



Gestão & Gerenciamento

USO DA ANÁLISE DE RISCO EM AÇÃO CORRETIVA EM UM FPSO – UM ESTUDO DE CASO

*THE USE OF RISK ASSESSMENT IN CORRECTIVE MAINTENANCE AT AN
FPSO – A CASE STUDY*

Aymê Fernandes de Assis

Pós-graduanda em Gestão e Gerenciamento de Projetos (2024); Engenheira de Materiais (2020) e Engenheira Metalúrgica (2020). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil;

aymeassis@yahoo.com.br

Marcio Herve

M Sc. Gestão ambiental UFRJ (2020), Engenheiro Elétricista UFRGS (1975);

marcio_herve@yahoo.com.br

Resumo

A indústria de Óleo e Gás brasileira se destaca por sua robustez em atender à matriz energética global, com previsão de suprir 4% da demanda mundial até 2030 (ENERGY, 2023). A exploração de petróleo em campos do pré-sal, localizados em grandes profundidades no mar (offshore), é realizada principalmente através de plataformas FPSO (ANP, 2024). Este artigo analisa um caso real de manutenção corretiva em um FPSO, fundamentado na análise de riscos e aplicação de conceitos de gestão de projetos. O principal desafio encontrado foi a restrição tripla: tempo reduzido, necessidade de garantia de qualidade e de escopo, o que acabou resultando em um aumento de custos. A solução encontrada envolveu um cronograma pouco convencional fruto da engenhosidade da equipe técnica, gerenciamento de riscos e flexibilidade orçamentária. O estudo de caso apresenta dois vieses da gestão de riscos ao detalhar a estratégia desde a identificação dos perigos e riscos tecnológicos na condição do equipamento degradado até o gerenciamento de riscos do projeto de manutenção corretiva.

Palavras-chaves: Gerenciamento de Risco; Integridade; Manutenção Corretiva; FPSO;

Abstract

The Brazilian Oil and Gas industry stands out for its robust capacity to meet the global energy matrix, with an expected supply of 4% of the world demand by 2030 (ENERGY, Institute, 2023). The exploration of oil in the pre-salt fields, located in the deep offshore, is mainly accomplished by FPSO platforms (ANP, 2024). This article analyzes a real case of corrective maintenance on an FPSO, based on risk analysis and the application of project management concepts. The main challenge encountered was the triple constraint: reduced time, the need to ensure quality and scope, which resulted in increased costs. The solution involved an unconventional timeline result from the ingenuity of the technical team, a risk management, and budget flexibility. The case study presents two aspects of risk management by detailing the strategy from the identification of hazards and technological risks of the degraded equipment condition to the risk management of the corrective maintenance project.

Key-words: Risk Management; Integrity; Corrective Maintenance; FPSO;

1. Introdução

1.1. Indústria Óleo e Gás

1.1.1. Petróleo Brasileiro

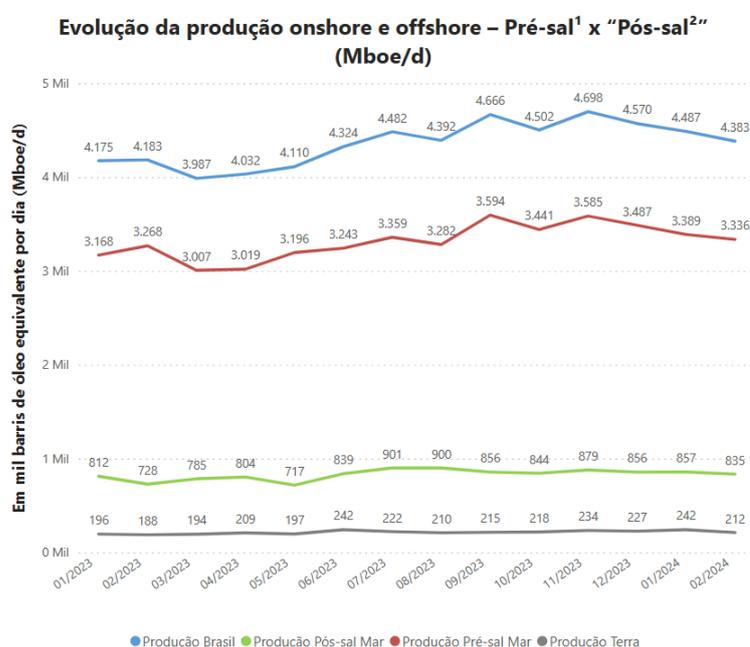
Nos três últimos anos, o Brasil tem mantido a posição de 9º no ranking mundial de países produtores de petróleo. Em 2022, produziu cerca de 3 milhões de barris de petróleo por dia, o que representou 3% da produção mundial (ENERGY, 2023). Segundo a Agência Internacional Energética, a expectativa é de que o país aumente a sua fatia de suprimento para 4% em 2030. A instituição destacou a robustez e a importância da indústria brasileira de óleo e gás para a matriz energética global ao declarar que “O mundo deveria estar grato ao Brasil por ser um fornecedor confiável” (FORBES, 2024).

O petróleo brasileiro é explorado tanto em terra (em inglês, *onshore*) quanto no mar (em inglês, *offshore*). A produção *offshore*, mais especificamente a da região do pré-sal, é a de maior relevância no país, equivalente a cerca de 20x do que se produz em terra, conforme mostra a Figura 1. Em 2023, o país bateu seu recorde alcançando a marca de 4,3 milhões de barris de óleo equivalente por dia (INFOMONEY, 2024). O termo “barril de óleo

equivalente” é uma unidade de medida padrão para produtos de hidrocarboneto, como petróleo e gás natural, de modo a permitir a avaliação e comparação entre eles.

O preço do petróleo flutua governado pela lei de oferta e demanda e é negociado à nível global, assim como outros produtos genericamente chamados “*commodities*”. Nos últimos doze meses, a média de preço do barril de petróleo foi US\$ 82,62, o que atualmente equivale em reais à cerca de R\$454,00 (BR.INVESTING, 2024). De modo a demonstrar a ordem de grandeza associada ao tempo de produção, sugere-se o seguinte exemplo: se uma plataforma produz em média 100 mil barris por dia, em apenas um dia ela terá gerado R\$ 45 milhões em receita. Neste sentido, pode-se afirmar que um dia de parada geral custa caro, principalmente considerando que há custos inerentes da instalação, com ou sem produção.

Figura 1– Relevância do Modelo Offshore na Produção Brasileira de Petróleo.



Fonte: (ANP, 2024)

1.1.2. Navio-plataforma FPSO

Dentre os tipos de unidades marítimas presentes na indústria de Óleo de Gás (O&G), destacam-se as embarcações do tipo *FPSO*, sigla que define seus principais atributos cuja tradução livre seria: de ser capaz de flutuar (*Floating*), de produzir (*Production*), de estocar (*Storage*) e de transferir (*Offloading*) o produto (PETROBRAS, 2024). *FPSO* é um navio-plataforma cuja capacidade de estoque dispensa a necessidade de oleodutos, além de ser útil para águas profundas e ultra profundas, como é o caso das reservas do Pré-sal. Outra vantagem deste tipo de plataforma é a flexibilidade de ser movido para outra localização após abandono do poço. (ALLAHYARZADEH-BIDGOLI, et al., 2018)

Por outro lado, operar e manter um *FPSO* exige driblar uma série de desafios inerentes do regime *offshore*, tais como:

- A raiz dos diversos desafios reside na impossibilidade de atracar em terra para realização de reparos, como é previsto em geral para embarcações transportadoras.

FPSOs são ancorados em um ponto fixo e apenas são desmobilizados para outro campo produtor ou para seu descomissionamento.

- Limitação de quantitativo de força de trabalho *in-loco* (chamado de *POB*, do inglês “*Persons on Board*”), tendo em vista a inviabilidade de traslado diário - como ocorre no regime de trabalho *onshore* - assim como o peso máximo e infraestrutura hoteleira estabelecidos no projeto das plataformas.
- Limitação de espaço, tanto para armazenamento quanto para movimentação, em função do modo otimizado com que a planta é construída e contida dentro do espaço restrito de um navio.
- Logística de suprimento demorada, tanto em função da distância, uma vez que um FPSO pode estar 200 ou 300km afastado da costa, quanto do modelo de transporte, porque grande parte do material é transportado via barco, cujo tempo de travessia é maior comparado ao modelo aéreo. Helicópteros possuem menor capacidade de carga além de não ser permitido transportarem produtos químicos e/ou inflamáveis, por exemplo.

1.2. Trade-off dos cálculos de Engenharia

A engenharia pode ser definida como a área de atuação profissional que soluciona questões de interesse para a sociedade através da aplicação de conhecimento científico, técnico e de viabilidade econômica. Um projeto de engenharia é concebido pautado em equações e leis que regem os fenômenos físicos atuantes.

De maneira geral, a precisão de um cálculo está diretamente relacionada com a complexidade para realizá-lo. Quanto maior a complexidade dos cálculos de engenharia, maior tenderá a ser quantidade de dados de entrada (*inputs* ou *variáveis*), o custo com recursos, como softwares de simulação de engenharia e serviço de especialistas, e tempo despendido, por exemplo para obter os dados, modelar em 3D, programar algoritmos e realizar cálculos iterativos.

As conhecidas “boas práticas” de engenharia são alternativas para driblar a necessidade de cálculos complexos (e suas desvantagens) e ainda assim entregando resultados aceitáveis. Como exemplo, algumas normas da indústria definem fatores de segurança para suas fórmulas de modo a compensar pela incerteza associada a versão simplificada de suas fórmulas.

Portanto, para garantir a eficiência do uso dos recursos e principalmente a exequibilidade e segurança do projeto, é essencial que os ganhos e consequentes renúncias deste *trade-off* sejam devidamente avaliados.

1.3. Gerenciamento de Risco

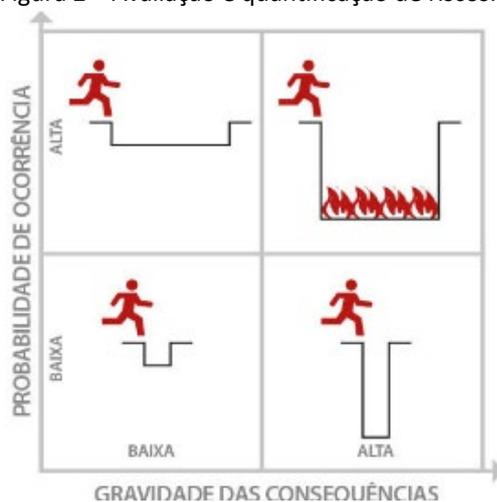
1.3.1. Gerenciamento de Riscos de Projetos

Em gestão de projetos, os riscos são eventos incertos que podem impactar um projeto, podendo possuir efeito positivo ou negativo. A quantificação de riscos se baseia na definição de probabilidade de ocorrência e severidade de impacto no projeto para cada possível evento mapeado, permitindo a realização de avaliação qualitativa ou quantitativa (PMI, 2017).

A Figura 2 exemplifica quatro possíveis cenários de um mesmo evento de risco negativo: a queda de uma pessoa ao pular um buraco. Na referida figura, a severidade da consequência está associada à profundidade do buraco (quanto maior a profundidade, maior a gravidade do ferimento) enquanto a probabilidade de ocorrência está associada ao comprimento do buraco (quanto maior o comprimento, maior a chance de a pessoa cair no buraco). (VARGAS, 2018)

A avaliação de riscos permite a priorização das ações e recursos no plano de resposta ao risco. Importante notar que além dos riscos com efeito negativo, também há os de efeito positivo como por exemplo: encontrar o produto que buscava em promoção. (VARGAS, 2018) Nesse exemplo, em períodos típicos de saldão no comércio, a probabilidade de o produto estar com desconto é maior enquanto em períodos festivos como Natal, a probabilidade é menor. A gravidade do evento está associada ao desconto do produto (quanto maior, maior será o efeito positivo).

Figura 2 – Avaliação e quantificação de riscos.



Fonte: (VARGAS, 2018)

O gerenciamento de riscos possui como objetivo mitigar os impactos negativos e maximizar as oportunidades em projetos, atuando em três etapas: planejamento, execução e monitoramento. São 7 subprocessos pertencentes às três etapas de gerenciamento de riscos: Começando pelo planejamento, inicia-se com o planejamento do gerenciamento dos riscos, seguido da identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, análise quantitativa dos riscos e plano de respostas aos riscos. Após planejamento, executa-se o plano de resposta ao risco, de modo a mitigar os de efeito negativo e explorar os de efeito positivo. O risco é então monitorado até o encerramento do projeto. (VARGAS, 2018)

1.3.2. Diferença entre Perigo e Risco

O emprego de determinadas substâncias ou uso de equipamentos podem ser perigosos e representar risco às pessoas ou ao meio ambiente. O perigo se refere ao potencial de algo em causar dano. Por outro lado, o risco é a combinação do perigo com a probabilidade de que esse dano de fato ocorra. Enquanto o perigo descreve a fonte potencial de dano, o risco avalia a probabilidade de que este dano ocorra e sua severidade.

A Figura 3 ilustra a diferença entre perigo e risco: o primeiro quadro mostra um cenário de praia, onde um banhista fora do mar observa um tubarão nadando. O tubarão representa perigo ao banhista em função do potencial de lesão causada por sua mordida. Há registros de morte de pessoas em decorrência do ataque de tubarões em várias localidades do mundo. No entanto, não há qualquer chance de isto ocorrer enquanto o banhista estiver fora do mar. O segundo quadro exibe o banhista desta vez nadando no mar, o que caracteriza um cenário de risco pois na água há risco de o tubarão atacar. Sendo assim, entende-se que nem todo perigo representará um risco. (COSTA, 2024)

Figura 3 - Ilustração sobre a diferença entre Perigo e Risco.



Fonte: (COSTA, 2024)

Nota-se ainda através da Figura 3, que a decisão individual de entrar no mar trouxe risco ao próprio indivíduo. Contudo, nem sempre o risco se restringe no âmbito do agente decisório. Um outro conceito importante em avaliação de risco é o chamado “risco *off the fence*” (do inglês, “fora da cerca”), que caracteriza os riscos assumidos por uma parte que impactam terceiros fora do perímetro da companhia ou que não sejam agentes de tomada de decisão ao risco. Um exemplo de risco *off the fence* seria um motorista decidir dirigir embriagado, colocando também em risco pedestres e outros automóveis.

1.3.3. Gerenciamento de Riscos Tecnológicos

No contexto mais específico de exploração e produção O&G, a área de segurança de processos se destaca pela importância no gerenciamento dos riscos tecnológicos, reduzindo o risco de grandes eventos e melhorando o desempenho produtivo. (CCPS; AICHE, 2014) Como máxima, o risco em seu efeito negativo está sempre presente nas atividades de engenharia, em maior ou menor grau, a depender do segmento da indústria.

A avaliação de riscos começa pela identificação dos perigos, suas causas e consequências associados à determinada condição. Após a identificação, cada consequência é avaliada em probabilidade de ocorrência e severidade, onde o produto dessas duas é o risco (CCPS; AICHE, 2014). Com o intuito de facilitar a tomada de decisão e priorização de recursos, os riscos geralmente são classificados em níveis de criticidade, cujas referências podem variar conforme o apetite ao risco do indivíduo ou instituição. A matriz de risco é utilizada para visualmente caracterizar um sistema ou instalação em termos de risco, aplicando-se também na gestão de mudança onde é possível identificar o aumento ou redução de risco resultante de uma mudança. A depender das diretrizes da empresa, o nível de risco pode definir os

níveis de aprovação necessários na gestão da organização e o tempo máximo permitido na atual condição, entre outros.

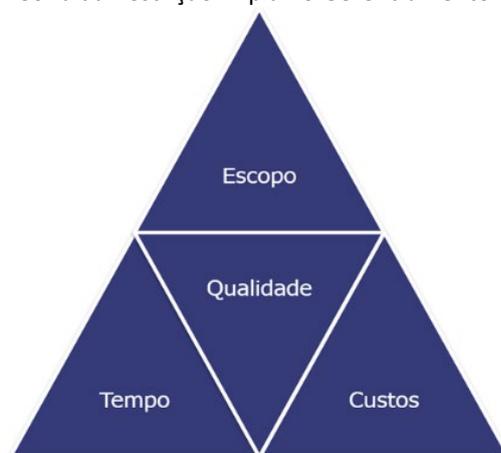
Entendendo que a tomada de decisão que envolva risco é feita de maneira responsável e com exaustiva avaliação, espera-se que os riscos praticados em uma unidade de produção sejam os mínimos possíveis. Com base nessa premissa, é possível que sejam aceitos níveis de risco mais elevados quando demonstrado que já foram esgotados todos os esforços razoáveis em reduzi-lo através de ações mitigatórias e implementação de barreiras de segurança. Chama-se este nível de risco de ALARP (do inglês, as low as reasonably possible), ou seja, quando um maior investimento não trará ganho relevante na redução do risco, mas que é considerado tolerável pela companhia (CCPS; AICHE, 2014). Importante frisar que tanto a identificação quanto a classificação dos riscos dependem da experiência das pessoas envolvidas e em sua individual percepção ao risco. Portanto, quanto mais variado e experiente o grupo for (tanto no âmbito da indústria quanto na planta em questão), mais coberta e precisa a avaliação será.

1.4. Teoria da Restrição Tripla em Gestão de Projetos

De acordo com o guia PMBoK (PMI, 2017), um projeto é definido como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo através da utilização de recursos segundo determinado critério. Pode ser entendido como recurso qualquer item necessário para executar uma atividade em um projeto. Isso pode incluir recursos humanos, recursos físicos, recursos financeiros, recursos intangíveis (como um cálculo, por exemplo) e qualquer outro elemento necessário para realizar uma tarefa específica dentro do projeto.

Um conceito fundamental na gestão de projetos é a “Teoria da Restrição Tripla”, a qual estabelece que Custo, Tempo e Escopo são restrições que possuem forte interação entre si e cujo balanceamento define a qualidade de um projeto. A Figura 4 ilustra esta relação da tríade. Como breve definição, temos: Escopo como sendo um conjunto de características ou itens que definem o que será realizado no projeto; Tempo representa o cronograma do projeto, ou seja, o tempo disponível e prazos para sua conclusão e, por fim, custo como sendo os recursos financeiros necessários para a execução do projeto. (PMO, 2014)

Figura 4 – Teoria da Restrição Tripla no Gerenciamento de Projetos.



Fonte: (PMO, 2014)

2. Metodologia

Este artigo tem como objetivo examinar um caso real utilizando os conceitos e as áreas de conhecimento da Gestão e Gerenciamento de Projetos. O estudo de caso trata de uma atividade de manutenção corretiva, cuja estratégia foi baseada em análise de riscos. Todos os dados, valores e datas mencionados são fictícios e servem apenas para fins deste trabalho.

3. Estudo de Caso

3.1 Caso Prático

Uma unidade FPSO se encontrava em parada de produção programada (em inglês também conhecido como shutdown programado). Durante tal parada, diversas atividades estavam em andamento, dentre elas, a inspeção de um sistema que opera em alta temperatura. Faltando cerca de uma semana para o retorno à operação, o resultado parcial da inspeção acusou que algumas medições de espessura de um determinado equipamento se encontravam fora do valor mínimo padrão – a saber: valor definido com grande conservadorismo para proporcionar agilidade na rotina de inspeção.

Concluiu-se naquele momento que, se retornasse à serviço em tal condição degradada, haveria a chance de o equipamento não suportar os carregamentos impostos (primário, resultante da pressão interna e secundário, oriundo de dilatação térmica), levando a uma falha que representava risco para pessoas e meio ambiente, além da possibilidade de ocasionar danos em outros ativos em decorrência da falha do primeiro. O sistema não oferecia risco durante a parada, pois se encontrava despressurizado e em temperatura ambiente. Em função do seu papel no processo produtivo da planta, era inviável operar sem este sistema. Portanto, a ação corretiva do ativo degradado era condicionante para o retorno de produção da unidade.

A severidade da falha residia na natureza do fluido de ser contaminante para o meio ambiente e tóxico para pessoas além de também ferir em função de temperatura e pressão elevadas, mesmo com uso de equipamento de proteção individual (EPI). Sobre o risco ao meio ambiente, este se enquadra no conceito off the fence, onde assumi-lo implica em consequências externas ao perímetro da companhia e, logo, entendidas como mais graves.

A equipe técnica é então acionada, munida apenas do relatório de medição (ainda incompleto) do sistema e informada sobre a restrição de tempo de sete dias para definição de estratégia, planejamento e execução de ação corretiva. Como agravante, os integrantes da força tarefa se encontravam geograficamente distantes, tanto em regime de trabalho (uns offshore e outros onshore) quanto em fuso horário, o que comprometia a eficiência da comunicação.

3.2 Escopo do Projeto

Projeto de execução de ação corretiva de um equipamento de uma unidade FPSO durante a parada de manutenção. O Quadro 1 detalha o objetivo, entregáveis, requisitos e restrições do projeto de recondicionamento do equipamento. Em função da restrição do tempo de projeto para caber no período da parada programada de 7 dias, o cliente interno aceitou assumir alguns custos relacionados à mitigação do risco de impacto no cronograma,

demonstrando a relação da tríade de restrição da Figura 1, onde para acomodar a restrição do tempo e garantir qualidade e escopo, foi necessário pesar no custo.

Quadro 1 – Declaração de Escopo do Projeto de Recondicionamento de Equipamento.

Objetivo	Tornar apto para uso o equipamento que apresenta perda de espessura abaixo da mínima padrão.	
Entregáveis	Plano de ação com base em avaliação de risco.	
	Execução do plano de ação.	
	Laudo técnico de liberação do equipamento.	
Requisitos		Origem
1	Qualificação dos profissionais envolvidos.	Departamento de Engenharia
2	Cálculo detalhado elaborado por empresa de consultoria seguindo normas e boas práticas da indústria.	Departamento de Engenharia
3	Materiais certificados.	Departamento de Engenharia
4	Procedimentos qualificados.	Departamento de Engenharia
Restrições		Origem
1	Fim do projeto deve ocorrer até o fim da parada programada de manutenção (duração de 7 dias).	Cliente interno
2	Recebimento de consumível B (especificado no procedimento) em no mínimo 3 dias.	Logística
3	Conhecimento inicial de apenas parte das medidas.	Inspetores

Fonte: Desenvolvidos pelos autores.

3.3 Riscos do Projeto

O equipamento se encontrava fora das suas condições previstas de projeto, o que exigia uma análise mais detalhada de modo a permitir um melhor direcionamento da tratativa. Então, primeiro, foi necessário medir o nível de risco no cenário operacional (ver seção 3.3.1 - Gerenciamento de Riscos Tecnológicos). Uma vez mensurado o risco e concluído pela equipe multidisciplinar de forma satisfatória de que não havia ação mitigatória capaz de trazer o risco para um nível aceitável, foi decidido pelo corpo técnico e gerencial condicionar o retorno de produção à conclusão do reparo do equipamento. O desejável seria realizar a atividade corretiva sem estender o período já previsto da parada geral de manutenção, a fim de evitar perdas financeiras tanto da empresa quanto do cliente. Para o Projeto de Recondicionamento do Equipamento, foi feito gerenciamento do risco conforme seção 3.3.2 - Gerenciamento de Riscos da Ação Corretiva. Em ambos os casos, optou-se por não seguir para avaliação de risco quantitativa, tendo em vista o grau de embasamento que a avaliação de risco qualitativa já proporcionou sem sacrificar tanto o cronograma.

Para a estratégia da ação corretiva, o tempo era o fator de maior relevância e as restrições presentes no Quadro 1 desafiavam fortemente o projeto. Sendo assim, entendendo que não havia tempo para aguardar a finalização da medição dos inspetores, dimensionar o reparo por meio de cálculos de engenharia e aguardar a chegada do consumível A, inverteu-se: foi definido o reparo com base em experiências anteriores e boas práticas e associado a alto fator de segurança, seguido de execução inicial com outro consumível (adequado, mas que carecia de qualificação) enquanto em paralelo eram realizados os cálculos e qualificações necessárias de modo a validar o que havia sido feito (Figuras 8 e 9). Havia risco considerável dos cálculos finalizados implicarem em retrabalho,

mas este risco foi absorvido pelo cliente e patrocinador. Importante destacar que tal estratégia acarretou maior custo em prol do cronograma, pois por conservadorismo nas medições foram utilizados mais materiais e tempo dos soldadores do que seria necessário em condições normais, mas, ainda assim, sem prejuízo ao escopo e qualidade (neste contexto, a segurança).

3.3.1 Gerenciamento de Riscos Tecnológicos

Para fins deste estudo de caso, as referências de mensuração qualitativas de probabilidade e severidade contidas nas Quadro 2 e Quadro 3 são fictícias assim como a classificação de risco da Figura 5. Também para discussão deste trabalho, fica estabelecido que Nível 1 de risco, qualquer que seja seu tipo, torna inaceitável a permanência do cenário (ver Quadro 4).

Quadro 2 – Valores de referência de mensuração qualitativa de probabilidade.

		Probabilidade				
		1	2	3	4	5
		Remota	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Pessoas						
Meio Ambiente			Já ocorreu na indústria nos últimos 20 anos	Já ocorreu na empresa nos últimos 5 anos	Pode ocorrer várias vezes durante a vida da instalação	Esperado ocorrer na condição atual
Ativos	Nunca ocorreu na indústria					
Produção			Combinação de muitos fatores improváveis	Combinação de alguns fatores improváveis	Combinação de alguns fatores prováveis	

Fonte: Fictícia, desenvolvido pelos autores.

Quadro 3 - Valores de referência de mensuração qualitativa de severidade.

		Severidade				
		1	2	3	4	5
		Insignificante	Baixa	Moderada	Alta	Grave
Pessoas	Primeiros socorros		Acidente com afastamento (1 indivíduo)	Acidente com afastamento (múltiplos indivíduos)	Indivíduos incapacitados ou com 1 fatalidade	Múltiplas Fatalidades
Meio Ambiente	Vazamento sem impacto ambiental		Baixo impacto < limite legislação	> limite legislação e < 100m de raio	> limite legislação e > 100m de raio	Dano irreversível
Ativos	≤ R\$ 50K	≤ R\$ 100K	≤ R\$ 500K	≤ R\$1M	> R\$ 1M	
Produção	≤ 1 hora	≤ 4 horas	≤ 8 horas	≤ 1 dia	> 1 dia	

Fonte: Fictícia, desenvolvido pelos autores.

Figura 5 - Matriz de classificação de Risco.

		Severidade				
		Insignificante 1	Baixa 2	Moderada 3	Alta 4	Grave 5
Probabilidade	Muito Alta 5	5 Risco Nível 2	10 Risco Nível 2	15 Risco Nível 1	20 Risco Nível 1	25 Risco Nível 1
	Alta 4	4 Risco Nível 3	8 Risco Nível 2	12 Risco Nível 1	16 Risco Nível 1	20 Risco Nível 1
	Média 3	3 Risco Nível 3	6 Risco Nível 2	9 Risco Nível 2	12 Risco Nível 1	15 Risco Nível 1
	Baixa 2	2 Risco Nível 3	4 Risco Nível 3	6 Risco Nível 2	8 Risco Nível 2	10 Risco Nível 1
	Remota 1	1 Risco Nível 3	2 Risco Nível 3	3 Risco Nível 3	4 Risco Nível 2	5 Risco Nível 1

Fonte: Fictícia, desenvolvida pelos autores.

Quadro 4 - Tolerância ao risco tecnológico.

Nível de Risco	Impacto			
	Pessoas	Meio Ambiente	Ativos	Produção
Nível 1	Inaceitável	Inaceitável	ALARP	ALARP
Nível 2	ALARP	ALARP	ALARP	ALARP
Nível 3	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável

Fonte: Fictícia, desenvolvida pelos autores.

a) Análise de risco do equipamento em serviço na condição degradada

No mapeamento de riscos do equipamento em serviço na condição degradada, os perigos, suas causas e consequências são identificados conforme Quadro 5. A análise qualitativa de risco é feita de forma sistemática com base nas referências supracitadas, onde os riscos identificados são mensurados e classificados produzindo o Quadro 6. Observou-se o total de 6 riscos em nível 1: 2 de impacto aos ativos, 1 ao meio ambiente, 2 para pessoas e 1 para produção, todos contemplados no cenário de explosão do equipamento. Com base na matriz de tolerância no Quadro 4, não seria aceitável conviver com risco nível 1 para pessoas e meio ambiente. Como não havia forma de reduzi-los ao nível 2, foi concluído que o risco de utilizar o equipamento nestas condições era inaceitável e, por sua vez, o de produção do FPSO também. Somente a análise qualitativa já foi satisfatória para viabilizar o planejamento da atividade.

Quadro 5 – Identificação dos perigos, suas causas e consequências para equipamento em serviço na condição degradada.

Perigo	Causa	Ref.	Descrição da Consequência	Tipo de Consequência
Vazamento de fluido tóxico	Dano transpassante por falha de integridade	1.1	Intoxicação.	Pessoas
		1.2	Poluição.	Meio Ambiente
		1.3	Parada de produção (trip).	Produção
Explosão do equipamento ("degola")	Espessura insuficiente para a alta pressão interna.	2.1	Intoxicação.	Pessoas
		2.2	Poluição.	Meio Ambiente
		2.3	Parada de produção (trip).	Produção
		2.4	Onda de choque, projétil e/ou queimaduras.	Pessoas
		2.5	Danos à equipamentos adjacentes.	Ativos
		2.6	Perda do equipamento.	Ativos
		2.7	Danos estruturais da instalação.	Ativos

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 6 – Análise de Risco do equipamento em serviço na condição degradada. (P= Probabilidade, S = Severidade e R = Risco)

Ref.	Descrição da Consequência	Tipo de Consequência	P	S	R	Classificação de Risco
1.1	Intoxicação.	Pessoas	2	3	6	Nível 2
1.2	Poluição.	Meio Ambiente	3	2	6	Nível 2
1.3	Parada de produção (trip).	Produção	3	2	6	Nível 2
2.1	Intoxicação.	Pessoas	2	5	10	Nível 1
2.2	Poluição.	Meio Ambiente	3	4	12	Nível 1
2.3	Parada de produção (trip).	Produção	4	5	20	Nível 1
2.4	Onda de choque, projétil e/ou queimaduras.	Pessoas	2	5	10	Nível 1
2.5	Danos à equipamentos adjacentes.	Ativos	2	5	10	Nível 1
2.6	Perda do equipamento.	Ativos	3	4	12	Nível 1
2.7	Danos estruturais da instalação.	Ativos	1	3	3	Nível 3

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.3.2 Gerenciamento de Riscos da Ação Corretiva

Após análise dos riscos tecnológicos, foi concluído que a plataforma somente poderia retornar a produzir após ação corretiva do equipamento. O plano de ação deveria contemplar reparo do equipamento, projeto que possuía restrição de tempo de término até o fim da parada programada. A matriz de classificação de risco do projeto se encontra na Figura 6. O Quadro 7 define a tolerância ao risco negativo em função do seu impacto.

Figura 6 - Matriz de Classificação de Risco do projeto.

		Severidade		
		Baixa 1	Média 2	Alta 4
Probabilidade	Alta 3	3 Risco Médio	6 Risco Alto	12 Risco Alto
	Média 2	2 Risco Baixo	4 Risco Médio	8 Risco Alto
	Baixa 1	2 Risco Baixo	4 Risco Baixo	8 Risco Médio

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 7 - Tolerância ao risco negativo da ação corretiva em função do impacto.

Nível de Risco	Impacto			
	Custo	Cronograma	Escopo	Qualidade
Alto	Aceitável	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável
Médio	Aceitável	ALARP	Inaceitável	ALARP
Baixo	Aceitável	Aceitável	Inaceitável	Aceitável

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

a) Análise de risco da ação corretiva do equipamento

Para este projeto, os riscos identificados estão listados no Quadro 8. O Quadro 9 detalha o nível de risco calculado através de análise qualitativa. O Quadro 10 mostra a estratégia para gerir o risco do projeto, considerando que riscos que atrasassem a entrega do projeto deveriam ser evitados ao máximo e utilizando o custo como uma forma de mitigar o risco ao cronograma, escopo e qualidade.

O cliente interno absorveu alguns custos decorrentes da restrição de tempo do projeto, como por exemplo: aprovação de hora extra de profissionais, contratação de empresa de consultoria, barco extra para envio de materiais, entre outros. O apetite ao risco proporcionou seguir com uma estratégia em que havia risco de retrabalho – o que atrasaria o cronograma e geraria mais custos - como foi o caso da qualificação de soldagem e cálculo de engenharia serem feitos pós execução.

Quadro 8 – Identificação dos riscos do projeto de ação corretiva do equipamento.

Ref.	Risco	Tipo de Risco	Consequência
1	Falha do reparo em serviço.	Negativo	Ver análise de riscos tecnológicos (seção 3.3.1.1).
2	Demora na execução do reparo.	Negativo	Atraso do projeto.
3	Esgotamento do consumível A.	Negativo	Parada da execução: - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
4	Atraso no recebimento do consumível B.	Negativo	Uso de mais consumível A.
5	Reprovação do reparo executado (cálculo)	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma.

			- Custo pela perda de prazo (multa)
6	Reprovação do Procedimento de Soldagem Consumível A.	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
7	Queda de energia.	Negativo	Parada da execução. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
8	Falha dos equipamentos de soldagem.	Negativo	Parada da execução. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
9	Inspeção (fase planejamento + validação) demorada.	Negativo	Atraso do projeto: - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
10	Reprovação durante inspeção de validação do reparo.	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
11	Atraso da parada programada de manutenção.	Positivo	Postergação da data limite do projeto.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 9 – Análise de risco da ação corretiva do equipamento. (P = Probabilidade, I = Impacto e R = Risco)

Ref.	Risco	Tipo	P	I	R	Classificação de Risco
1	Falha do reparo em serviço.	Negativo	3	3	9	Alto
2	Demora na execução do reparo.	Negativo	2	3	6	Alto
3	Esgotamento do consumível A.	Negativo	2	3	6	Alto
4	Atraso no recebimento do consumível B.	Negativo	2	2	4	Médio
5	Reprovação do reparo executado (cálculo)	Negativo	2	3	6	Alto
6	Reprovação do Procedimento de Soldagem Consumível A.	Negativo	2	3	6	Alto
7	Queda de energia.	Negativo	1	3	3	Médio
8	Falha dos equipamentos de soldagem.	Negativo	1	3	3	Médio
9	Inspeção (fase planejamento + validação) demorada.	Negativo	1	2	2	Baixo
10	Reprovação durante inspeção de validação do reparo.	Negativo	1	2	2	Baixo
11	Atraso da parada programada de manutenção.	Positivo	1	2	2	Baixo

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 10 – Estratégia de gestão de riscos. (Cr = Cronograma, C = Custo, E = Escopo e Q = Qualidade)

Ref.	Classificação de Risco	Impacto (I) x Estratégia (E)				Tipo de Estratégia	Estratégia
		Cr	C	E	Q		
1	Alto		E		I	Transferir	Contratação de empresa de Consultoria.
2	Alto	I	E			Mitigar	- Cliente interno realocou soldadores de outro projeto para este. - Autorização de horas extras. - Possibilidade de contratação de mais

							profissionais.
3	Alto	I	E			Prevenir	Cliente interno priorizou consumíveis de estoque para este projeto.
4	Médio	I		I	E	Mitigação	Uso de consumível A + qualificação do procedimento de A.
5	Alto	I	I			Escalar/ Mitigar	Risco assumido pelo cliente interno. Além disso, também foram admitidas dimensões conservadores (grandes) para minimizar a chance de reprovação. Isso aumentou o consumo de materiais.
6	Alto	I	I			Escalar	Risco assumido pelo cliente interno.
7	Médio	I	E			Prevenir	Gerador de emergência (já previsto na planta pelos riscos tecnológicos)
8	Médio	I				Aceitar	
9	Baixo	I	E			Prevenir	- Autorização de horas extras. - Possibilidade de convocação de mais profissionais.
10	Baixo	I	I			Aceitar	
11	Baixo	I				Monitorar	Acompanhamento da programação da parada de manutenção programada.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.4 Recursos da ação corretiva

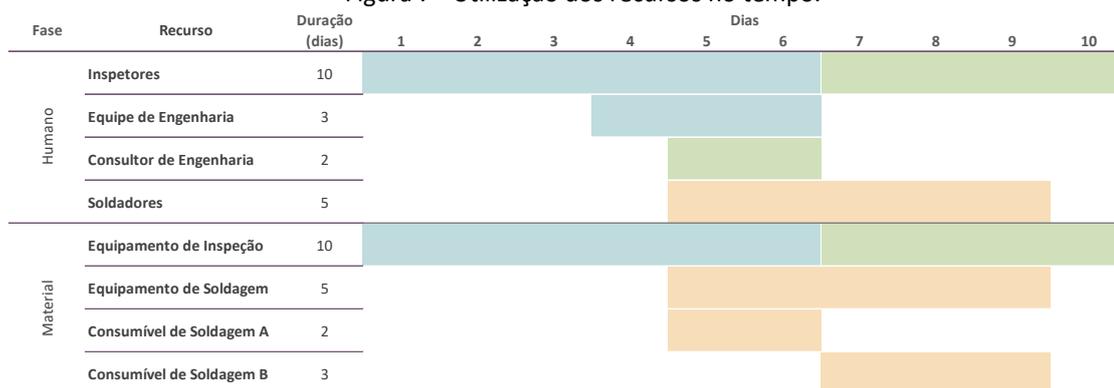
O quadro 11 classifica os recursos utilizados por tipo (humano, físico ou intangível) e relaciona em que fase(s) do projeto estiveram presentes, gerando o cronograma de recurso por tempo na Figura 1. Os recursos intangíveis serviram de critério de aceitação do projeto.

Quadro 11 – Matriz de Recursos

Tipo	Recurso	Alocação
Humano	Soldadores	Execução
	Inspetores	Planejamento, Validação e Monitoramento
	Consultor de Engenharia	Validação
	Equipe de Engenharia	Planejamento
Físico	Consumível de Soldagem A	Execução
	Consumível de Soldagem B	Execução
	Equipamento de Soldagem	Execução
	Equipamento de Inspeção	Planejamento/ Validação/ Monitoramento
Intangível	Cálculo de Engenharia	Validação
	Procedimento de Soldagem Qualificado	Validação

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 7 - Utilização dos recursos no tempo.



Legenda

- Desenvolvimento atividade de Planejamento
- Desenvolvimento atividade de Execução
- Desenvolvimento atividade de Validação

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.5 Cronograma e Fases do Projeto

O projeto ocorreu segundo o cronograma presente na Figura 8. Importante destacar que as etapas das fases não seguiram a ordem natural em função da restrição de tempo imposta, por exemplo: em condições normais de projeto, o cálculo de engenharia é executado durante a fase de planejamento sendo, portanto, a base para a tomada de decisão, prosseguindo para a fase de execução (veja a Figura 9). Um ponto relevante sobre o regime offshore é que seu quadro de funcionários segue escala 14 x 14 dias com turno de 12 horas por dia, ou seja: o cronograma não é afetado por folgas. Neste caso em particular, com a aprovação das horas extras, os inspetores e soldadores trabalharam em turnos maiores que 12 horas por dia.

Para se enquadrar na curta janela de tempo disponível, foi estruturada a estratégia da Figura 8, onde a solução foi definida de forma conservadora se pautando em boas práticas e experiências anteriores da equipe e do consultor e acrescido também de fator de segurança para compensar a pouca precisão da estimativa. Neste caso, o cálculo de engenharia serviu para validação do que havia sido executado nos dois dias anteriores. De forma análoga, a qualificação do procedimento de soldagem validou a soldagem do consumível A após sua execução. Havia grande risco de que o trabalho executado nos dois primeiros dias fosse em vão, uma vez que existia a possibilidade do cálculo e da qualificação de soldagem não aprovarem a execução (ver riscos 5 e 6 do Quadro 8). No entanto, o apetite ao risco do cliente interno autorizou prosseguir com a estratégia face ao benefício de atendimento do prazo (não ser penalizado com multa pelo cliente).

3.5.1 Planejamento

A equipe de engenharia só foi acionada no fim do terceiro dia após dados analisados apontarem que o equipamento se encontrava degradado. Em caráter de urgência (ou seja, arcando com custos extras relacionados ao transporte e fornecimento), o consumível B

chegaria em no mínimo 3 dias. A entrega do material em condições normais segue as datas da programação semanal padrão do departamento de logística.

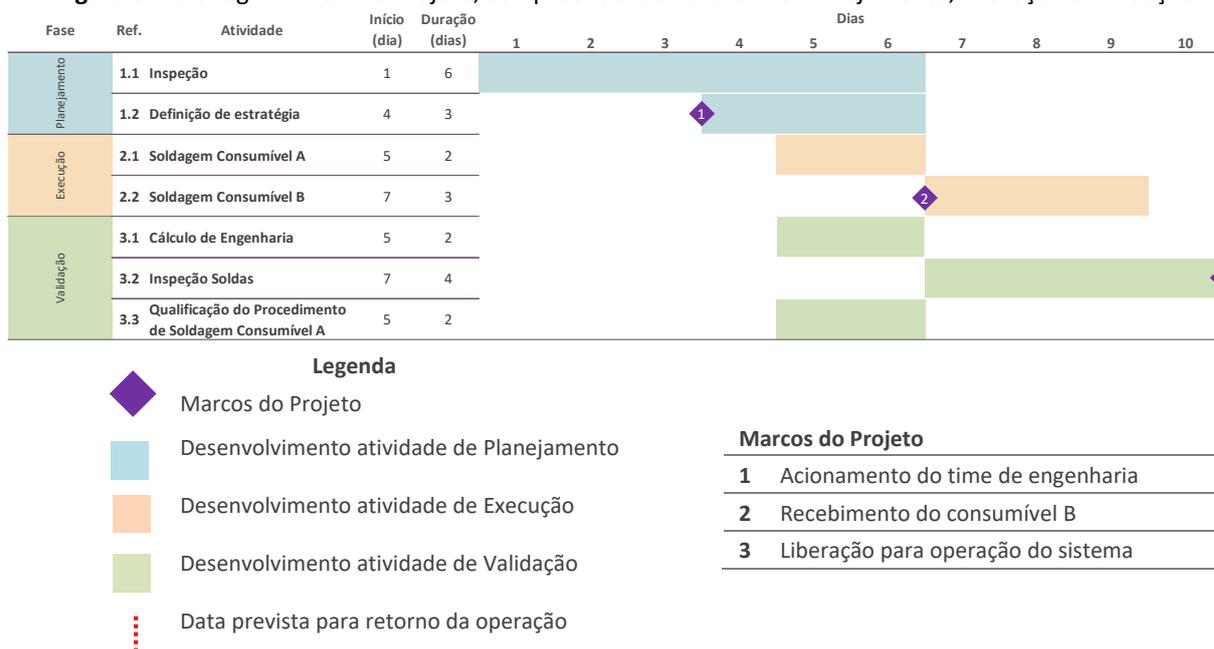
3.5.2 Execução

A equipe de soldagem já se encontrava embarcada, então não foi necessário mobilizá-los. A priorização de suas atividades foi rearranjada pelo cliente interno para encaixar este projeto no topo da fila. Se não houvesse restrição de tempo (ver Quadro 1), não haveria necessidade de realizar soldagem com consumível A nem realizar a qualificação de seu procedimento de soldagem, por consequência. A soldagem do consumível A era planejada para ocorrer enquanto não chegasse o Consumível B. Portanto, na Figura 8, a finalização da atividade 2.1 é dependente do marco “recebimento do consumível B”.

3.5.3 Validação

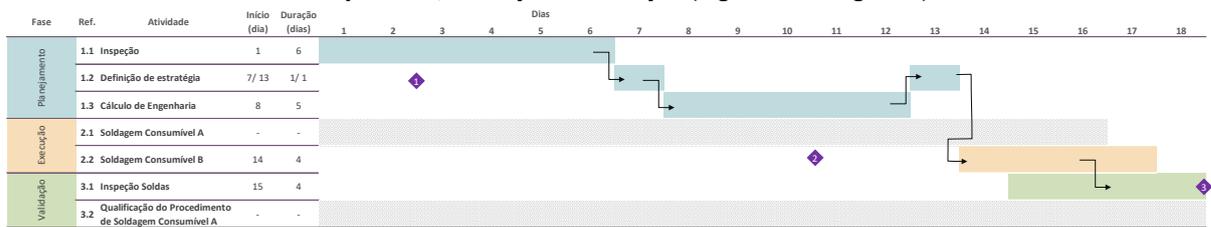
A inspeção de validação pode ser feita em paralelo com a execução, à medida que a equipe de soldadores finaliza um grupo de reparos. Em caráter de urgência, a empresa de consultoria realiza o cálculo na forma simplificada em pelo menos 2 dias, garantindo a qualidade requerida sem comprometer o prazo, de acordo com avaliação de trade-off de cálculos de engenharia. O cálculo mais detalhado buscando o uso eficiente de recursos levaria no mínimo 5 dias úteis.

Figura 8 – Cronograma real do Projeto, compreendendo as fases de Planejamento, Execução e Validação.



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 9 - Cronograma teórico do projeto, se não houvesse restrição de tempo, compreendendo as fases de Planejamento, Execução e Validação (legendas na Figura 8)



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.6 Stakeholders

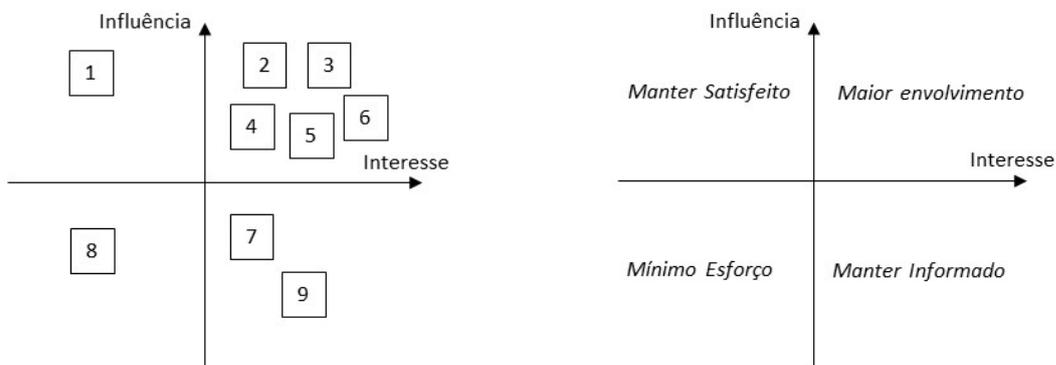
O Quadro 12 detalha a matriz de partes interessadas, conhecida no inglês como stakeholders, a partir da qual vemos na Figura 10 a quantidade de players que precisaram ser envolvidos ao longo do projeto. Além disso, adiciona-se a complexidade em conciliar diferentes regimes de trabalho e localizações geográficas, incluindo fusos horários, uma vez que: o departamento de engenharia trabalha em regime de trabalho onshore junto com o cliente interno e fornecedor de materiais/laboratórios; Inspetores e soldadores e demais da tripulação de bordo trabalham em regime offshore do tipo back-to-back (onde diferentes indivíduos atuam a mesma função em diferentes quinzenas) e o consultor, que trabalhava em outro país seguindo fuso horário diferente.

Quadro 12 – Matriz de Stakeholders.

Stakeholder	Interesse	Influência	Estratégia de Gestão
1 Patrocinador/ Cliente interno	Baixo	Alta	Manter satisfeito
2 Equipe de Engenharia	Alto	Alta	Maior envolvimento
3 Equipe de Logística	Alto	Alta	Maior envolvimento
4 Inspetores	Alto	Alta	Maior envolvimento
5 Consultor Especialista de Engenharia	Alto	Alta	Maior envolvimento
6 Soldadores	Alto	Alta	Maior envolvimento
7 Fornecedores de materiais	Alto	Baixa	Manter informado
8 Tripulação de bordo	Baixo	Baixa	Mínimo esforço
9 Laboratório de Qualificação de Soldagem	Alto	Baixa	Manter informado

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 10 – Diagrama de Influência x Interesse dos Stakeholders.



(a) Indicação das referências do Quadro 12.

(b) Indicação da estratégia de gestão Quadro 12.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

4 Considerações Finais

Na Gestão e Gerenciamento de Projetos, entende-se como inevitável lidar com a relação concorrente dos pilares Escopo, Tempo e Custo enquanto busca-se atender um determinado nível de Qualidade desejável. No contexto de indústria O&G offshore, o Tempo e o Custo possuem forte relação, onde algumas horas de parada de produção equivalem direta e indiretamente à perda financeira na ordem de milhões de reais.

O ambiente industrial offshore impõe restrições e requisitos característicos no Escopo que desafiam o planejamento e execução de intervenções, tais como: Impossibilidade da embarcação atracar em terra para realização de reparos, logística mais demorada para entrega de materiais, limitação de força de trabalho embarcada em função do número de vagas no navio e distanciamento geográfico e de regime de trabalho (tripulação de bordo é composta por turmas back-to-back de plantão de 12h por 14 x 14 dias sem folgas enquanto equipes de suporte técnico costumam trabalhar em regime padrão de 40h semanais nos escritórios em terra). Importante salientar sobre este último ponto é que isto torna ainda mais desafiador – do que já naturalmente se constata – realizar uma boa gestão das partes interessadas, onde a comunicação tende a ser mais ruidosa podendo causar impactos na qualidade e no andamento do projeto. A chave é buscar a sinergia entre pessoas “multi”: “multi-disciplinares” (que agregam com diferentes conhecimentos), “multi-locais” (presentes em diferentes localidades) e “multi-nacionais” (que pensam e se expressam em diferentes línguas maternas e culturas).

Para fins de Engenharia, a Qualidade desejável pode ser traduzida como Segurança ou, trazendo para termos práticos, como Nível de Risco aceitável. O trade-off das avaliações de engenharia é marcante na rotina do engenheiro, onde constantemente o Tempo pesa na balança contra a Qualidade, exigindo do mercado o desenvolvimento de ferramentas mais rápidas e precisas - no âmbito dos recursos físicos e intangíveis – além da prontidão na atuação sinérgica de profissionais “multi” – sob a perspectiva de recursos humanos.

A combinação das particularidades da indústria O&G Offshore com a aplicação dos campos de conhecimento da Engenharia e de Gestão e Gerenciamento de Projetos invariavelmente implicará em lidar com riscos: O risco é o principal aspecto de avaliação tanto em condições normais de operação quanto em situações adversas que exijam intervenções corretivas de emergência e pautadas em projetos baseados em risco.

O risco é percebido de forma individual e depende de conhecimento técnico e da vivência de quem o avalia. Dessa forma, espera-se que as avaliações de risco sejam realizadas por equipes multidisciplinares de modo a maximizar a identificação dos possíveis perigos, mensurar com assertividade a probabilidade e severidade de suas consequências e promover medidas mitigatórias eficientes. O nível de aceitação ao risco depende do apetite ao risco dos envolvidos, nas menores e maiores esferas da organização e proporcional ao nível de autoridade que lhe cabe. Como estratégia de gerenciamento de risco negativo, é possível “mitigar” o risco quando há formas adicionais de reduzir suas chances ou sua gravidade; “aceitar” o risco quando este é assumido pelo primeiro nível de decisão do projeto; “transferir”, quando outra entidade é contratada para assumir o risco, e por fim, pode-se recorrer a “escalar” o risco, quando níveis mais altos de gestão da empresa assumem o risco.

Como já dito, o Tempo restrito sob tal contexto promove o desenvolvimento de diversas áreas, o que também se aplica às ideias out-of-the-box, expressão do inglês para ideias criativas e fora do convencional, como mostrado neste estudo de caso através da elaboração do cronograma e gestão de recursos.

Este trabalho buscou analisar um caso real de manutenção corretiva em um FPSO sob o prisma da Gestão e Gerenciamento de Projetos, mostrando como o conhecimento nesta área e o uso de suas ferramentas de gestão pode auxiliar os profissionais envolvidos em projetos de engenharia.

5 Referências

ALLAHYARZADEH-BIDGOLI A, Salviano LO, Dezan DJ, de Oliveira Junior S, Yanagihara JI, **Energy optimization of an FPSO operating in the Brazilian Pre-salt region**. Vol. 164. Energy, 01/12/2018. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.203.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2024. **Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás**. Fevereiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>.

CCPS; AICHE. **Diretrizes para Segurança de Processo baseada em Risco**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. - 1ª Edição.

COSTA, Gabriel. **Diferença entre risco e perigo** [online] [citado em: 22 de setembro de 2024.] <https://viverdeseguranca.com.br/diferenca-entre-risco-e-perigo/>.

ENERGY INSTITUTE. 2023. **Resources and Data Download - Statistical Review of World Energy Data**. [Online] 2023. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>.

FOLHA DE SÃO PAULO, Revista. 2024. **Preço do Petróleo sobe e fica perto de US 80 com conflito no Oriente Médio**. [Online] Folha de São Paulo, 07 de outubro de 2024. [Citado em: 07 de outubro de 2024.] <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/preco-do-petroleo-sobe-e-fica-perto-de-us-80-com-conflito-no-orientes-medio.shtml>.

FORBES, Revista. 2024. **Fatia do Brasil na oferta global de petróleo irá a 4% em 2030, diz IEA**. [Online] Forbes, 31 de janeiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://forbes.com.br/forbes-money/2024/01/fatia-do-brasil-na-oferta-global-de-petroleo-ira-a-4-em-2030-diz-iea/>.

INFOMONEY, Revista. 2024. **Produção de petróleo do Brasil bate recorde em 2023 com 3,4 mi de barris por dia**. [Online] 02 de fevereiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.infomoney.com.br/mercados/producao-de-petroleo-do-brasil-bate-recorde-em-2023-com-34-mi-de-barris-por-dia/>.

BR INVESTING. **Investing Brent Oil Historical Data**. [Online] BR Investing, 7 de outubro de 2024. [Citado em: 07 de outubro de 2024.] <https://br.investing.com/commodities/brent-oil-historical-dataC>.

PETROBRAS. 2024. **Plataforma FPSO: você sabe o que é e como funciona?** [Online] Petrobras, 27 de março de 2024. [Citado em: 20 de abril de 2024.] <https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/inovacao/fps0>.

PMI. Project Management Institute. 2017. **Guia PMBOK®**. 6ª Ed: Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Newtown Square: PMI.

PMO: Escritório de Projetos. 2014. **Restrição Tripla**. [Online] Escritório de Projetos, 23 de janeiro de 2014. [Citado em: 04 de maio de 2024.] <https://escritoriodeprojetos.com.br/restricao-tripla/>.

VARGAS, Ricardo Viana. 2018. **Gerenciamento de Projetos**. 9ª edição: Estabelecendo Diferenciais Competitivos [Livro]. Rio de Janeiro: BRASPORT.