.org/10.9734/jerr/2021/v21i121756>.
- UKATO, A. et al. *Optimizing maintenance logistics on offshore platforms with AI: Current strategies and future innovations*. World Journal of Advanced Research and Reviews, v. 22, n. 1, p. 1920–1929, 2024. DOI: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.1.1315>.