

AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DOS SISTEMAS STAR IPS E SAP PM NA MANUTENÇÃO DE GERADORES DIESEL EM UNIDADE OFFSHORE

Leonardo de Miranda Barreto¹
Cláudio Vinícius Barbosa Monteiro²
Felipe Delapria Dias dos Santos³
Luiz Eduardo Justiniano Silva⁴
Beatryz de Alcantara Almeida⁵

RESUMO

A confiabilidade dos sistemas de geração de energia em unidades offshore é fator crítico para a continuidade operacional e a segurança das instalações. Este estudo teve como objetivo avaliar a efetividade dos sistemas de gestão de manutenção STAR IPS e SAP PM aplicados a um gerador auxiliar diesel modelo QSK23-G3 em operação em plataforma petrolífera. Foram analisadas 1.130 ordens de serviço (742 no SAP PM e 388 no STAR IPS), bem como indicadores de desempenho de manutenção (MTTR, MTBF e disponibilidade), coletados entre janeiro de 2023 e março de 2025. A metodologia adotou estudo de caso quantitativo, com suporte estatístico por meio de teste t de Student e validação por bootstrap. Os resultados evidenciaram redução de 18% no MTTR e incremento da disponibilidade técnica após a migração dos planos preventivos do SAP PM para o STAR IPS. Apesar dos ganhos, foram identificadas limitações relacionadas à integração entre os sistemas, que impactaram a rastreabilidade de peças e ocasionaram reaberturas de ordens. Conclui-se que a adoção combinada de ambos os sistemas é benéfica, mas requer melhorias de interoperabilidade e padronização de dados para consolidar os resultados obtidos.

Palavras-chave: Gerador diesel. Manutenção offshore. STAR IPS. SAP PM. Confiabilidade.

ABSTRACT

The reliability of power generation systems in offshore units is a critical factor for operational continuity and facility safety. This study aimed to evaluate the effectiveness of the STAR IPS and SAP PM maintenance management systems applied to a QSK23-G3 auxiliary diesel generator operating on an oil platform. A total of 1,130 work orders (742 in SAP PM and 388 in STAR IPS) were analysed, as well as maintenance performance indicators (MTTR, MTBF and availability), collected between January 2023 and March 2025. The methodology adopted a quantitative case study, with statistical support using Student's t-test and bootstrap validation. The results showed an 18% reduction in MTTR and an increase in technical availability after migrating preventive plans from SAP PM to STAR IPS. Despite the gains, limitations related to the integration between the systems were identified, which impacted the traceability of parts and led to the reopening of orders. It is concluded that the combined adoption of both systems is beneficial, but requires improvements in interoperability and data standardisation to consolidate the results obtained.

Keywords: Diesel generator. Offshore maintenance. STAR IPS. SAP PM. Reliability.

¹ Engenheiro de Manutenção e Diagnóstico Industrial - UniCV.

² Mestre em Engenharia Química – UEM, Professor CES - UniCV.

³ Mestre em Engenharia de Produção – UEM, Coordenador CES - UniCV.

⁴ Mestre em Engenharia Mecânica – UEM, Professor CEHLA - UniCV.

⁵ Mestre em Engenharia de Produção – UEM, Professora - UniFEITEP.

1. INTRODUÇÃO

A operação contínua e segura de plataformas de exploração *offshore* depende diretamente da confiabilidade dos sistemas auxiliares, especialmente dos grupos geradores, responsáveis pelo fornecimento de energia a sistemas de segurança, instrumentação e suporte à vida (FIMREITE et al., 2026). Nesse contexto, a manutenção preventiva e corretiva desses ativos passa a exercer papel vital, não apenas para prolongar a vida útil dos equipamentos, mas para evitar riscos operacionais e financeiros decorrentes de falhas inesperadas (TRIPATHI, 2024). A demanda por energia ininterrupta em unidades de exploração e produção de petróleo impõe elevados requisitos de confiabilidade aos grupos geradores auxiliares. No contexto brasileiro, falhas desses equipamentos já ocasionaram paradas de produção com perdas estimadas em milhões de dólares por hora (ANP, 2023).

Geradores auxiliares são críticos para garantir energia a sistemas essenciais em plataformas *offshore*, como bombas de incêndio, navegação e habitabilidade. Sua indisponibilidade deve ser inferior a 2 % ao ano (CATERPILLAR, 2023), conforme exigem normas como a NBR 5462 e ISO 20816-8. Estudos apontam que até 37 % das falhas em plataformas derivam de geradores mal gerenciados (SILVA et al., 2022), reforçando a necessidade de revisão nos processos de manutenção.

Entre as soluções digitais disponíveis para gestão de manutenção, destacam-se o STAR *Integrated Planning System* (STAR IPS), amplamente empregado em ambientes marítimos, e o SAP *Plant Maintenance* (SAP PM), predominante em operações onshore e de apoio logístico. Embora ambos possuam características consolidadas, a literatura ainda carece de estudos comparativos que avaliem a sua efetividade aplicada a geradores offshore, especialmente em contexto nacional (RODRIGUES; PEREIRA; DA CUNHA JÁCOME VIDAL, 2025).

Os sistemas CMMS como o STAR IPS e o SAP PM são fundamentais. O STAR IPS, utilizado na Petrobras, opera offline com sincronização posterior, permitindo controle local de manutenção e suprimentos, sendo eficaz em ambientes isolados (SANTOS et al., 2021). Já o SAP PM, parte do S/4HANA, é amplamente adotado *onshore* e destaca-se pela integração em tempo real com módulos financeiros e logísticos, além de ganhos comprovados na assertividade de estoque (BITTENCOURT et al., 2021).

A justificativa deste estudo está em oferecer evidências empíricas sobre o desempenho comparativo de dois sistemas amplamente utilizados na gestão de manutenção industrial, o STAR IPS e o SAP PM, mas ainda pouco explorados de forma integrada no

contexto de geradores *offshore*. Considerando a criticidade desses ativos para a segurança operacional e a continuidade da produção, analisar a efetividade dos sistemas contribui não apenas para a literatura acadêmica, mas também para a prática gerencial, fornecendo subsídios à tomada de decisão em ambientes de missão crítica. Além disso, o artigo atende à necessidade de compreender como diferentes soluções de *Computerized Maintenance Management Systems* (CMMS) impactam indicadores-chave de desempenho, permitindo identificar gargalos, propor melhorias de integração e ampliar o debate sobre transformação digital em manutenção.

Diante dessa lacuna, este estudo tem como objetivo avaliar a efetividade dos sistemas STAR IPS e SAP PM na gestão da manutenção de um gerador diesel em unidade *offshore*, comparando indicadores de desempenho (MTTR, MTBF e disponibilidade) antes e após a migração dos planos preventivos, bem como analisando os impactos da integração entre os sistemas sobre a rastreabilidade de materiais e a confiabilidade operacional. Assim, a questão de pesquisa norteadora deste estudo é: Como a migração dos planos preventivos do SAP PM para o STAR IPS impactam os indicadores de desempenho de manutenção (MTTR, MTBF e disponibilidade) em geradores *offshore*?

Para responder ao questionamento, o artigo está estruturado da seguinte forma, após esta introdução, a seção 3 apresenta a metodologia utilizada no estudo, descrevendo o equipamento analisado, o período de coleta de dados e os procedimentos estatísticos aplicados. Na seção 4 são apresentados os resultados obtidos com a comparação entre os sistemas, seguidos da discussão dos principais achados à luz da literatura. Por fim, a seção 5 reúne as considerações finais, destacando as contribuições do estudo, suas limitações e perspectivas para futuras pesquisas.

2. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como um estudo de caso de natureza quantitativa e descritiva, adequado para a análise aprofundada de um fenômeno em seu contexto real (YIN, 2015; MIGUEL, 2007). A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de examinar de forma detalhada o desempenho de sistemas de gestão da manutenção aplicados a um gerador diesel em ambiente *offshore*, considerando seus processos, indicadores e resultados operacionais.

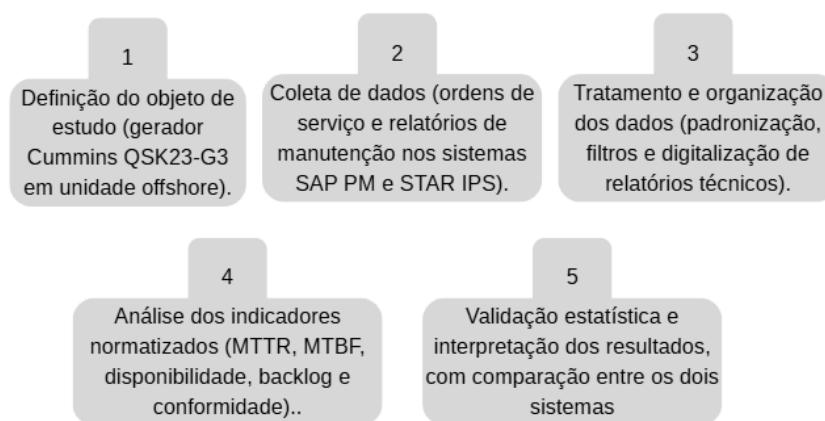
O objeto de análise foi um gerador *Cummins* QSK23-G3, acoplado a um alternador *Stamford*, com potência nominal de 800 kW a 1800 rpm, em operação desde 2019 em uma

unidade *offshore* localizada a 120 km da costa de Macaé (RJ). O equipamento desempenha papel crítico como gerador auxiliar, fornecendo energia para sistemas de segurança, habitabilidade e navegação.

A coleta de dados contemplou 1.130 ordens de serviço, sendo 742 registradas no SAP PM (janeiro/2023 – março/2024) e 388 no STAR IPS (abril/2024 – março/2025). As ordens foram extraídas diretamente dos bancos operacionais, filtradas por tipo de equipamento, status e período. Além disso, foi selecionada a intervenção de 20 de setembro de 2024 como referência prática, por reunir múltiplas ações corretivas e preventivas, relatórios técnicos detalhados e histórico completo de manutenção. Os indicadores analisados seguiram as diretrizes da ISO 14224 e incluíram: Tempo Médio para Reparo (MTTR), Tempo Médio entre Falhas (MTBF), disponibilidade técnica, backlog de manutenção e conformidade do plano preventivo.

O tratamento estatístico dos dados foi realizado no *software* R (versão 4.3.0), utilizando os pacotes *dplyr*, *lubridate* e *ggplot2* para organização e visualização. Para avaliar diferenças entre os sistemas, aplicou-se o teste *t Student* com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), além do método *bootstrap* com 2.000 réplicas para validação da robustez dos resultados. O fluxo metodológico seguiu cinco etapas principais, apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxo metodológico.



Fonte: Autores, (2025)

Essa abordagem metodológica permitiu avaliar com precisão os efeitos da migração dos planos preventivos do SAP PM para o STAR IPS sobre os indicadores de manutenção, além de identificar limitações operacionais decorrentes da integração entre os sistemas.

3. DESENVOLVIMENTO

O estudo foi conduzido sobre um gerador *Cummins* QSK23-G3, acoplado a um alternador *Stamford*, com 800 kW de potência nominal a 1800 rpm, operando desde 2019 em unidade offshore localizada a 120 km da costa de Macaé (RJ), onde desempenha função crítica como gerador auxiliar.

Foram extraídas 742 ordens de serviço do SAP PM (jan/2023 – mar/2024) e 388 do STAR IPS (abr/2024 – mar/2025). A coleta foi feita diretamente dos bancos operacionais, filtrando por tipo de equipamento, período e status das ordens. A análise de dados foi realizada com o software R (v4.3.0), utilizando os pacotes *dplyr*, *lubridate* e *ggplot2* para tratamento, visualização e análise estatística.

Uma intervenção na data de 20/09/2024 foi escolhida como estudo de caso por reunir múltiplas ações corretivas e preventivas, relatórios técnicos detalhados e histórico completo de manutenção. Foram considerados dados como: Condição dos bicos injetores e folgas de válvulas, integridade de mangueiras e sistema de arrefecimento, vibrações medidas antes e após os reparos conforme (ISO 20816-8), torques aplicados nos ajustes mecânicos, aderência às recomendações técnicas do fabricante. Essa abordagem permitiu avaliar com precisão a efetividade das estratégias de manutenção e os impactos operacionais decorrentes da intervenção nos dois sistemas.

4. RESULTADOS

a. Estudo de Caso: Intervenção de 20/09/2024

A intervenção realizada em 20 de setembro de 2024 foi escolhida como foco do estudo por apresentar alta criticidade, ampla abrangência técnica e documentação completa. Foram extraídas ordens de serviço diretamente dos bancos corporativos de ambos os sistemas, utilizando filtros por equipamento (QSK23-G3), intervalo temporal (jan/2023 a mar/2025) e tipo de serviço. A digitalização dos relatórios físicos permitiu a compilação de dados técnicos como torque de aperto, folgas, padrões de vibração e trocas de componentes, detalhados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Dados Técnicos da Intervenção (20/09/2024)

Item	Valor Medido	Especificação	Observação
Carga da bateria	100%	$\geq 90\%$	Sem corrosão nos terminais
Folga eixo de manivelas	Conforme especificação	Conforme CAT QSK23-G3	Dentro do limite
Torque bicos injetores	32 Nm / 225 Nm	Manual técnico CAT	Torquímetro calibrado
Folga das válvulas – admissão	0,30 mm	$0,30 \pm 0,05$ mm	Aprovado
Folga das válvulas – escape	0,60 mm	$0,60 \pm 0,05$ mm	Aprovado
Mangueiras	Sem desgaste	-	Sem necessidade de troca
Vibração	1,6 mm/s	Máx. 2,3 mm/s (ISO 20816-8)	Dentro do aceitável

Fonte: Autores, (2025)

Os serviços foram realizados seguindo as orientações previstas na Tabela 01 e incluíram: checagem das baterias, limpeza do suspiro externo, ajustes nos bicos injetores, verificação das folgas e higienização geral do conjunto motor. Após essa intervenção, para verificar a qualidade de rastreio empregada pela equipe em seus serviços e expor quais foram as intervenções necessárias observadas pela equipe, foi elaborada a Tabela 2, que segue:

Tabela 2 – Dados extraídos da intervenção de 20/09/2024

Item	Situação antes da intervenção	Situação após a intervenção
Tensão das baterias	22,4 V	24,0 V
Vibração do motor (mm/s)	2,1	1,6
Folga válvula de admissão	0,42 mm	0,30 mm
Folga válvula de escape	0,74 mm	0,60 mm
Torque bicos injetores	Não conforme	32 Nm / 225 Nm
Mangueiras	Leves trincas	Substituídas

Fonte: Autores, (2025)

Na Tabela 2, foi possível verificar quais as intervenções realizadas no gerador, e assim, correlacioná-las com os resultados observados durante o período de migração. No período de migração entre sistemas, que variou de janeiro/2023 à março/2025, foram coletados dados que permitiram avaliar com precisão a efetividade as estratégias de manutenção e os impactos operacionais decorrentes nos dois sistemas. Isso foi feito observando como se comportaram as ordens de serviço. Os resultados percentuais por sistema encontram-se elencados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo das Ordens de Serviço extraídas dos sistemas

Sistema	Período analisado	Total de O.S.	Tipo predominante	% de ordens reabertas
SAP PM	Jan/2023 – Mar/2024	742	Corretiva	12%
STAR IPS	Abr/2024 – Mar/2025	388	Preventiva	11%

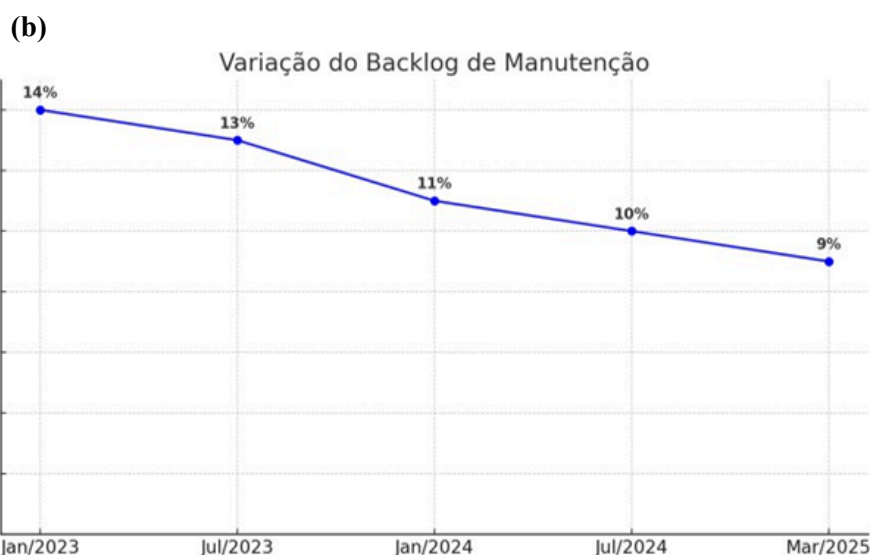
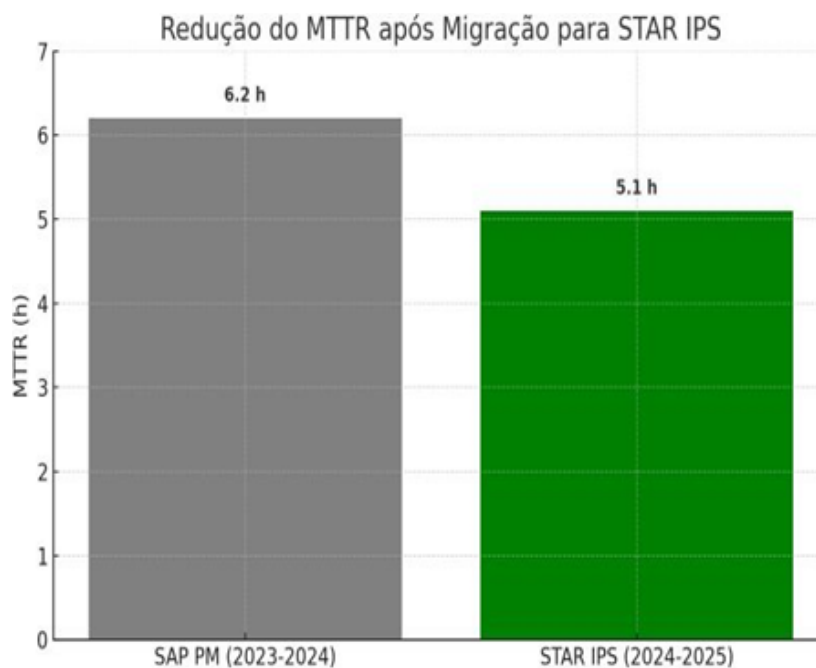
Fonte: Autores, (2025)

Observou-se na Tabela 3, que o SAP PM concentrou maior número de ordens corretivas, enquanto o STAR IPS priorizou ações preventivas, também pode ser verificado que as taxas de retrabalho, descritas pelo percentual de ordens reabertas manteve-se em um valor aproximado de 11 a 12%, isso indica que a equipe de manutenção manteve seu nível de assertividade elevado, valor próximo de 90%, mesmo durante o processo de migração entre sistemas.

Ao observar os dados da Tabela 3, pode-se avaliar a efetividade da manutenção, comparando as condições anteriores e posteriores à intervenção com os valores de referência, esses valores de referência encontram-se no Gráfico 1 que apresenta a redução do MTTR após a migração e a variação de *backlog* de manutenção.

Gráfico 1 – Redução do MTTR após migração para STAR IPS (a) e variação de *backlog* de manutenção (b).

(a)



Fonte: Autores, (2025)

Conforme mostra o Gráfico 1 - (a), houve uma redução de 1,1 hora no MTTR após a migração para o STAR IPS, resultado que está alinhado com os achados de Bittencourt et al. (2021), que também observaram ganhos de eficiência na gestão de ordens de serviço em ambientes industriais. Esse comportamento confirma a tendência apontada por Santos *et al.* (2021), ao destacarem que sistemas capazes de operar em ambientes isolados, com sincronização posterior, favorecem maior agilidade na execução de tarefas de manutenção. Além disso, está em consonância com os princípios da ISO 14224 (2016), que relaciona a redução do tempo de reparo diretamente ao aumento da disponibilidade técnica e à confiabilidade operacional. MTTR após a migração para o novo sistema no período de 5

meses. Quanto a variação do *backlog*, exposta no Gráfico 1 - (b), foi observado tendência decrescente e constante de aproximadamente 10% ao mês no período, o que indica que a avaliação e intervenção de manutenção, foi feita de forma assertiva e eficiente.

A análise estatística foi conduzida por meio do teste *t de Student* com nível de significância de $p < 0,05$, indicando diferença significativa nos indicadores comparados. Para validar os resultados, foi aplicado o método bootstrap com 2000 réplicas, garantindo robustez nas inferências estatísticas.

A equipe técnica visava restabelecer a combustão normal, estabilizar a vibração e eliminar falhas recorrentes. O índice de efetividade foi avaliado com base na ausência de falhas nas 100 horas subsequentes de operação e pelos resultados observados: redução de 20% no MTTR (Gráfico 1-a) e redução do *backlog* para 9% ao mês (Gráfico 1-b).

A triangulação dos KPIs entre STAR IPS e SAP PM, com foco nos indicadores MTBF, MTTR, disponibilidade e conformidade de plano, permitiu validar a efetividade da intervenção e consolidar uma abordagem metodológica para ações futuras de manutenção em ambiente *offshore*.

b. Comparação dos Sistemas SAP PM x STAR IPS

A Tabela 4 resume os principais indicadores de desempenho antes (período SAP PM) e depois (período STAR IPS) da migração, evidenciando os impactos da mudança de sistema, além de trazer uma análise de frequência de reaberturas conforme os dados do período no STAR IPS:

Tabela 4 – Indicadores de manutenção: SAP PM x STAR IPS

Indicador	SAP PM (Antes)	STAR IPS (Depois)	Variação
MTBF (h)	1.420	1.480	4%
MTTR (h)	6,2	5,1	-18 %
Disponibilidade Técnica (%)	97,1	98,5	1,40%
Backlog de Manutenção (%)	14	9	-35,7 %
Ordens Reabertas (%)	5	11	120%
Análise de reaberturas no STAR IPS			
Causa Identificada	Frequência (%)		
Peça não cadastrada no inventário	42		

Descrição divergente do item	25
Falta de integração com almoxarifado	18
Erro de sincronização entre sistemas	10
Outros (erros operacionais)	5

Fonte: Autores, (2025)

Os dados apresentados na Tabela 4 demonstram que o STAR IPS oferece ganhos operacionais significativos no controle e execução das manutenções embarcadas, sobretudo pela redução do MTTR e do *backlog*. No entanto, a ausência de integração nativa com o módulo SAP PMM prejudica a rastreabilidade de materiais, resultando em reaberturas de ordens e atrasos operacionais. A duplicidade de cadastros e a falta de uniformização de códigos contribuíram para inconsistências nos processos de suprimentos e planejamento, afetando diretamente o tempo total de atendimento às falhas.

A adoção isolada de sistemas, sem integração efetiva, limita a eficiência plena da manutenção *offshore*. Portanto, a principal conclusão é que a sinergia entre o STAR IPS e o SAP PM precisa ser aprimorada, com foco em interoperabilidade, padronização de nomenclaturas e consistência nas bases de dados.

c. Efetividade do STAR IPS

Com a adoção do sistema STAR IPS para gestão da manutenção dos geradores auxiliares na unidade offshore analisada, foram extraídas 388 ordens de serviço no período de abril de 2024 a março de 2025. A migração dos planos preventivos anteriormente gerenciados pelo SAP PM resultou em ganhos operacionais mensuráveis: o MTTR foi reduzido em 18%, passando de 6,2 para 5,1 horas.

Além disso, o *backlog* de manutenção caiu de 14% para 9%, indicando melhor aproveitamento da força de trabalho embarcada e maior aderência ao planejamento preventivo. Entretanto, 11% das ordens precisaram ser reabertas, principalmente por falhas no cadastro de peças no sistema, revelando limitações na integração entre os módulos de manutenção e almoxarifado do STAR IPS.

A análise dessas reaberturas evidenciou a necessidade de padronização nos códigos de materiais e reforço nos mecanismos de sincronização entre os sistemas.

d. Efetividade do SAP PM

No período entre janeiro de 2023 e março de 2024, o SAP PM permaneceu como fonte primária para controle de custos e suprimentos. Foram analisadas 742 ordens de serviço, com média de lead time de aquisição de dias, valor 4% acima da média histórica da planta, impactado por inconsistências na integração com o STAR IPS.

Apesar disso, o SAP PM manteve alto nível de precisão nos relatórios de custo por hora de operação, com variação inferior a 2% entre previsão e execução. Isso foi possível devido à integração nativa com os módulos Materiais (MM) (Materiais) e Controlling (CO) do S/4HANA, garantindo controle contábil e logístico mais rigoroso.

5. DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que a migração dos planos preventivos para o STAR IPS promoveu ganhos significativos na eficiência operacional, confirmados pela redução do MTTR e pela queda no backlog. Esse comportamento é consistente com os achados de Bittencourt *et al.* (2021), que identificaram ganhos de agilidade na gestão de ordens de serviço em sistemas embarcados. Da mesma forma, Santos *et al.* (2021) ressaltam que a operação offline com sincronização posterior, característica do STAR IPS, favorece intervenções em ambientes isolados, reforçando os resultados aqui observados.

Por outro lado, a análise também revelou limitações relevantes. A taxa de reabertura de ordens no STAR IPS foi superior à observada no SAP PM, atribuída principalmente à ausência de integração nativa entre os sistemas. Essa lacuna impactou a rastreabilidade de peças e a uniformização de cadastros, corroborando as observações de Silva *et al.* (2022), que destacam a gestão inadequada de inventário como uma das principais causas de falhas em plataformas offshore.

A triangulação dos indicadores com base na ISO 14224 demonstrou que a redução do MTTR e o aumento do MTBF estão diretamente associados ao incremento da disponibilidade técnica. Contudo, a ausência de interoperabilidade plena entre STAR IPS e SAP PM resultou em retrabalhos operacionais e inconsistências logísticas, limitando o aproveitamento máximo dos ganhos obtidos. Por fim, os resultados indicam que a adoção combinada dos dois sistemas pode ser vantajosa, desde que acompanhada por melhorias na integração de dados, padronização de nomenclaturas e fortalecimento da capacitação das equipes de bordo e de apoio em terra.

6. CONCLUSÃO

O presente artigo avaliou a efetividade dos sistemas de gestão da manutenção STAR IPS e SAP PM aplicados a um gerador diesel em ambiente *offshore*. Os resultados evidenciaram que a migração dos planos preventivos para o STAR IPS resultou em ganhos operacionais relevantes, com destaque para a redução de 18% no MTTR, o aumento de 4% no MTBF e a elevação de 1,4% na disponibilidade técnica. Esses indicadores confirmam a contribuição positiva do sistema embarcado para a melhoria da confiabilidade e da eficiência das atividades de manutenção.

Apesar dos avanços, foram identificados gargalos significativos relacionados à falta de integração entre STAR IPS e SAP PM, que impactaram a rastreabilidade de materiais e ocasionaram retrabalho, especialmente pela reabertura de ordens. Tal constatação reforça a necessidade de aprimorar a interoperabilidade entre sistemas de manutenção e módulos logísticos, a fim de garantir consistência nos processos e reduzir perdas operacionais.

Do ponto de vista acadêmico, este trabalho contribui ao oferecer evidências empíricas sobre o desempenho comparativo entre dois sistemas CMMS em um contexto de alta criticidade operacional, tema ainda pouco explorado na literatura nacional. Do ponto de vista prático, fornece subsídios técnicos para empresas que buscam otimizar sua gestão de ativos *offshore*, apoiando a tomada de decisão em projetos de digitalização e manutenção integrada.

Como limitação, destaca-se que o estudo analisou apenas um ativo específico, em uma única unidade *offshore*, o que restringe a generalização dos resultados. Além disso, a avaliação focou exclusivamente em indicadores quantitativos de desempenho, não contemplando a percepção dos usuários sobre a usabilidade dos sistemas.

Para pesquisas futuras, recomenda-se, realizar estudos comparativos em múltiplas unidades e com diferentes ativos críticos, investigar soluções de interoperabilidade via API e integração com tecnologias digitais emergentes, como IoT e *blockchain*, para ampliar a rastreabilidade e também, incorporar análises qualitativas, considerando a experiência das equipes de manutenção e sua interação com os sistemas. Conclui-se que a adoção combinada do STAR IPS e do SAP PM é benéfica para o ambiente *offshore*, desde que acompanhada por ações de integração tecnológica, padronização de cadastros e capacitação contínua das equipes, consolidando um modelo de manutenção mais confiável, eficiente e alinhado às demandas da transformação digital.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, J. P.; OLIVEIRA, M. R.; SANTOS, A. F. Impacto da 4, p. 115–127, 2021.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14224: Coleta e intercâmbio de dados de confiabilidade e manutenção para equipamentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 20816-8: Monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas — Medição e avaliação de vibrações de máquinas — Parte 8: Motores de combustão interna. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

CATERPILLAR INC. Manual técnico do motor QSK23-G3. Peoria, IL: Caterpillar, 2023.

FIMREITE, S. B., YU, Z., AMDAHL, J., & GRECO, M. Numerical analysis of extreme water slamming damage and residual strength of ring-stiffened columns of a semi-submersible floating offshore wind turbine. **Marine Structures**, v. 105, p. 103900, 2026.

RODRIGUES, T. C.; PEREIRA, N. N.; DA CUNHA JÁCOME VIDAL, P. Feasibility analysis of recycling an offshore oil and gas platform in Brazil. **Marine Systems & Ocean Technology**, v. 20, n. 3, p. 32, 2025.

SANTOS, R. T.; LIMA, F. C.; BARBOSA, P. R. STAR Integrated Planning SAP News Center, 2023. Disponível em: <https://news.sap.com/2023/11/petrobras-boosts-operational-efficiency-with-sap/>. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVA, V. L.; ALMEIDA, D. F.; PEREIRA, L. G. Análise de falhas em geradores de plataformas offshore: estudo de caso na Bacia de Campos. *Revista Produção Offshore*, v. 9, n. 2, p. 85–99, 2022.

System: operação e gestão da manutenção em ambientes isolados. *Anais do Congresso Nacional de Engenharia de Produção*, p. 4556–4568, 2021.

TRIPATHI, A.; HARI PRASAD, M. RCM based optimization of maintenance strategies for marine diesel engine using genetic algorithms. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, v. 15, n. 3, p. 1214–1231, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13198-024-02374-z>

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

MIGUEL, P. A. C.. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, p. 216-229, 2007.