



Gestão & Gerenciamento

GESTÃO DE PROJETOS APLICADA À ANÁLISE DE FALHAS OPERACIONAIS EM VÁLVULAS OFFSHORE: USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UM ESTUDO DE CASO

*APPLICATION OF PROJECT MANAGEMENT TO THE ANALYSIS OF
OPERATIONAL FAILURES IN OFFSHORE VALVES: A CASE STUDY USING
QUALITY TOOLS*

Érica Amaro de Souza

Pós-graduanda em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/ Escola Politécnica da
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

ericaamro@gmail.com

Márcio Hervé

Mestre em Gestão Ambiental, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, Brasil.

marcio_herve@yahoo.com.br

Resumo

No setor de óleo e gás, onde a segurança operacional e a confiabilidade dos sistemas são fatores críticos, a identificação estruturada das causas de falhas é fundamental para apoiar a melhoria dos processos e a tomada de decisão. Este estudo apresenta um caso aplicado em uma empresa sediada em Macaé-RJ, envolvendo a análise de um vazamento de óleo em uma válvula hidráulica ocorrido durante uma operação *offshore*. A pesquisa foi desenvolvida a partir da análise de documentos internos e informações técnicas disponíveis, integrando princípios de gestão de projetos ao uso de ferramentas da qualidade voltadas à análise de problemas complexos. Foram aplicadas as metodologias 8D, Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês, com o objetivo de estruturar o processo investigativo, identificar possíveis causas do evento e propor oportunidades de melhoria nos procedimentos existentes. A aplicação dessas ferramentas permitiu organizar as informações disponíveis, apoiar a análise das causas potenciais do vazamento e indicar pontos críticos nos processos de montagem, verificação e controle do circuito hidráulico. A partir dessa análise, foram propostas ações de caráter corretivo e preventivo, direcionadas ao aprimoramento dos procedimentos técnicos e ao fortalecimento das práticas de gestão da qualidade nas operações *offshore*.

Palavras-chave: Análise de causa raiz; Ferramentas da qualidade; Falhas operacionais; Metodologia 8D

Abstract:

In the oil and gas sector, where operational safety and system reliability are critical factors, the structured identification of failure causes is essential to support process improvement and decision-making. This study presents an applied case conducted at a company based in Macaé, Brazil, involving the analysis of an oil leak in a hydraulic valve that occurred during an offshore operation. The research was developed through the analysis of internal documents and available technical information, integrating project management principles with the use of quality tools aimed at the analysis of complex problems. The 8D methodology, the Ishikawa Diagram, and the 5 Whys technique were applied to structure the investigative process, identify potential causes of the event, and propose opportunities for improvement in existing procedures. The application of these tools enabled the organization of available information, supported the analysis of potential causes of the leak, and highlighted critical points in the assembly, verification, and control processes of the hydraulic circuit. Based on this analysis, corrective and preventive actions were proposed, aimed at improving technical procedures and strengthening quality management practices in offshore operations.

Keywords: Root cause analysis; Quality tools; Operational failures; 8D methodology

1. Introdução

Em ambientes industriais caracterizados por elevada complexidade operacional, competitividade crescente e rigorosas exigências regulatórias, a eficiência e a confiabilidade dos processos assumem papel estratégico para a sustentabilidade das organizações, especialmente em setores críticos como o *offshore*. Conforme destacado por Carpinetti e Gerolamo [1], a gestão da qualidade é fundamental para a padronização e a melhoria contínua dos processos, contribuindo diretamente para a segurança, a produtividade e a confiabilidade operacional. Campos [2] complementa que a aplicação de metodologias como o Controle da Qualidade Total (TQC) favorece a construção de uma cultura organizacional orientada à prevenção de falhas, ao aprendizado contínuo e ao aumento da confiabilidade dos serviços.

Nesse contexto, Creswell [3] fomenta que as ferramentas estruturadas de análise, como a metodologia 8D (Oito Disciplinas), o Diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês, destacam-se como importantes instrumentos para a investigação de falhas, a identificação de causas potenciais e a proposição de ações corretivas e preventivas. A utilização sistemática dessas abordagens mostra-se particularmente relevante em operações *offshore*, onde falhas de natureza técnica ou procedimental podem resultar em impactos significativos à segurança das equipes, ao meio ambiente e à continuidade operacional.

O presente artigo tem como objetivo analisar um incidente operacional ocorrido durante operação *offshore*, envolvendo o vazamento de óleo em uma válvula hidráulica de travamento (TCAP) de um sistema submarino, em uma empresa do setor de óleo e gás localizada em Macaé (RJ). Para tanto, adota-se um estudo de caso de caráter descritivo e aplicado, integrando princípios de gestão de projetos à aplicação de ferramentas da qualidade, com foco na estruturação do processo investigativo e na identificação de oportunidades de melhoria nos procedimentos técnicos e operacionais.

A investigação foi conduzida por meio da metodologia 8D, com o suporte das ferramentas Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e sessões de *brainstorming*. Essa abordagem possibilitou organizar as informações disponíveis, estruturar a análise das causas potenciais do evento e apoiar a definição de ações de caráter corretivo e preventivo, voltadas ao aprimoramento dos processos de montagem, inspeção e verificação do circuito hidráulico.

A justificativa para o desenvolvimento deste estudo reside na necessidade de fortalecer os processos operacionais e de manutenção em ambientes *offshore*, promovendo uma cultura de melhoria contínua e aprendizado organizacional. Assim, o trabalho busca contribuir para o aperfeiçoamento sistêmico dos procedimentos técnicos relacionados a válvulas hidráulicas, ampliando a confiabilidade operacional e o suporte à tomada de decisão.

Em síntese, o estudo propõe demonstrar que a aplicação estruturada de ferramentas da qualidade, associada aos princípios da gestão de projetos, constitui uma abordagem consistente para a análise de falhas em sistemas complexos, oferecendo subsídios para a melhoria dos processos e o fortalecimento da governança técnica em operações *offshore*.

2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa e com objetivos exploratórios. Segundo Creswell [4], a pesquisa aplicada busca gerar conhecimentos voltados à solução de problemas reais, fundamentando-se em observações diretas e na análise de variáveis concretas do ambiente estudado. Nesse contexto, o estudo foi desenvolvido a partir de um incidente operacional ocorrido durante uma atividade *offshore*, adotando uma investigação prática e contextualizada. Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é exploratória, conforme Lakatos e Marconi [5], pois visa ampliar a compreensão sobre o problema e oferecer subsídios para a proposição de soluções eficazes. Essa abordagem possibilitou aprofundar a análise das causas e consequências do evento, bem como delinear medidas corretivas e preventivas adequadas ao contexto operacional. A natureza qualitativa do estudo permitiu compreender o fenômeno sob múltiplas perspectivas, técnicas, organizacionais e comportamentais, valorizando aspectos subjetivos

e contextuais que influenciam o desempenho das operações. Assim, priorizou-se a interpretação e a análise crítica em detrimento da quantificação de dados, com foco na compreensão da essência e das inter-relações do problema investigado.

A condução da investigação baseou-se em técnicas de gestão da qualidade aplicadas de forma integrada e sistemática. O principal método utilizado foi o 8D (*Eight Disciplines Problem Solving*), reconhecido por sua estrutura organizada para identificação, análise e eliminação de falhas complexas. As oito etapas do 8D — desde a formação da equipe até o encerramento do processo — orientaram o estudo, permitindo priorizar ações e validar sua eficácia. Como suporte à análise de causas, foram empregadas as ferramentas 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa e *brainstorming*. O método dos 5 Porquês foi utilizado para aprofundar a investigação das causas fundamentais, evitando conclusões superficiais. O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, auxiliou na identificação e categorização das possíveis origens do problema em grupos como métodos, materiais, mão de obra, máquinas, meio ambiente e medições. O *brainstorming*, por sua vez, foi aplicado para estimular a geração colaborativa de ideias e hipóteses entre profissionais de diferentes áreas, favorecendo uma análise multidisciplinar e abrangente.

Complementarmente, foram utilizados *checklists* operacionais para garantir o controle das etapas e o registro sistemático das ações implementadas. A coleta de dados ocorreu in loco, no ambiente *offshore* durante atuação da Empresa X, o que assegurou que a análise refletisse fielmente as condições reais do sistema e suas variáveis operacionais. A integração dessas metodologias resultou em uma abordagem robusta e estruturada, capaz de identificar as causas-raiz do incidente, validar as ações corretivas e propor melhorias sustentáveis. Espera-se, com isso, fortalecer a cultura de melhoria contínua, reduzir falhas recorrentes e aumentar a confiabilidade e a segurança das operações *offshore*.

3. Referencial Teórico

3.1 Ferramentas da Qualidade

De acordo com Werkema [6], o aumento da complexidade nos processos organizacionais tem tornado mais difícil a resolução de problemas, exigindo uma abordagem sistêmica e multidisciplinar. Nesse contexto, as ferramentas da qualidade se destacam por fornecer métodos estruturados para identificar causas, propor soluções e sustentar melhorias contínuas. Elas podem ser gráficas, favorecendo a visualização das causas e efeitos, ou analíticas, voltadas ao diagnóstico detalhado das falhas.

Segundo Lucinda [7], o uso dessas ferramentas é justificado por quatro razões principais: (1) facilitar a compreensão do problema; (2) oferecer um método eficiente de abordagem; (3) organizar o trabalho de forma sistemática; e (4) melhorar a produtividade. Assim, seu emprego contribui para o fortalecimento da cultura de solução estruturada de problemas e para o aumento da eficiência operacional.

Como ressaltam Silva et al. [8], compreender as causas subjacentes das falhas é essencial para reduzir a variabilidade dos processos e promover a melhoria contínua. Nesse sentido, ferramentas como o *brainstorming*, os 5 Porquês, diagrama de Ishikawa e a metodologia 8D representam abordagens complementares que auxiliam na análise crítica, na identificação de causas-raiz e na definição de ações corretivas eficazes.

3.1.1 Brainstorming

O *brainstorming* é uma técnica criada por Alex Osborn na década de 1940, cujo objetivo principal é estimular a geração criativa de ideias para a resolução de problemas específicos, por meio da imaginação coletiva e da liberdade de pensamento. Conforme Adami [9], seu sucesso depende de um ambiente colaborativo, livre de críticas e com um objetivo claramente definido, permitindo que os participantes contribuam de forma espontânea.

Ainda de acordo com Adami [9], a metodologia estrutura-se em duas etapas principais. Na primeira, os participantes apresentam ideias de maneira livre e sem julgamentos, enquanto um facilitador conduz a sessão e um relator registra todas as contribuições conforme expressas. Em seguida, as ideias são agrupadas, organizadas e analisadas, possibilitando a identificação das mais viáveis para posterior desenvolvimento e aplicação prática.

3.1.2 Cinco Porquês

Os Cinco Porquês, conforme fomentam Sampaio e Saraiva [10], é uma técnica da qualidade proposta por Taichi Ohno, utilizada para identificar a causa raiz de um problema, por meio do questionamento repetido sobre o porquê de sua ocorrência, comparando cada resposta com a anterior até chegar à origem do problema e não apenas ao sintoma imediato. O método, originário do Sistema Toyota de Produção, facilita a análise de causa e efeito, contribuindo para a Análise de Causa Raiz (ACR) ao separar fatores superficiais de causas fundamentais.

A técnica permite identificar a primeira fonte do problema, elucidando como e por que ocorreu, e orientando ações preventivas para evitar recorrências. É comum que, nas primeiras perguntas, surjam apenas sintomas, desculpas ou responsáveis, sendo necessário aprofundar até o quinto “porquê” para localizar a causa raiz verdadeira, de acordo com o que fomenta Fujimoto [11].

Apesar de sua eficácia, Lima Júnior [12] disserta que os Cinco Porquês apresentam limitações: não fornecem uma análise aprofundada do processo e, dependendo da equipe consultada, podem surgir múltiplas causas-raiz para o mesmo problema. Por isso, são mais eficazes quando aplicados em discussões em equipe, especialmente em problemas menos complexos, e devem ser complementados por outras ferramentas de análise para uma resolução mais completa.

3.1.3 Diagrama de Ishikawa

De acordo com Souto [13], o Diagrama de Ishikawa, também chamado de Diagrama de Causa e Efeito, foi criado por Kaoru Ishikawa e é representado como uma espinha de peixe, servindo para organizar e identificar problemas e suas causas principais. Ishikawa acreditava que a qualidade tem o poder de transformar toda a gestão, exigindo mudanças principalmente de líderes e gestores.

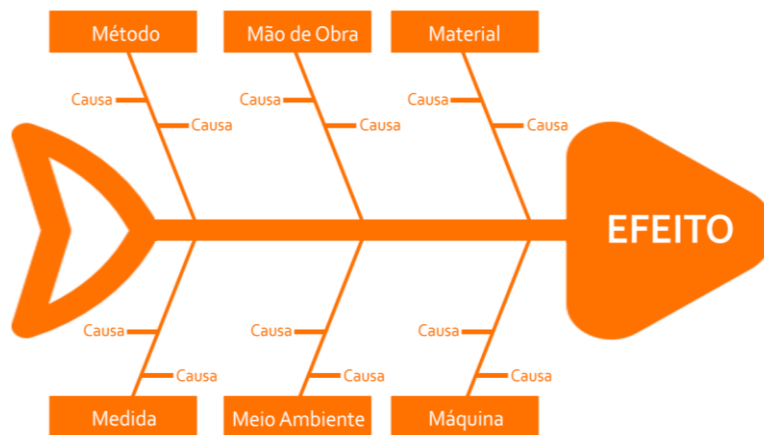
Ainda segundo Souto [13], esse diagrama organiza os problemas de forma individual, possibilitando vinculá-los às suas potenciais causas. Ele simplifica processos complexos, tornando-os mais gerenciáveis. Esta ferramenta se mostra altamente eficaz na identificação da causa raiz dos problemas.

Quando ocorre uma falha, o maior desafio é compreender o motivo por trás dela. Muitas vezes, encontram-se soluções para corrigir o erro, mas não para identificar a causa raiz. Nesse contexto, o Diagrama de Ishikawa se apresenta como uma ferramenta eficaz para descobrir a origem do problema de acordo com Tunes e Monteiro [14].

A utilização da ferramenta segue um processo simples: primeiramente, todas as possíveis causas do problema são registradas e inseridas no diagrama de Ishikawa, categorizadas em grupos conhecidos como os 6Ms (máquina, método, meio ambiente, matéria, mão de obra, matéria-prima). A partir daí, o diagrama é analisado, e as causas mais relevantes são avaliadas, buscando-se maneiras de eliminá-las, conforme Souto [13] discorre.

O diagrama identifica, de acordo com Rodrigues [15], as causas relacionadas a uma falha no processo. Cada falha pode estar ligada a diversos tipos de causas, que por sua vez, podem ser originadas por outras causas, conforme ilustrado no exemplo da Figura 1.

Figura 1 – Espinha de peixe



Fonte: Slack et al. [2017]

De acordo com Slack et al. [16], uma vez identificadas as possíveis causas, é necessário buscar uma forma de identificação de meios para solucionar os problemas, como, por exemplo, através da adoção do MASP, tema abordado na próxima seção.

3.1.4 Metodologia 8D

Para Chies e Buneder [17], uma ferramenta amplamente utilizada na indústria para promover a melhoria contínua é o método 8D (Oito Disciplinas). Este método é empregado para identificar e resolver problemas recorrentes, otimizando processos e prevenindo a repetição de erros. Além disso, é eficaz na redução de custos desnecessários no sistema produtivo. Para descobrir e corrigir problemas, é necessário seguir as oito etapas do Método 8D.

Ainda de acordo com Chies e Buneder [17], o método 8D teve sua origem no exército dos Estados Unidos, sendo introduzido em 1974 para tratar de materiais com não conformidades. Seu objetivo principal é identificar a causa raiz dos problemas, eliminar perdas, evitar falhas recorrentes, melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção.

Entre suas principais funções, a metodologia 8D se destaca na solução de problemas, remoção de seus efeitos, identificação da causa raiz, análise dos modos de falha e implementação de ações preventivas conforme apontado por Garcia et al. [18].

Como o nome indica e segundo Malhotra e Gupta [19], essa metodologia é dividida em oito etapas, que podem ser consideradas como segmentos sucessivos para resolver os problemas da empresa. Os passos da metodologia 8D estão representados conforme aponta a Tabela 1.

Tabela 1 – Etapas do método 8D para resolução de problemas

Disciplina (8D)	Descrição Resumida
D1 – Formação da equipe	Definição dos membros responsáveis pelo projeto, com papéis e objetivos claramente estabelecidos até a conclusão
D2 – Descrição do problema	Detalhamento completo do problema, reunindo informações que servirão de base para as próximas etapas
D3 – Ações corretivas imediatas	Implementação de medidas rápidas para conter o problema e evitar sua ampliação, enquanto se planejam soluções permanentes
D4 – Análise da causa raiz	Identificação das causas fundamentais do problema por meio de investigação sistemática e avaliação das formas de eliminá-las
D5 – Ações corretivas	Aplicação das ações planejadas para eliminar as causas-raiz, incluindo ajustes adicionais identificados durante o processo
D6 – Comprovação da eficiência	Verificação da eficácia das ações corretivas por meio da comparação de dados antes e depois da implementação
D7 – Ações preventivas	Revisão dos processos para evitar recorrências, padronizar boas práticas e promover treinamentos
D8 – Análise de encerramento	Formalização do encerramento, reconhecimento dos resultados e valorização da equipe envolvida

Fonte: Adaptado de Malhotra e Gupta [2020]

O método 8D, amplamente utilizado em indústrias de alta complexidade como a de óleo e gás, proporciona uma abordagem estruturada e colaborativa para a resolução de problemas. Ao integrar ações corretivas imediatas, análise de causas-raiz e implementação de medidas preventivas, o processo garante não apenas a eliminação das falhas identificadas, mas também o fortalecimento da cultura organizacional de aprendizado contínuo e melhoria dos sistemas de gestão da qualidade, conforme apontado por Garcia et al. [18].

4. Estudo de caso

4.1 Apresentação da Empresa X

A empresa X é uma parceria estratégica entre líderes globais do setor de energia, voltada ao desenvolvimento e fornecimento de soluções tecnológicas integradas para a indústria submarina de petróleo e gás. A companhia atua no fornecimento de sistemas *subsea* de alta confiabilidade, com foco no aumento da eficiência operacional, na redução de custos e na mitigação de impactos ambientais, mesmo em ambientes *offshore* complexos.

Com sede em Oslo (Noruega) e Houston (Estados Unidos), a empresa possui cerca de 10 mil colaboradores distribuídos globalmente. No Brasil, mantém operações relevantes e contratos com grandes operadoras de petróleo e gás, contribuindo para o

desenvolvimento da indústria nacional. Seus princípios organizacionais são pautados pela segurança, integridade, inovação e sustentabilidade.

A empresa investe continuamente em pesquisa, desenvolvimento e digitalização, oferecendo soluções como sistemas de produção e compressão submarina, além de tecnologias digitais para monitoramento em tempo real das operações. Dessa forma, posiciona-se como referência no mercado global de sistemas submarinos, alinhando excelência tecnológica à transição energética.

4.2 Descrição de falha operacional em equipamento submarino

Em 28 de julho de 2024, durante a execução de uma operação *offshore* de manutenção corretiva, conduzida por uma embarcação especializada e no âmbito das atividades da empresa X, foi identificado um evento inesperado (anomalia), em um equipamento instalado no *layout* submarino. No decorrer da atividade, especificamente aos arredores de um poço petrolífero, constatou-se a presença de um fluxo estimado em 5 mililitros de fluido hidráulico no corpo (“castelo”) da válvula agulha associada à linha de limpeza (*flushing*) do circuito de travamento da TCAP (Trava de Conexão da Árvore de Natal Submarina), conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Vazamento de fluido hidráulico para o meio externo



Fonte: Adaptado da Empresa X [2024]

O vazamento ocorreu na válvula agulha associada ao sistema de travamento do conector hidráulico *subsea* tipo *stab* (2”), responsável por estabelecer a interface entre a Árvore de Natal Molhada (ANM) e módulos auxiliares. A análise inicial identificou como causa imediata a perda de estanqueidade da válvula, ocasionando o escoamento do fluido HW-443. A causa básica foi atribuída a falha no processo de montagem do componente no circuito hidráulico.

O evento motivou a aplicação de ferramentas da qualidade para investigação aprofundada das causas, definição de ações corretivas e prevenção da recorrência da falha, conforme apresentado na seção seguinte.

4.3 Análise de causa raiz e ações corretivas: aplicação das ferramentas de qualidade

Diante do cenário descrito, a análise inicial indicou como causa imediata a perda de estanqueidade da válvula agulha no circuito de travamento do *stab* de 2”, comprometendo a confiabilidade do travamento hidráulico e exigindo a suspensão da operação para investigação técnica.

Com o objetivo de identificar a causa raiz e definir ações corretivas eficazes, foram aplicadas ferramentas da qualidade, com ênfase na metodologia 8D e no Diagrama de Ishikawa. A seguir, apresenta-se o desdobramento dessas metodologias conforme as diretrizes do estudo.

A etapa inicial consistiu na coleta de dados preliminares, contemplando informações gerais do evento, como embarcação envolvida, campo de petróleo, poço, lâmina d’água e demais variáveis relevantes. Esses dados são apresentados de forma simplificada na Figura 3, através de um cartão, com sua apresentação geral da estrutura.

Figura 3 – Dados preliminares do evento

INFORMAÇÕES GERAIS	
Lâmina D’água	2185 metros
Bacia Sedimentar	Santos
Bloco	Sul de Tupi
Campo	Sul de Tupi
Poço (Código Contratada)	X
Poço (Código ANP)	X
Volume estimado de fluido	0,000005m ³ (0,005l)
Método de cálculo	Volume vazado foi estimado conforme cálculo do volume da linha x o tempo de escape.
Empresa Responsável	Empresa X
COORDENADAS	
Latitude: 25° 40' 41,683" S 042° / Longitude: 51° 53,903" W	

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Os dados preliminares apresentados caracterizam a etapa 0D da metodologia 8D, correspondendo à fase de contextualização inicial do problema. No presente trabalho, a metodologia 8D (*Eight Disciplines of Problem Solving*) foi aplicada de forma sistemática e objetiva para investigar e tratar a falha operacional identificada no sistema hidráulico da válvula agulha, conforme descrito na seção anterior.

A primeira disciplina (1D) consistiu na formação de uma equipe multidisciplinar, composta por profissionais com conhecimento técnico, experiência prática e responsabilidade direta nos processos envolvidos. O objetivo dessa etapa foi assegurar uma análise abrangente da falha, desde sua identificação até a definição, implementação e validação das ações corretivas. O Quadro 1 apresenta a composição da equipe responsável pela condução da análise 8D.

Quadro 1 – Equipe responsável pela análise

Nome	Cargo	Função
Colaborador 1	Coordenador de Operações	8D Demandante
Colaborador 2	Engenheiro de Qualidade	8D QA/QC
Colaborador 3	Consultor Técnico	8D Membro do Time
Colaborador 4	Técnico Offshore Sr.	8D Membro do Time
Colaborador 5	Suporte Técnico	8D Membro do Time
Colaborador 6	Engenheiro de Produto	8D Membro do Time
Colaborador 7	Gerente Assistência Técnica	8D Membro do Time

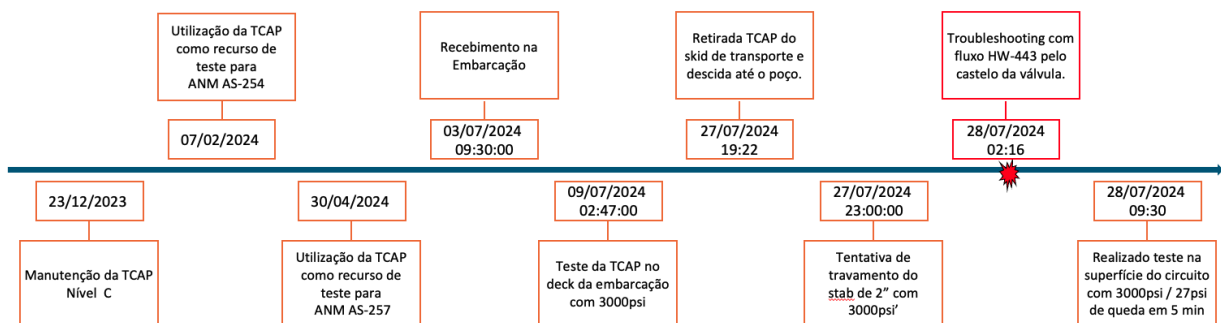
Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A composição da equipe, envolvendo diferentes funções e níveis hierárquicos, possibilitou uma análise abrangente do problema, contemplando aspectos operacionais, técnicos, de qualidade e suporte. A participação ativa dos membros favoreceu o alinhamento entre os setores e o engajamento na definição e no desdobramento das ações propostas.

A segunda disciplina da metodologia 8D (2D – Descrição do Problema) tem como objetivo caracterizar o problema de forma clara, objetiva e técnica, considerando o contexto operacional e seus impactos. Essa etapa é fundamental para assegurar o correto entendimento da falha e subsidiar as análises subsequentes.

A operação analisada visava à instalação da TCAP em uma Árvore de Natal Molhada (ANM), realizada a bordo de uma embarcação X em ambiente *offshore*. O equipamento foi recebido em 03/07/2024 e submetido a testes funcionais em 09/07/2024, conforme procedimentos aplicáveis. Os ensaios incluíram pressurizações e verificações de estanqueidade das funções de trava e destrava dos *stabs* de 5” e 2”, com pressões de 3000 psi e 2000 psi, respectivamente, associadas aos receptáculos CON-5 e CON-2. A Figura 4 apresenta a linha do tempo das atividades pré e pós-operacionais.

Figura 4 - Linha do tempo da operação



Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Durante os testes operacionais, a instalação prosseguiu até a descida e o assentamento da TCAP no TFM (*Tubing Head Flow Module* – módulo de interface hidráulica instalado no cabeçote de produção do poço) da Árvore de Natal Molhada (ANM). Essa etapa resultou no travamento bem-sucedido do *stab* de 5”. Entretanto, o travamento do *stab* de 2” não foi concluído, mesmo após sucessivas tentativas e procedimentos de *troubleshooting*.

Na última tentativa, sob pressão de 3000 psi, foi observado um vazamento do fluido HW-443 pelo castelo da válvula agulha da linha de *flushing* do circuito de travamento do *stab* de 2”, com volume estimado em aproximadamente 5 mililitros.

Diante da falha, a operação foi interrompida em comum acordo com a empresa contratante, e a TCAP foi recuperada à superfície para inspeção. Embora não tenham sido identificados danos aparentes na válvula agulha, ensaios em bancada evidenciaram uma queda de pressão de 27 psi em 5 minutos, sob 3000 psi, indicando deficiência de estanqueidade interna, mesmo na ausência de vazamento externo visível.

O evento foi formalmente registrado por meio de documentos internos de não conformidade e relatório de vazamento emitido pela fiscalização da embarcação, caracterizando a falha como relevante e justificando a aplicação de uma análise estruturada de causa raiz com base nas ferramentas da qualidade.

A terceira disciplina da metodologia 8D (3D – Ações de Contenção) tem como objetivo registrar as medidas imediatas adotadas para isolar o problema e mitigar impactos operacionais enquanto a análise completa é conduzida. O Quadro 2 apresenta o resumo do cenário analisado.

Quadro 2 – Ações imediatas & contenção

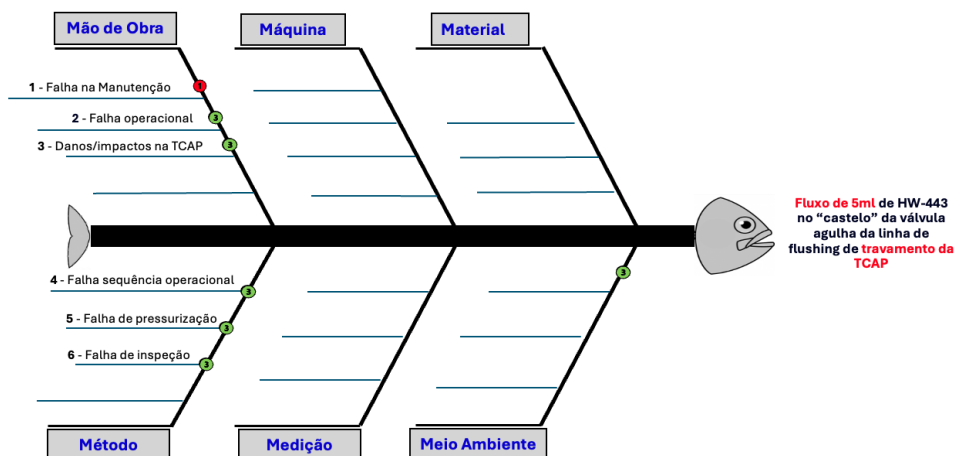
#	Ações	Responsável	Prazo	Status
1	Interrompida a pressurização e acordado com a fiscalização a recuperação da TCAP até a superfície.	Equipe à bordo.	28/07/24	Concluído
2	Recuperada a TCAP até a superfície, acondicionada no pallet de teste, pressurizado o circuito com 3000psi, após estabilização da pressão monitorada estanqueidade por 5 min, obtendo queda de 27psi. Não foi observado fluxo de HW-443 no castelo da válvula.	Equipe à bordo.	28/07/24	Concluído

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A quarta disciplina da metodologia 8D (4D – Análise de Causa Raiz) tem como objetivo identificar, de forma estruturada e sistemática, as causas fundamentais do problema, assegurando que as ações corretivas sejam eficazes e direcionadas à eliminação da falha.

Para essa etapa, foi empregado o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito, que permite a identificação e organização das possíveis causas em diferentes categorias, conforme ilustrado na Figura 5, apoiando uma análise abrangente conduzida pela equipe multidisciplinar.

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa aplicado ao vazamento de óleo



Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Com base na construção do diagrama, foram analisadas seis categorias principais — Mão de Obra, Métodos, Materiais, Máquinas, Medição e Meio Ambiente — nas quais foram identificados e organizados os fatores contribuintes, conforme apresentado na Tabela 2.

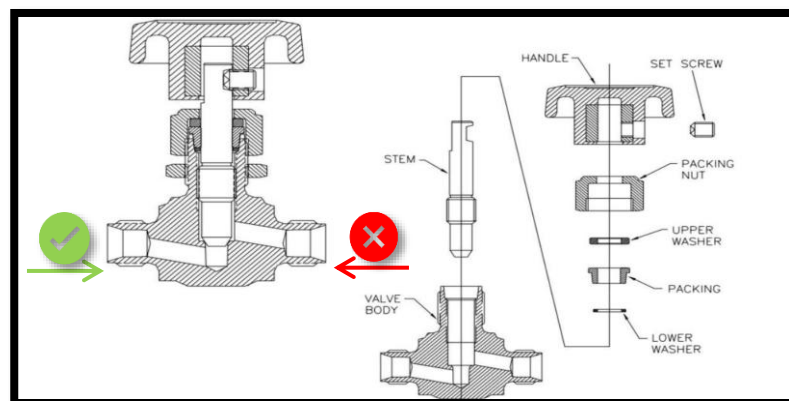
Tabela 2 – Análise de hipóteses

Categoria	Hipótes e nº	Descrição da hipótese	Status
Hipóteses Descartadas	H2	Falha operacional	Descartada
	H3	Danos/impactos na TCAP	Descartada
	H4	Falha na sequência operacional	Descartada
	H5	Falha de sobrepressão	Descartada
Hipóteses Contribuintes	H6	Falha de inspeção	Contribuinte
Hipóteses Aceitas	H1	Falha na manutenção (montagem da válvula agulha)	Aceita como causa básica
Hipótese em investigação	H7	Falha da válvula	Em investigação durante o estudo

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Com base na classificação apresentada na Tabela 3, procede-se à análise das hipóteses levantadas durante a investigação, com o objetivo de justificar sua categorização a partir de critérios técnicos e evidências documentadas.

A Hipótese #1 (aceita) refere-se a uma falha no processo de manutenção. Após a recuperação da TCAP, a inspeção identificou que a válvula agulha do circuito de travamento do *stab* de 2” havia sido montada incorretamente em fábrica, com o sentido de fluxo invertido, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Esquemático do circuito

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Foi constatado que o mecânico não atentou para a indicação de fluxo das válvulas existente no diagrama hidráulico do desenho de Montagem da TCAP e orientações da instrução de instrumentação.

A Hipótese #2 (aceita) considera a possibilidade de falha operacional. No entanto, não foi identificada qualquer inconsistência relacionada ao vazamento na função trava stab de 2”, conforme aponta o BDOS (Boletim Diário de Operações Submarinas), ilustrado na Figura 7. Os testes de superfície foram conduzidos conforme os procedimentos estabelecidos, sem desvios observados.

Figura 7 - BDOS

BDOS-OPAUP _ 28/02/2023 - Rev. 0			
Nome do Poço / TAG do Equipamento		Boletim Diário de Operações Submarinas (dos barcos PLSVs, RSVs e USVs)	
Horário (de 00h às 00h)		Data	Nome da Embarcação
Início (Dia e Hora)		09/07/24	
Final (Dia e Hora)			
Descrição das Operações			
ATIVIDADES PARALELAS			
STUP-8	09/07/2024 02:47	09/07/2024 03:30	Testes da TCAP AS-194: Movimentação TCAP para o polet. Pressurizado a função destrava STAB de 6" TCAP via hot stab pelo pórtico 2 do receptáculo CON 5 com 3000 psi, bloqueada a pressão e monitorada estanqueidade por 5 minutos. Com a função destrava TCAP STAB de 6" ainda bloqueada, pressurizada função trava STAB de 5" TCAP via hot stab pelo pórtico 1 do receptáculo CON 6 com 2000 psi, bloqueada a pressão e monitorada estanqueidade por 5 minutos. Drenada primeiro a função TRAVA e por último a Função destrava afim de não ocorrer a energização do selo. Pressurizada a função destrava STAB de 2" TCAP via hot stab pelo pórtico 2 do receptáculo CON 2 com 3000 psi, bloqueada a pressão e monitorada estanqueidade por 5 minutos. Com a função destrava TCAP stab de 2" ainda bloqueada, pressurizada função Trava stab de 2" TCAP via hot stab pelo pórtico 1 do receptáculo CON 2 com 2000 psi, bloqueada a pressão e monitorada estanqueidade por 5 minutos. Drenado primeiro a função TRAVA e por último a Função destrava, afim de não ocorrer a energização do selo. Flushing da Tree Cap: Certificado que os stabs estavam destravados. Retirado tampão jo de todos os pórticos dos stabs. Abertas todas as válvulas dos pórticos. Fluido pórtico 1 (T) do receptáculo CON-2, foi observado saída de fluido no pórtico. Parado fluxo. Fluido pórtico 2 (D) do receptáculo CON-2, observado saída de fluido no pórtico. Parado fluxo. Fluido pórtico 1 (T) do receptáculo CON-5, até observar saída de fluido no pórtico. Parado fluxo. Fluido pórtico 2 (D) do receptáculo CON-5, até observar saída de fluido no pórtico. Parado fluxo. Fechadas todas as válvulas dos pórticos e tamponados todos os pórticos.

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A Hipótese #3 (descartada) levanta a possibilidade de danos ou impactos na TCAP. No entanto, não houve qualquer registro de ocorrência desse tipo por parte da equipe a bordo, seja em checklists ou em formulários de anomalia. Diante da ausência de evidências documentadas, essa hipótese foi descartada.

A Hipótese #4 (descartada) considera uma possível falha na sequência operacional. Contudo, não foram identificados desvios nesse aspecto, uma vez que as etapas estão devidamente descritas e foram seguidas corretamente tanto nas atividades de superfície quanto na operação de fundo. A Figura 8 ilustra alguns trechos dos testes e que evidenciam o embasamento.

Figura 8 – Sequência operacional dos testes

TESTE DE ESTANQUEIDADE DO CIRCUITO TRAVA E DESTRAVA.(PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE)		
9	Pressurizar função destrava STAB de 5" TCAP via hot stab pelo pórtico 2 do receptáculo CON 5 com 3000 psi, bloquear pressão e monitorar estanqueidade por 5 minutos.	ok
10	Com a função destrava TCAP STAB de 5" ainda bloqueada, pressurizar função trava STAB de 5" TCAP via hot stab pelo pórtico 1 do receptáculo CON 5 com 2000 psi, bloquear pressão e monitorar estanqueidade por 5 minutos.	ok
11	Drenar primeiro a função TRAVA e por último a Função destrava afim de não ocorrer a energização do selo.	ok
12	Pressurizar função trava STAB de 2" TCAP via hot stab pelo pórtico 1 do receptáculo CON 2 com 3000 psi, bloquear pressão e monitorar estanqueidade por 5 minutos.Drenar pressão.	ok
13	Pressurizar função destrava STAB de 2" TCAP via hot stab pelo pórtico 2 do receptáculo CON 2 com 3000 psi, bloquear pressão e monitorar estanqueidade por 5 minutos.Drenar pressão.	ok
14	NOTA: Durante os testes não efetuar a energização do selo do stab de 5".	ok
TRAVAMENTO E TESTE DA TCAP NA ANM.		
32	Com o ROV realizar o travamento da TCAP OBS: Somente realizar o travamento caso seja visualizado o total assentamento. 1- Travar o stab de 5" com 3000 psi, confirmar o travamento através do indicador e monitorar a pressão por 3min. 2- Travar o stab de 2" com 3000 psi, confirmar o travamento através do indicador e monitorar a pressão por 3min.	

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A Hipótese #5 (descartada) trata de uma possível falha por sobrepressão. Entretanto, durante a pressurização do travamento do *stab* de 2", momento em que ocorreu o vazamento, não foi registrado nenhum evento de sobrepressão, conforme os dados disponíveis no BDOS, ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – BDOS (2)

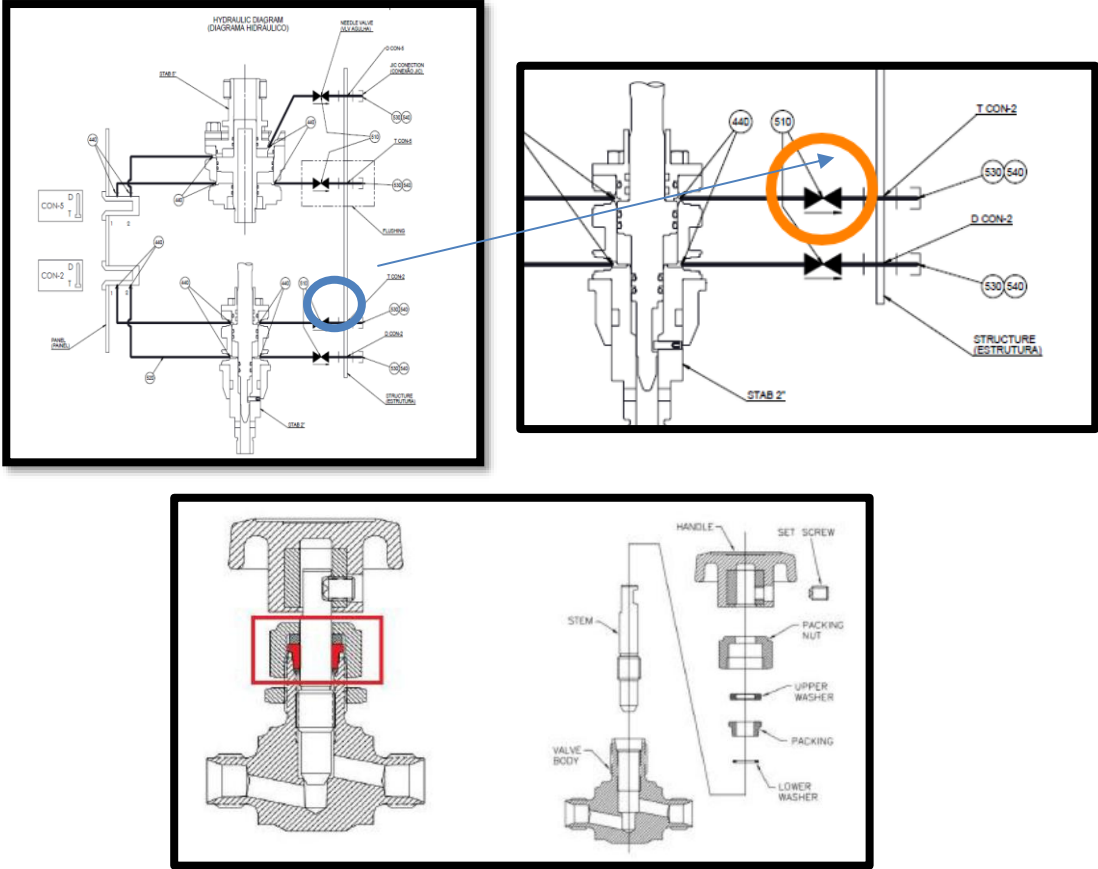
Boletim Diário de Operações Submarinas (dos barcos PLSVs, RSVs e DSVs)			Data	Nome da Embarcação
			28/07/2024	
Nome do Poço / TAG do Equipamento	Horário (de 00h às 00h)		Descrição das Operações	
	Início (Dia e Hora)	Final (Dia e Hora)		
01	28/07/2024 01:49	28/07/2024 02:00	Continuamente essencial:	
01	28/07/2024 02:00	28/07/2024 02:09	Inserido o Hot Stab no receptáculo CON do stab de 5". Pressurizada porta A Trava Stab de 5" com 3000 psi. Confirmado travamento através do indicador de travamento.	
01	28/07/2024 02:09	28/07/2024 02:11	Efetuada inspeção de travamento do stab de 5" através do indicador de travamento e pelos rasgos em "Y" do funil da ANM.	
01	28/07/2024 02:11	28/07/2024 02:19	Drenada porta A do receptáculo CON do Stab de 5". Removido Hot Stab do receptáculo CON stab de 5". Inserido o Hot Stab no conector do stab de 2".	
01	28/07/2024 02:11	28/07/2024 02:19	Pressurizada Porta A Trava Stab de 2" com 3000 psi. Observado vazamento de HW no castelo da válvula agulha do stab de 2". Relatado à fiscalização, SAT e Coordenação Oss (Aker).	

Fonte: Adaptado da Empresa X [2024]

A Hipótese #6 (aceita para investigação) considera uma possível falha no funcionamento da válvula. A pressão do ambiente submarino pode comprimir o elemento de vedação, reduzindo sua capacidade de impedir o vazamento do fluido. O ajuste do sistema de vedação aumenta o contato entre as partes internas da válvula, o que pode comprometer sua estanqueidade.

Essa hipótese foi classificada como contribuinte, pois, se a válvula tivesse sido montada no sentido correto indicado pelo fabricante, a falha provavelmente não teria ocorrido. A Figura 10 ilustra onde fica o elemento descrito (externo/interno).

Figura 10 - Verificação dos componentes da válvula

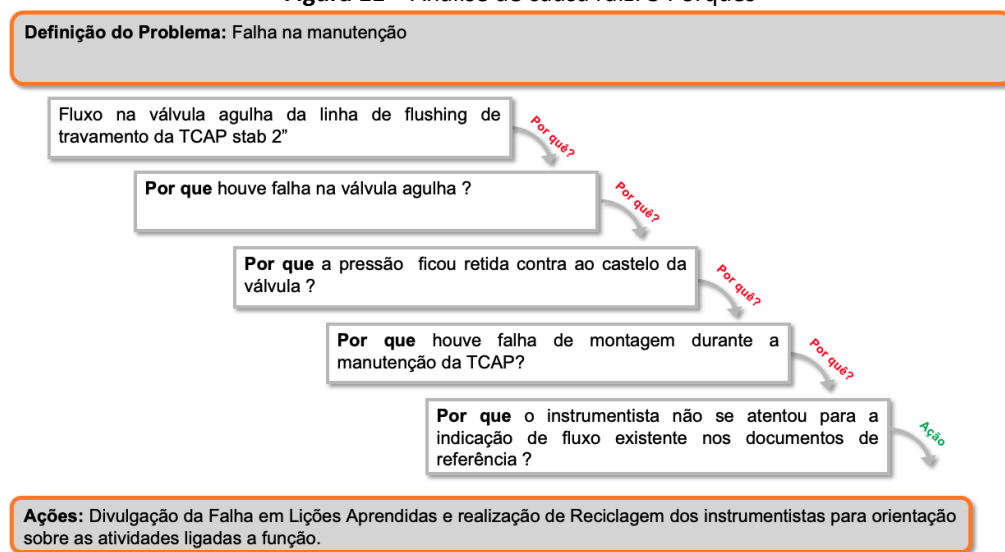


Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A Hipótese #7 (contribuinte), diz respeito a uma possível falha de inspeção. Foi observado que, após a manutenção, a Inspeção de Montagem não identificou a falha na montagem da válvula no circuito hidráulico, e a TCAP seguiu para operação. O item 19 do checklist de Inspeção de Montagem prevê a verificação da montagem correta das válvulas. Além disso, após o recebimento da TCAP a bordo, a inspeção também não detectou o problema, uma vez que o checklist de recebimento não contempla esse tipo de avaliação.

Com base na hipótese aceita como causa raiz, foi aplicada a metodologia dos 5 Porquês para aprofundar a compreensão do evento e identificar a origem fundamental da falha. A seguir, apresenta-se o fluxo lógico da análise, demonstrando a sequência de perguntas e respostas que levaram à causa primária do problema, ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Análise de causa raiz: 5 Porquês



Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A quarta disciplina da metodologia **8D: 5D – Análise de Causa Raiz**, tem como foco identificar, de forma estruturada e sistemática, as causas fundamentais que originaram o problema. Esta etapa é crucial para garantir que as ações corretivas a serem definidas sejam eficazes e direcionadas à eliminação definitiva das fontes da falha.

A quinta disciplina da metodologia **8D: 5D – Plano de Ação e Evidência**, tem como objetivo definir, implementar e validar as medidas corretivas que eliminem as causas-raiz identificadas na análise anterior. Nessa etapa, além de estruturar ações claras, eficazes e com prazos definidos, busca-se também coletar e analisar os dados (evidências), que comprovem a efetividade dessas ações, garantindo que o problema foi solucionado de forma definitiva (objetivo) e prevenindo sua recorrência.

A Tabela 3 apresenta os principais pontos a serem considerados a partir do Plano de ação, e a evidência, é dada através da comprovação de cada atividade, o que de fato ocorreu no cenário estudado. De forma análoga, a Tabela 4 apresenta as ações tomadas para o caso estudado, e o status.

Tabela 3 - Plano de ação

#	Ação	Responsável	Prazo	Status
1	Envio do alerta da falha de montagem para toda equipe offshore	Equipe	13/08/2024	Finalizado
2	Avaliação do motivo da montagem incorreta da válvula pela fábrica	Manufatura	16/08/2024	Finalizado
3	Apresentar alerta da falha de montagem da válvula para a equipe de Montagem e Teste	Manufatura	20/08/2024	Finalizado
4	Revisar checklist de recebimento offshore e incluir a verificação da posição de montagem das válvulas agulha	Equipe	30/08/2024	Finalizado
5	Análise das operações de TCAP planejadas e realização de inspeção para identificação de possíveis desvios	Equipe	30/08/2024	Finalizado
6	Apresentar a falha de montagem da válvula em Fórum de Lições Aprendidas	Manufatura	13/09/2024	Finalizado

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Tabela 4 – Ações tomadas para o caso analisado

#	Ação	Detalhes	Prazo	Status
1	Envio de alerta sobre a falha para a equipe de HD da assistência técnica	Comunicação realizada para toda a equipe técnica para conscientização da falha.	—	Finalizado
2	Entrevista com o instrumentista envolvido	Identificados pontos como: ausência de fadiga e pressão; leitura deficiente da documentação; conhecimento baseado na experiência; comportamento similar entre outros instrumentistas. Identificado desvio comportamental ligado à confiança excessiva e falta de uso da documentação, principalmente do diagrama hidráulico. Prevista reciclagem dos instrumentistas e divulgação em Fórum de Lições Aprendidas.	06/09/2024 (reciclagem) 13/09/2024 (fórum)	Finalizado
3	Divulgação da falha para a equipe de Montagem e Teste	Emissão de cartilhas, informes e alertas para reforçar a comunicação e prevenção da falha.	20/08/2024	Finalizado
4	Revisão do checklist de recebimento offshore	Inclusão de verificação com registro fotográfico das válvulas do circuito de trava e destrava stab de 2" e 5".	30/08/2024	Finalizado
5	Análise das operações planejadas e inspeção para identificar possíveis desvios	Avaliação das operações de TCAP pré-sal; não há previsão de instalação de TCAP com circuito hidráulico nos próximos 6 meses; checklist atualizado para os demais circuitos.	30/08/2024	Finalizado
6	Apresentação da falha e orientações no Fórum de Lições Aprendidas	Evento realizado para compartilhar o aprendizado e reforçar as medidas preventivas.	13/09/2024	Finalizado

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A sexta disciplina da metodologia **8D: 6D – Verificação das Ações Corretivas**, tem como foco confirmar se as ações implementadas foram eficazes na eliminação das causas-raiz identificadas. Nesta etapa, são analisadas as evidências que comprovam os resultados obtidos, garantindo que o problema foi resolvido de forma definitiva e que as medidas adotadas são suficientes para evitar sua recorrência. A Tabela 5 apresenta o quadro geral de verificação das ações corretivas.

Tabela 5 – Verificação das ações corretivas

#	Ação	Responsável	Prazo	Status
1	Confirmar o envio do alerta sobre a falha para toda equipe de HD da assistência técnica	Equipe Técnica	13/08/2024	Finalizado
2	Verificar a realização da reciclagem dos instrumentistas e avaliação da participação	RH / Treinamento	06/09/2024	Finalizado
3	Conferir a divulgação do alerta da falha para equipe de Montagem e Teste	Manufatura	20/08/2024	Finalizado
4	Validar a revisão e inclusão da verificação fotográfica no checklist de recebimento	Equipe <i>Offshore</i>	30/08/2024	Finalizado
5	Analisar resultados das inspeções nas operações ITACP e atualização dos checklists	Equipe Técnica	30/08/2024	Finalizado
6	Confirmar apresentação e discussão da falha no Fórum de Lições Aprendidas	Manufatura	13/09/2024	Finalizado

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A sétima disciplina da metodologia **8D: Ações Preventivas**, tem como finalidade evitar a recorrência do problema e a ocorrência de falhas similares em outros processos ou áreas. Nesta etapa, são definidas ações preventivas, como revisão de procedimentos, capacitação das equipes, atualização de documentos e padronização de práticas, contribuindo para o fortalecimento do sistema de gestão e da melhoria contínua. A Tabela 6 apresenta o conjunto de ações preventivas adotadas.

Tabela 6 – Ações preventivas

#	Ação	Responsável	Prazo	Status
1	Realizar montagem do circuito hidráulico da TCAP conforme procedimento de montagem revisado	Equipe a bordo	14/05/2024	Finalizado
2	Verificar a posição das válvulas de acordo com checklist revisado	Equipe a bordo	14/05/2024	Finalizado
3	Implementar treinamentos de reciclagem para instrumentistas focando documentação técnica	RH / Treinamento	06/09/2024	Finalizado
4	Atualizar e padronizar procedimentos e checklists com inclusão de verificações críticas	Equipe Técnica	30/08/2024	Finalizado
5	Estabelecer auditorias periódicas para checar a conformidade das montagens e inspeções	Equipe Qualidade	30/09/2024	Finalizado
6	Promover fórum de lições aprendidas para disseminação de boas práticas e conscientização	Manufatura	13/09/2024	Finalizado

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

A oitava e última disciplina da metodologia 8D aplicada ao estudo, **8D: Lições Aprendidas**, tem como foco consolidar o conhecimento obtido ao longo da análise e garantir que os aprendizados sejam devidamente registrados, compartilhados e utilizados como referência futura. Esta etapa visa fortalecer a cultura organizacional, disseminando boas práticas e prevenindo a repetição de falhas semelhantes em outras áreas ou projetos. A Tabela 7 apresenta as principais lições aprendidas extraídas deste processo.

Tabela 7 – Lições aprendidas

#	Ação	Responsável	Prazo	Status
1	Reforçar a importância do uso contínuo da documentação técnica durante montagem	Coordenação Técnica	30/08/2024	Finalizado
2	Realizar treinamentos de reciclagem periódicos para instrumentistas	RH / Treinamento	06/09/2024	Finalizado

3	Garantir inclusão de etapas críticas nos checklists, com registro fotográfico	Engenharia / Qualidade	30/08/2024	Finalizado
4	Promover a divulgação de falhas reais em fóruns técnicos internos	Manufatura	13/09/2024	Finalizado
5	Estabelecer monitoramento sistemático da eficácia das ações corretivas e preventivas	Qualidade	Permanente	Em execução
6	Fortalecer a integração entre manutenção, inspeção e operação	Liderança Operacional	30/09/2024	Finalizado

Fonte: Adaptado da Empresa X [2025]

Com a consolidação das lições aprendidas, encerra-se este ciclo de investigação e tratamento do desvio identificado. As ações tomadas não apenas corrigem a falha original, mas também fortalecem os processos e reforçam a cultura de responsabilidade técnica, aprendizado contínuo e prevenção dentro da organização.

A aplicação estruturada da metodologia 8D permitiu uma análise profunda, objetiva e colaborativa do problema, assegurando que suas causas fossem corretamente identificadas, tratadas e prevenidas. Como resultado, a empresa avança com processos mais robustos, maior alinhamento entre as equipes e um compromisso renovado com a excelência operacional e a melhoria contínua.

5 Considerações finais

As operações *offshore* apresentam elevada complexidade técnica e altos requisitos de segurança e confiabilidade, o que torna indispensável a adoção de métodos estruturados para a análise e prevenção de falhas. Este estudo apresentou a aplicação integrada das ferramentas da qualidade — metodologia 8D, Diagrama de Ishikawa e técnica dos 5 Porquês — na análise de um vazamento ocorrido em uma válvula hidráulica durante uma operação *offshore*, evidenciando sua relevância como suporte à gestão da qualidade.

A aplicação dessas ferramentas permitiu estruturar o processo investigativo, organizar as informações disponíveis e identificar possíveis causas técnicas e processuais associadas ao evento analisado. Embora não tenha sido realizada a validação quantitativa dos resultados, a abordagem adotada possibilitou identificar fragilidades nos procedimentos de montagem, verificação e controle do circuito hidráulico, além de indicar oportunidades de melhoria nos processos existentes.

Conclui-se que a utilização sistemática de ferramentas da qualidade, associada a princípios de gestão de projetos, constitui uma abordagem consistente para o tratamento de falhas em sistemas complexos. O estudo contribui para o fortalecimento da cultura de melhoria contínua em operações *offshore* e pode servir como referência para aplicações futuras em contextos semelhantes.

Referências

- [1] CARPINETTI, R. C. L.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da Qualidade**. 1. ed. São Paulo: Altas 2015.
- [2] CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 10ª ed. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2014.

- [3] SILVA, C.; AGOSTINO, I.; SOUSA, S.; COUTO, P.; DAHER, R. **A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios.** Revista ESPACIOS, São Paulo, v. 38, n. 27, p. 9, jan., 2017.
- [4] CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.** 5th ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.
- [5] LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- [6] WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- [7] LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para curso de graduação.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- [8] SILVA, C.; AGOSTINO, I.; SOUSA, S.; COUTO, P.; DAHER, R. **A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios.** Revista ESPACIOS, São Paulo, v. 38, n. 27, p. 9, jan., 2017.
- [9] ADAMI, G. **Indicadores de Eficiência de Produção: uma análise na indústria petroquímica.** 126f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2015.
- [10] SAMPAIO, P.; SARAIVA, P. **Quality management: tools and methodologies.** Quality Engineering, 32(2), 295-310.
- [11] FUJIMOTO, D. Y. **A importância das ferramentas da qualidade nas indústrias.** 51f. Monografia de pós-graduação. Universidade Cândido Mendes. Rio de Janeiro, 2017.
- [12] LIMA JÚNIOR, J. S. **Aplicação da metodologia PDCA em uma indústria do ramo calçadista.** Trabalho de Conclusão de Curso. 65f. Universidade Federal de Campina Grande. Sumé, 2018.
- [13] SOUTO, D. W. S. **Estudo e aplicação das ferramentas de gestão da qualidade no subsetor de corte e vinco: um estudo de caso.** Trabalho de Conclusão de Curso. 40f. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2023.
- [14] TUNES, R.; MONTEIRO, P. R. R. (2017). **Conhecimento em gestão, vantagem competitiva e performance empresarial: proposição e teste de um modelo fundamentado na “Resource Advantage Theory” em MPEs.** Revista Brasileira de Marketing, 16(3), 298-316.
- [15] RODRIGUES, G. L. **Melhorias na manutenção de Sistemas Integrados de Gestão em empresas certificadas do Grupo Votorantim.** Trabalho de Conclusão de Curso. 49f. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.
- [16] SLACK, N.; **The Operations Advantage: A Practical Guide to Making Operations Work.** 1st ed. London: Kogan Page, 2017.
- [17] CHIES, S. O.; BUNEDER, R. **A aplicação da ferramenta 8D para resolução de problemas de qualidade no cliente.** Revista CIPPUS – Unilasalle. ISSN2238-9032. Disponível em: www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/download/6306/pdf/20155

[#:~:text=A%20ferramenta%208D%20%C3%A9%20uma,como%20a%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20das%20melhorias](#). Acesso em: 20 set 2025.

- [18] GARCIA, F.C.M; CARLI, M.S.; RODRIGUES, C.V.; RODRIGUES, A. P.; GONÇALVES, D. D. **Aplicação da metodologia 8D para resolução de problemas: um estudo de caso em um fornecedor da indústria automobilística.** In: XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maceió, AL. ENEGEP, 2018. Disponível em: www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_259_490_35949.pdf. Acesso em: 10 set 2025
- [19] MALHOTRA, P.; GUPTA, A. **8D Problem Solving: A Practical Guide to Problem-Solving in Lean Manufacturing.** International Journal of Productivity and Performance Management, 69(1), 152-168, 2020.