



Análise Qualitativa de Riscos Ambientais para o uso de CTV para offloading em FPSO

Qualitative Analysis of Environmental Risks for the Use of CTV for Offloading in FPSO

SANTA MARIA, Felipe¹; HERVÉ, Márcio².

felipesmmattos@gmail.com¹; marcioherve@poli.ufrj.br²

¹ Especialista em Gestão e Gerenciamento de Projetos, Rio de Janeiro-RJ.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Gerenciamento de Risco
Offloading
CTV

Key word:
Risk Management
Offloading
CTV

Resumo:

Com o aumento da atividade offshore de exploração e produção de óleo e gás no território brasileiro surge a necessidade de se investir em novas tecnologias para escoar a produção nacional de forma mais eficiente. Atualmente, a produção é escoada através de navios aliviadores com posicionamento dinâmico de tamanho limitado, que repassam a carga a navios-tanque maiores que farão o escoamento da produção para o mercado nacional e internacional. O surgimento de uma nova embarcação, chamada Cargo Transfer Vessel (CTV), traz uma nova possibilidade para a atividade de offloading no Brasil e no mundo, permitindo que navios-tanque recebam a carga das unidades de produção offshore diretamente. Porém, a nova tecnologia ainda não amplamente empregada pelas operadoras deve passar por testes antes de ser aprovada pelas agências reguladoras. Este estudo tem como objetivo realizar uma análise qualitativa de riscos ambientais da operação de offloading de unidades de produção flutuantes (FPSO) com o uso do CTV. Como resultados do estudo, foram levantados e classificados riscos relacionados à liberação água oleosa e de óleo para o ambiente marinho.

Abstract

With the increase in offshore oil and gas exploration and production activities in Brazilian territory, there is a need to invest in new technologies to more efficiently transport national production. Currently, production is transported via dynamically positioned shuttle tankers of limited size, which transfer the load to larger tankers that will transport the production to the national and international markets. The emergence of a new vessel, called the Cargo Transfer Vessel (CTV), brings a new possibility for offloading activities in Brazil and worldwide, allowing tankers to receive the load directly from offshore production units. However, this new technology, not yet widely employed by operators, must undergo tests before being approved by regulatory agencies. This study aims to conduct a qualitative analysis of environmental risks of the offloading operation of Floating Production Storage and Offloading units (FPSO) using the CTV. As a result of the study, risks related to the release of oily water and oil into the marine environment were identified and classified.

1. Introdução

Ao longo das últimas décadas, no Brasil tem se observado um grande crescimento na atividade offshore de exploração e produção de óleo e gás natural. Isso se deu, principalmente, devido à descoberta de gigantescos reservatórios de óleo e gás do pré-sal na costa brasileira nas bacias de Santos e Campos por volta de 2006. As descobertas de novos campos nessa região não só elevaram potencialmente a capacidade de produção de óleo no país, mas trouxeram também novos desafios para a indústria petrolífera que passou ter que investir no desenvolvimento de novas tecnologias para exploração em águas profundas e ultraprofundas, que podem chegar a 3.000 metros de lâmina d'água e aproximadamente 200 km de distância da costa. [1]

Levando em consideração a profundidade dos reservatórios e a distância do continente, tornou-se inviável a utilização de plataformas fixas e também o escoamento da produção através de oleodutos. Portanto, passaram a utilizar unidades flutuantes, como FSO e FPSO, ancoradas ao assoalho marinho. Já o escoamento do óleo produzido passou a ser realizado por navios-tanques com posicionamento dinâmico denominados de aliviadores, que através de um processo chamado de *offloading*, recebem o óleo extraído do poço e armazenado na unidade de produção. Após o transbordo, os aliviadores transportam o óleo para os terminais em terra ou o transferem para navios-tanques maiores e sem posicionamento dinâmico, em operação chamada de ship-to-ship, que fazem a exportação do óleo para outros países.

1.1. Riscos na operação de *offloading*

As transferências do óleo tanto durante o *offloading* quanto durante o ship-to-ship são procedimentos que demandam atenção ao planejamento e execução, pois devido às condições ambientais extremas podem envolver diversos riscos operacionais, de segurança e ambientais. Por mais que a tecnologia da indústria de óleo e gás venha avançando bastante, ao longo dos anos ocorreram diversos acidentes envolvendo

fatalidades e danos ambientais [2]. Desta forma, o gerenciamento de risco *offshore* deve ser feito de forma minuciosa.

Estudos do ITOPF (*International Tanker Owners Pollution Federation*), revelaram que incidentes com navios-tanque que envolveram derramamento de óleo no ambiente marinho ocorreram durante procedimentos de *offloading* em 24% dos casos [3]. Apesar de o estudo ao longo das décadas apontar para uma queda na frequência desses casos, ainda são necessários estudos de risco visando impedir ou mitigar possíveis impactos em operações como essas.

Desta forma, no atual cenário a utilização do sistema de posicionamento dinâmico dos aliviadores é vista como imprescindível, sendo uma maneira de mitigar o impacto das condições naturais, corrigindo variações de posição da embarcação. No entanto, visando a melhoria contínua e otimização dos seus processos, a indústria segue investindo e criando alternativas tecnológicas que reduzam custos e diminuam riscos de suas operações.

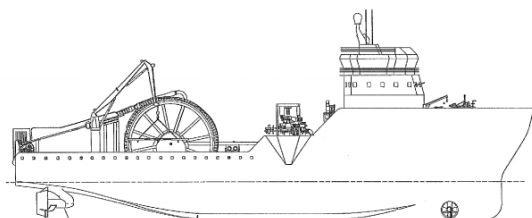
Um dos recursos mais recentes para *offloading* e escoamento da produção de óleo em águas profundas e ultraprofundas é a utilização de um novo tipo de embarcação chamado Cargo Transfer Vessel (CTV – Navio de Transferência de Carga). O CTV consiste em uma embarcação de rebombeio de óleo, transferindo o óleo da plataforma diretamente para o navio-tanque exportador, eliminando a necessidade de um navio aliviador com posicionamento dinâmico também do processo de transferência ship-to-ship.

1.2. CTV (Cargo Transfer Vessel)

O CTV (Figura 1) é uma embarcação de menor porte que possui a função de transferir hidrocarbonetos líquidos de uma unidade de produção de óleo e gás offshore flutuante (Ex: FPSO) para um navio-tanque. Este tipo de embarcação possui um moderno sistema de posicionamento dinâmico que compreende dois sistemas de propulsores que possibilitam o CTV se manter em posição adequada durante o procedimento de *offloading* ou até

se deslocar de forma segura, caso seja necessário. Desta forma, a embarcação fica sempre a uma distância segura tanto da unidade de produção quanto do navio-tanque sem posicionamento dinâmico, além de possibilitar que o navio-tanque ajuste a sua posição, com ajuda de um navio rebocador, de acordo com as condições ambientais (correntes e ventos). Além disso, os sistemas de propulsores permitem que o CTV não necessite de um cabo de atracação (hawser) para se ligar ao FPSO, apenas ao navio-tanque, assim mantendo o alinhamento do sistema FPSO x CTV x Navio-tanque [4].

Figura 1: Cargo Transfer Vessel



Fonte: Syvertsen e Smedal [4]

1.2.1. Sistema de Transferência de Carga

Segundo descrito na patente do CTV [4], para realizar a transferência de carga, esta embarcação conta com dois sistemas, um de carregamento e outro de descarregamento. Para o sistema de carregamento há um arranjo localizado na proa da embarcação onde há uma válvula para conexão do mangote vindo FPSO. Como outras opções também existem arranjos localizados nas laterais do CTV, um em cada bordo, que podem realizar o carregamento de óleo caso seja mais adequado.

Já o sistema de descarregamento (*offloading*) fica localizado na popa da embarcação, e compreende um sistema de amarração para a embarcação se conectar ao navio-tanque e o mangote de *offloading* que realizará a transferência do óleo indo do FPSO para o navio-tanque. Para auxiliar na conexão do mangote do CTV à válvula do navio-tanque, o CTV possui um guincho dedicado.

Estes sistemas contam com bombas chamadas de booster que farão o bombeio do óleo recebido do FPSO para o navio-tanque. A unidade realiza o processo de transferência de óleo para o navio-tanque através do bombeio centrífugo sem a necessidade de armazenamento no CTV, o óleo que chega é imediatamente e de forma contínua bombeado para o navio-tanque. Em caso de emergência, o CTV possui um tanque de slop, que tem um volume de armazenamento limitado para o caso de problemas operacionais durante o processo de transferência do óleo.

A operação de *offloading* utilizando a embarcação CTV pode ser descrita nas seguintes etapas (não necessariamente em sequência): O CTV ao chegar ao local da operação, onde já estão a unidade de produção (FPSO) e o navio-tanque, inicia o procedimento de transferência do sistema de amarração para o navio-tanque. Após ambas as embarcações estarem conectadas, o CTV se movimenta para a posição de “reboque” se afastando do navio-tanque. Ao mesmo tempo, uma ou mais linhas de coleta e cabos mensageiros conectados ao mangote de *offloading* do CTV são transferidos para um rebocador auxiliar. O rebocador puxa a extremidade do mangote de *offloading* para uma posição próxima do coletor do navio-tanque, e transfere as linhas e cabos para o navio-tanque. Depois que as linhas de coleta e mensageiro foram transferidos para o navio-tanque, o rebocador se move para a popa do navio-tanque e conecta um cabo de reboque. Em seguida, o rebocador então se move para uma posição onde pode começar a adicionar uma força constante ao navio-tanque. O rebocador irá operar de acordo com as instruções fornecidas pelo operador responsável localizado no CTV e / ou no navio-tanque. Após este procedimento, o navio-tanque pode desligar o seu motor e o CTV inicia o seu deslocamento em direção à unidade de produção offshore (FPSO). A conexão do navio do mangote de *offloading* pode continuar durante a movimentação do CTV, inclusive com o auxílio de um guindaste padrão. O navio-tanque ergue a

extremidade do mangote de *offloading* e conecta ao seu coletor.

O CTV e o navio-tanque se movimentam até uma posição onde podem receber o cabo mensageiro do mangote da unidade produção offshore. Em seguida, o CTV estabilizado pelo seu sistema de posicionamento dinâmico com o auxílio de propulsores, está pronto para receber o mangote de *offloading* do FPSO. O mangote é puxado até o sistema de coletor do CTV onde é conectado. Após todas as conexões feitas e checadas, a operação de *offloading* pode começar.

Quando o fluxo de transferência de carga se torna constante as bombas do sistema do CTV podem aumentar a taxa de transferência devido à sua tecnologia de controle da vazão.

Ao final da transferência de carga do FPSO para o navio-tanque, as bombas dos sistemas de cada embarcação são desligadas e o mangote de *offloading* da unidade de produção é lavado. Após a conclusão da lavagem, o mangote de *offloading* do FPSO é desconectado, permitindo que o CTV e o navio-tanque se afastem da unidade de produção. Ao atingirem uma distância considerada segura, o mangote de *offloading* do CTV pode ser desconectado do navio-tanque e retornado ao CTV. Para concluir, é feita a desconexão do sistema de amarração entre as duas embarcações e o processo de encerra.

2. Metodologia

O termo “Risco” pode ser definido de várias maneiras, porém seu conceito estará sempre associado à possibilidade de um evento ocorrer e às consequências decorrentes destes eventos [5]. Quando levamos este tópico para o meio industrial, tido como um ambiente de relevante complexidade, lidamos com muitas variáveis, o que pode tornar ainda mais desafiadora a previsão de possíveis cenários seja positivos ou negativos. Em muitos casos, os eventos imprevistos são definidos como indesejados, pois suas consequências em geral trazem impactos

negativos ao projeto, às pessoas, à imagem do empreendedor e/ou ao meio ambiente.

Segundo Souza [6], após a realização de um estudo de grandes acidentes que ocorreram no passado os resultados demonstraram que as falhas que levaram a estes acidentes sempre envolviam quatro fatores. O primeiro seria o fator humano, a falha de execução dos profissionais responsáveis por alguma etapa ou função do projeto. O segundo seria a tecnologia, que compreende uma falha técnica de equipamentos envolvidos na instalação ou operação do projeto. O terceiro seriam fatores externos, alheios às atividades do projeto, como desastres naturais, por exemplo. E por último, a falta de um sistema de gerenciamento de riscos adequado. Desta forma, um gerenciamento de riscos bem elaborado e aplicado pode auxiliar no planejamento do projeto, na tomada de decisão e pode ser determinante para o sucesso do projeto. Assim, o risco é um termo que, ao longo dos anos, vem ganhando cada vez mais relevância principalmente quando se avaliam sistemas, empreendimentos e processos industriais, tornando necessária a elaboração de um plano de gerenciamento de riscos que permitirá, com auxílio de ferramentas e conhecimentos, potencializar impactos positivos e mitigar ou extinguir impactos negativos referentes aos riscos identificados [7].

2.1. Análise Preliminar de Riscos

Desta forma, para o presente estudo foi escolhida a Análise Preliminar de Riscos, através de uma análise qualitativa dos riscos ambientais. A Análise Qualitativa de Riscos Ambiental consiste em realizar um estudo na fase de concepção do projeto, ou inclusive durante o projeto caso seja necessário, a fim de determinar os riscos ao meio ambiente que poderão se apresentar durante a fase de instalação e/ou operação. A análise qualitativa tem como objetivo a priorização individual dos riscos do projeto avaliando a probabilidade dos cenários ocorrerem e os potenciais impactos deste evento [7].

Objetivo deste estudo é realizar o levantamento e avaliação dos possíveis riscos ambientais envolvendo o uso do CTV durante a operação de *offloading* em FPSO. O CTV pode ser utilizado para transferência de carga em outros tipos de embarcações, como FSOs (*Floating, Storage and Offloading*) e FLNGs (*Floating Liquefied Natural Gas*), mas neste estudo será utilizado o FPSO como exemplo.

Primeiramente, o estudo realizará o levantamento dos possíveis perigos ambientais que serão enquadrados como cenários de risco. Em seguida, os cenários serão classificados pelos parâmetros de Frequência e Severidade dos danos. Para auxiliar a metodologia de classificação dos riscos, este estudo adotará como padrão a norma N-2782 da empresa Petróleo Brasileiro S.A. (Anexos A e B).

A Frequência é dividida em cinco categorias: A - Extremamente Remota, B - Remota, C - Pouco Provável, D - Provável e E - Frequente. A Severidade dos Danos também é dividida em cinco categorias: I - Danos Insignificantes, II - Marginal, III - Médio, IV - Crítico e V - Catastrófico. Após definidas as classificações dos parâmetros, será possível classificar o risco como tolerável (T), Moderado (M) ou Não Tolerável (NT).

Depois de realizada esta análise, de forma complementar, será aplicada a metodologia da Matriz GUT com os riscos levantados de maior potencial de impacto ao meio ambiente. Esta matriz funciona como uma ferramenta de priorização de risco, auxiliando o processo de alocação de recursos e tomada de decisão em projetos. Para isso, são definidos valores para os parâmetros Gravidade, Urgência e Tendência com o objetivo de avaliar cada risco. A Gravidade do risco se refere aos possíveis impactos ao meio ambiente, inclusive a longo prazo, caso o problema não seja solucionado. A Urgência se refere ao tempo disponível e/ou necessário para a resolução do problema. Já a Tendência analisa a evolução do problema, a tendência de agravamento ou redução dos cenários em estudo. Após a definição dos valores para

cada parâmetro dos cenários analisados, os valores são multiplicados ($G \times U \times T$) e os cenários com maiores valores serão considerados como prioridade no projeto. A Tabela 1 apresenta os valores e definições para os parâmetros analisados.

Tabela 1 Legenda da Matriz GUT com os valores e definições adotadas para o presente estudo.

Valores	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem Gravidade	Não há urgência	Não irá piorar
2	Pouco Grave	Pode esperar	Irà piorar a longo prazo
3	Grave	O quanto antes	Irà piorar a médio prazo
4	Muito Grave	Um pouco urgente	Irà piorar a curto prazo
5	Extremamente Grave	Imediato	Irà piorar rapidamente

Fonte: O autor.

2.2. Sistemas analisados

Para realizar a avaliação dos cenários de risco foi necessário dividir toda a operação de transferência de carga (FPSO x CTV x Navio-tanque) em sistemas. Desta forma, é possível fazer um levantamento mais preciso dos riscos tornando a análise mais confiável.

O Sistema I compreende a operação de conexão entre o CTV e o Navio-tanque, onde será particularmente analisado o trecho entre o final do mangote de *offloading* do CTV (*Tanker end*) e o *manifold* do sistema coletor do navio-tanque.

O Sistema II compreende a operação de conexão entre o sistema de coletor do CTV e o sistema de *offloading* do FPSO, onde será particularmente analisado o trecho entre a válvula borboleta da unidade de produção e o *coupler valve* do CTV.

O Sistema III compreende a operação de transferência de carga interna do CTV. Neste sistema será particularmente analisado o trecho entre as válvulas *coupler valve* e o conector curvo (*Goose neck*) do CTV.

O Sistema IV compreende a operação de transferência de carga entre o sistema de

offloading do CTV e o sistema coletor do navio-tanque. Neste sistema será particularmente analisado o trecho entre o conector curvo (*Goose neck*) do CTV e a válvula do manifold no navio-tanque.

O Sistema V compreende a operação de desconexão entre o sistema de *offloading* do FPSO e o sistema de coletor do CTV. Neste sistema será particularmente analisado o trecho entre a válvula borboleta da unidade de produção e a *coupler valve* do CTV.

O Sistema VI compreende a operação de desconexão entre o sistema de *offloading* do CTV e o sistema coletor do navio-tanque. Neste sistema será particularmente analisado o trecho entre o conector curvo (*Goose neck*) do CTV e a válvula do *manifold* no navio-tanque.

2.3. Premissas

Cabe ressaltar que para este estudo foram adotadas algumas premissas para a avaliação dos riscos:

- 1) O estudo assumiu que o óleo a ser transferido do FPSO para o navio-tanque através do CTV é o óleo cru, que possui maior densidade e ainda não passou por nenhum tipo de tratamento ou refinamento.
- 2) Nos cenários onde foi considerado potencial vazamento de óleo no ambiente marinho o estudo adotou os volumes estabelecidos na Resolução CONAMA N° 398/2008, que trata de incidentes por poluição de óleos em águas de jurisdição nacional. Na resolução é definido que uma pequena descarga como até 8 m³, média descarga como até 200 m³ e grande descarga e pior cenário como qualquer volume acima de 200 m³.
- 3) O estudo assumiu que todas as embarcações envolvidas na operação de *offloading* seguem as normas estabelecidas pela MARPOL 73/38 (*Marine Pollution*).
- 4) O estudo considerou que as embarcações envolvidas possuem um Plano de

Contingência para incidentes de vazamento de óleo no ambiente marinho.

- 5) Foi considerado que todos os equipamentos utilizados pelas embarcações envolvidas na operação de *offloading* passam por inspeções regulares e estão em pleno funcionamento.
- 6) Como se trata de uma análise de riscos ambientais, o estudo considerou cenários de risco aqueles com potencial de vazamento de óleo cru ou água oleosa para o ambiente marinho durante a atividade de *offloading*.

3. Resultados e Discussão

3.1. Análise dos riscos levantados

Conforme apresentado na Tabela de Riscos (Anexo C), a análise de riscos da operação de *offloading* de um FPSO com a utilização da embarcação CTV identificou a ocorrência de 14 cenários de risco, com potencial vazamento de óleo (pequeno, médio e grande) e/ou água oleosa (pequeno) para o ambiente marinho. Para todos os cenários, foi considerada como ferramenta de detecção das falhas, a inspeção visual, embora cada empresa possa usar ferramentas específicas conforme o caso. Os Sistemas em que foram observados mais cenários foram os Sistemas II e IV, com cinco e quatro cenários, respectivamente.

3.1.1. Pequena Liberação de Água Oleosa

Foram levantados quatro cenários diferentes com potencial de pequena liberação de água oleosa para o ambiente marinho:

O Cenário 1, inserido no Sistema I durante a atividade de conexão entre o CTV e o navio-tanque. Esse vazamento pode se dar por alguma falha na conexão das estruturas da válvula do *manifold* o navio-tanque e/ou do *tanker end* do CTV. O risco foi classificado como Tolerável (T) devido à frequência considerada para este evento ser extremamente remota (A) e também da baixa

severidade, neste caso considerada como Marginal (II).

O Cenário 2, inserido no Sistema II, durante a conexão entre o CTV e o FPSO. O vazamento pode ocorrer no trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a *coupler valve* do CTV por conta da falha no acoplamento das mesmas. O risco foi classificado como tolerável (T), pois apesar de sua frequência ter sido considerada como Pouco Provável (C), a severidade foi considerada Marginal (II).

O Cenário 13, inserido no Sistema V, que compreende o sistema de desconexão entre o CTV e o FPSO no trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a *coupler valve* do CTV. A causa observada para esta pequena liberação seria a falha na válvula solenoide (NSV) que permite que parte da água com resíduo de óleo vaze diretamente para o ambiente marinho. Apesar de o estudo ter considerado a severidade deste cenário como Marginal (II) devido ao pequeno volume água oleosa, a análise considerou o evento como frequente (E), pois a recorrência da falha observada pode ser considerada comum na rotina da atividade de desconexão entre as embarcações durante o *offloading*. Portanto, o risco foi classificado como moderado (M).

Já o Cenário 14, inserido no Sistema VI, a causa levantada pelo presente estudo para ocorrência do evento foi a falha na desconexão das válvulas do *manifold* do navio-tanque. Esta falha permite que um pequeno volume de água oleosa vaze diretamente para o mar. Portanto, a análise concluiu que a severidade deste evento dever ser considerada como Marginal (II). Diferentemente do Cenário 13, não foram encontrados registros similares de falhas na desconexão das válvulas do *manifold*, sendo a frequência do Cenário 14 considerada como Extremamente Remota (A). Desta forma, o risco foi classificado pelo estudo como tolerável (T).

3.1.2. Pequena Liberação de Óleo

Foram levantados seis cenários diferentes com potencial de pequena liberação de óleo para o ambiente marinho:

O Cenário 3, apesar de também estar inserido no Sistema II, nele foi observado uma potencial pequena liberação de óleo. O vazamento pode ocorrer devido a um furo no mangote ou falha na conexão entre a válvula borboleta do FPSO e a *coupler valve* do CTV. Para a detecção destas falhas foi considerada a detecção visual por circuito interno de imagem ou observação dos profissionais envolvidos na atividade. Sob a perspectiva da análise realizada, o risco foi classificado como tolerável (T), pois sua frequência foi considerada remota (B) durante a operação de conexão e a severidade foi considerada Marginal (II), já que se trata de uma pequena liberação.

O Cenário 4, também ocorre no Sistema II e também foi considerada uma pequena liberação de óleo. Neste caso, a causa observada foi a desconexão do mangote entre o FPSO e o CTV devido à movimentação das embarcações e perda de posição do CTV. Para a detecção desta falha foi considerada a detecção visual por circuito interno de imagem ou observação dos profissionais envolvidos na atividade. Esse risco foi classificado como tolerável (T), pois assim como no Cenário 3 a severidade considerada foi Marginal (II), porém entende-se que a frequência deste evento ocorrer é remota (B).

Cenário 7 foi levantado dentro do Sistema III, que contempla a transferência de carga dentro do sistema do CTV. Neste sistema observou-se a possibilidade de uma pequena liberação de óleo causado pelo transbordamento do tanque devido a falhas mecânicas e/ou nas linhas de abastecimento do CTV. Se isso ocorrer o sistema não interromperia o abastecimento resultando no transbordamento de óleo e possivelmente no vazamento deste óleo para o ambiente marinho. Este risco foi classificado como tolerável (T), pois devido à falta de registros de eventos similares na indústria a sua frequência foi considerada Extremamente

Remota (A) apesar de a severidade ter sido considerada Marginal (II) por este estudo.

O Cenário 8, também inserido no Sistema III foi observado como causa, a falha nas conexões, válvulas e flanges ou até falha humana na operação das válvulas do sistema de transferência de carga interna do CTV. A falha na operação das válvulas pode gerar oscilações de pressão nas tubulações a ponto de danificar os mangotes [8]. Como não foram encontrados registros de eventos similares na indústria, a frequência para esse evento foi considerada Extremamente Remota (A). Já a severidade foi considerada Marginal (II) por este estudo. Desta forma, o risco foi considerado como tolerável (T).

O Cenário 9, ainda inserido no Sistema III, foram consideradas possíveis falhas nas conexões da linha de transferência interna ao CTV (tubulação vinda das *booster pumps* com o *goose neck*). Neste caso, o estudo considerou a frequência deste evento como remota (B), ou seja, não é esperado que aconteça. Já a sua severidade foi considerada Marginal (II) por se considerar um pequeno volume vazado para o ambiente marinho. Portanto, segundo a análise deste estudo, este risco foi classificado como tolerável (T).

O Cenário 10, inserido no Sistema IV, que compreende o sistema de transferência de carga entre o FPSO e o CTV, apontou como possíveis causas, furo no mangote ou falha no acoplamento das válvulas no *manifold* no trecho entre o conector curvo (*Goose neck*) do CTV até a válvula do *manifold* do navio-tanque. Segundo a análise realizada por este estudo, para este cenário foi considerada uma frequência Pouco Provável (C) e uma severidade Marginal (II) devido ao pequeno volume de óleo vazado considerado neste evento. Desta forma, o estudo classificou este risco como tolerável (T).

3.1.3. Média Liberação de Óleo

O Cenário 11, inserido no Sistema IV, considerou a potencial média liberação de óleo no ambiente marinho. A causa observada para este vazamento foi a ruptura da

amarração (*hawser*) entre o CTV e o navio-tanque relacionada à movimentação das embarcações e perda de posição do CTV ou navio-tanque. Por conta de o CTV possuir um sistema de posicionamento dinâmico que permite o controle constante do posicionamento e maior estabilidade mesmo em condições ambientais adversas, a frequência considerada pelo estudo para este evento foi remota (B). Apesar disso, a severidade do cenário foi considerada como média (III) devido ao volume vazado. Assim, a análise realizada apontou a classificação deste risco como tolerável (T).

3.1.4. Grande Liberação de Óleo

Foram levantados três cenários com potencial de grande liberação de óleo para o ambiente marinho:

O Cenário 5, ainda no Sistema II, compreende uma grande liberação de óleo no ambiente marinho. Neste caso, a causa levantada seria a ruptura do mangote fazendo com que todo o inventário presente no mesmo vaze. A análise realizada neste estudo classificou este risco como tolerável (T), pois apesar de a severidade considerada neste caso ser crítica (IV), a frequência deste evento é Extremamente Remota (A) por não ter sido encontrado nenhum caso similar registrado na indústria de óleo e gás.

No Cenário 6, compreendido no Sistema II, foi analisado o desacoplamento entre a válvula borboleta do FPSO e a *coupler valve* do CTV. Caso este cenário ocorra também haveria um vazamento de grande volume e por isso considera-se uma severidade crítica (IV) para este risco. Porém, durante a análise deste cenário sua frequência foi considerada Extremamente Remota (A), por não ter encontrado casos similares registrados na indústria. Desta forma esse risco foi classificado com tolerável.

Já no Cenário 12, inserido no Sistema IV, a causa levantada seria a ruptura do mangote fazendo com que todo o inventário presente no mesmo vaze de forma direta para o mar. A análise realizada neste estudo classificou este risco como tolerável (T), pois apesar de a

severidade considerada neste caso ser Crítica (IV), a frequência deste evento é Extremamente Remota (A) por não ter sido encontrado nenhum caso similar registrado na indústria de óleo e gás.

3.2. Matriz GUT

Apesar dos riscos já terem sido classificados em relação ao seu potencial de dano ao meio ambiente e a frequência em que podem vir a ocorrer, o estudo sentiu a necessidade de aplicar a ferramenta Matriz GUT para os riscos que possuíam maior impacto. Alguns riscos de grande impacto, como grande e média liberação de óleo, foram considerados como Toleráveis (T) na primeira análise do estudo. Esta segunda análise visa, através do uso da matriz, priorizar os cenários de maior impacto ambiental. Portanto, na tabela XX está disposta a matriz GUT com os cenários 5, 6, 11 e 12.

Tabela 2 Resultados da Matriz GUT.

	G	U	T	Resultado
Cenário 5	5	5	5	125
Cenário 6	5	5	3	75
Cenário 11	3	4	4	48
Cenário 12	5	5	5	125

Fonte: O autor.

Ao verificar os resultados obtidos pela Matriz GUT, pôde-se observar que os cenários 5 e 12 obtiveram valores maiores e, portanto, devem ser riscos priorizados quando for elaborado um plano de ação.

4. Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo levantar os possíveis riscos associados à operação de *offloading* com a utilização de uma nova metodologia envolvendo o uso da embarcação *Cargo Transfer Vessel* (CTV).

Apesar da metodologia analisada não ter apresentado riscos severos e não toleráveis, foi observado um aumento no número de pontos de atenção durante a operação. Isso se

deve ao aumento no número de embarcações, que resulta no aumento da quantidade de equipamentos envolvidos na atividade e também o número de conexões entre eles, enquanto que na atual operação de *offloading* é utilizada apenas uma embarcação, o navio aliviador com posicionamento dinâmico.

É importante destacar que as análises feitas neste estudo não consideraram particularidades operacionais de empresas contratadas e operadoras da indústria de óleo e gás. Desta forma, recomendam-se análises de risco dedicadas a cada caso particular, ou seja, por cada operadora que decida empregar a metodologia e a tecnologia do *Cargo Transfer Vessel* (CTV) em suas atividades de escoamento de produção de óleo e gás.

Além disso, o estudo chama atenção para o grau de impacto dos riscos analisados. Para riscos de menor impacto, como pequenas liberações de óleo e água oleosa, ações mitigadoras são suficientes para atenuar os danos causados ao meio ambiente. Para o caso de médias e grandes liberações de óleo no mar, o presente estudo recomenda que os responsáveis pelos projetos devam se antecipar ao risco, utilizando e/ou desenvolvendo mecanismos de salvaguarda a fim de evitar que os cenários venham a ocorrer.

Por fim, conclui-se que a o estudo cumpriu o seu objetivo de analisar qualitativamente os riscos ambientais e, principalmente, indicar possíveis pontos de atenção para evitar que vazamentos graves aconteçam neste tipo de operação, que tende a se tornar cada vez mais comum na indústria *offshore*.

5. Referências

- [1] MORAIS, J. M.; *Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore*. Brasília. IPEA e Petrobrás, 2013.
- [2] SANTOS, N. P. M.; *Análise Crítica das técnicas de Avaliação de Riscos de*

- Processo: Estudo de caso do HAZOP.* Dissertação. Mestrado em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, Brasil, 2016.
- [3] ITOPF, 2020. Disponível em: https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_brochure_2020_for_web.pdf. Acesso em: 08 nov. 2020.
- [4] SYVERTSEN, K. and SMEDAL, A; “Cargo Transfer Vessel”, WO 2014/206927 A1 2015, Dec. 31, 2014.
- [5] SERPA, R. R.; *Gerenciamento de riscos ambientais*. Desenvolvimento e meio ambiente, v. 5, 2002.
- [6] SOUZA, E. A. *O treinamento industrial e a gerência de riscos: Uma proposta de instrução programada*. Dissertação (Engenharia de Produção e Sistema) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil, 1995.
- [7] PMI. Project Management Institute. *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* – 6ª Edição. 4th ed., Newton Square, PA, 2017.
- [8] POLO, R. O. F.; *Operação de offloading: operação de alívio em um FPSO com navio convencional*. Monografia. Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Náutica (APNT). Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Rio de Janeiro. 2013.

6. Anexos

Anexo A – Matriz de Tolerabilidade de Risco

Matriz de Tolerabilidade de Riscos				Categorias de Frequência				
				A	B	C	D	E
				Extremamente Remota	Remota	Pouco Provável	Provável	Frequente
				Conceitualmente possível, mas extremamente improvável na vida útil da instalação.	Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação.	Possível de ocorrer até uma vez durante a vida útil da instalação	Esperado ocorrer mais de uma vez durante a vida útil da instalação	Esperado ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação.
Categorias de Severidade	V	Catastrófica	Danos catastróficos	M	M	NT	NT	NT
	IV	Crítica	Danos severos	T	M	M	NT	NT
	III	Média	Danos moderados	T	T	M	M	NT
	II	Marginal	Danos leves	T	T	T	M	M
	I	Desprezível	Danos insignificantes	T	T	T	T	M

Fonte: O Autor

Anexo B – Tabela de Categorias de Risco

Categoria de Risco	Descrição do Nível de Controle Necessário
Tolerável (T)	Não há necessidade de medidas adicionais. A monitoração é necessária para assegurar que os controles sejam mantidos.
Moderado (M)	Medidas adicionais devem ser avaliadas com o objetivo de obter-se uma redução dos riscos e implementadas aquelas consideradas praticáveis.
Não Tolerável (NT)	Os controles existentes são insuficientes. Métodos alternativos devem ser considerados para reduzir a probabilidade de ocorrência ou a severidade das consequências, de forma a trazer os riscos para regiões de menor magnitude de riscos.

Fonte: O autor

Anexo C – Matriz de Riscos

Cenário 1	Sistema I: Operação de transferência de carga entre CTV x Navio-tanque. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x Navio-tanque (Trecho entre o <i>Tanker end</i> do CTV e a válvula do manifold do Navio-tanque)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de água oleosa	Dano no mangote de transferência	Vazamento de água oleosa para o ambiente marinho	Deteção visual	A	II	T
Cenário 2	Sistema II: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x FPSO (Trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a <i>coupler valve</i> do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de água oleosa	Falha no acoplamento das válvulas no CTV e/ou no FPSO.	Vazamento de água oleosa para o ambiente marinho	Deteção visual	C	II	T
Cenário 3	Sistema II: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x FPSO (Trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a <i>coupler valve</i> do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Furo no mangote; Falha no acoplamento das válvulas no CTV e/ou no FPSO; Falha na ancoragem do cabo.	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual	B	II	T
Cenário 4	Sistema II: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x FPSO (Trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a <i>coupler valve</i> do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Desconexão do mangote devido à movimentação e perda de posição do CTV	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual	B	II	T
Cenário 5	Sistema II: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x FPSO (Trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a <i>coupler valve</i> do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Grande liberação de óleo	Ruptura do Mangote	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual	A	IV	T
Cenário 6	Sistema II: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Conexão entre CTV x FPSO (Trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a <i>coupler valve</i> do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Grande liberação de óleo	Desacoplamento das válvulas	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual	A	IV	T
Cenário 7	Sistema III: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga interna ao CTV (Ligação entre as válvulas coupler valve e o conector curvo "GOOSE NECK")						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Transbordamento do tanque devido à falhas mecânicas ou nas linhas de abastecimento	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção Visual	A	II	T

Cenário 8	Sistema III: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga interna ao CTV (Ligação entre as válvulas coupler valve e o conector curvo "GOOSE NECK")						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Falha em válvulas, flanges, conexões; Falha humana na manobra de válvulas;	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual;	A	II	T
Cenário 9	Sistema III: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga interna ao CTV (Ligação entre as válvulas coupler valve e o conector curvo "GOOSE NECK")						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Falha nas conexões da linha de transferência interna ao CTV (tubulação vinda das booster pumps com o goose neck)	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção Visual	B	II	T
Cenário 10	Sistema IV: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga entre CTV x Navio-tanque (trecho entre o conector curvo "GOOSE NECK" do CTV até a válvula do manifold do navio-tanque)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de óleo	Furo no mangote; Falha no acomplamento com as válvulas do manifold;	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção Visual	C	II	T
Cenário 11	Sistema IV: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga entre CTV x Navio-tanque (trecho entre o conector curvo "GOOSE NECK" do CTV até a válvula do manifold do navio-tanque)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Média liberação de óleo	Ruptura do sistema de amarração (hawser) relacionada a movimentação e perda de posição do CTV ou navio-tanque	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção visual	B	III	T
Cenário 12	Sistema IV: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Transferência de carga entre CTV x Navio-tanque (trecho entre o conector curvo "GOOSE NECK" do CTV até a válvula do manifold do navio-tanque)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Grande liberação de óleo	Ruptura do mangote	Vazamento de óleo para o ambiente marinho	Deteção Visual	A	IV	T

Cenário 13	Sistema V: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Desconexão entre válvulas do CTV x FPSO (trecho entre a válvula borboleta do FPSO e a coupler valve do CTV)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de água oleosa	Falhas na válvula solenóide (NSV)	Vazamento de água oleosa para o ambiente marinho	Deteção Visual	E	II	M
Cenário 14	Sistema VI: Operação de offloading entre FPSO x CTV. Descrição do cenário: Desconexão entre válvulas do CTV x Navio-tanque (trecho entre o conector curvo "GOOSE NECK" do CTV e a válvula do manifold do navio-tanque)						
	Perigo	Causas	Consequências	Como detectar	Frequência	Severidade	Risco
	Pequena liberação de água oleosa	Falha na desconexão das válvulas do manifold	Vazamento de água oleosa para o ambiente marinho	Deteção Visual	A	II	T

Fonte: O autor