

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM ESTUDOS MARÍTIMOS

GILBERTO MACIEL DA SILVA

**TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO CRU NO MAR ENTRE NAVIOS:
Uma alternativa para reduzir os danos ambientais marítimos**

RIO DE JANEIRO

2021

GILBERTO MACIEL DA SILVA

TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO CRU NO MAR ENTRE NAVIOS:

Uma alternativa para reduzir os danos ambientais marítimos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos. Área de Concentração em Defesa, Governança e Segurança Marítima.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Abreu de Moura

Rio de Janeiro

2021

S586t Silva, Gilberto Maciel da

Transferência de óleo cru no mar entre navios: uma alternativa para reduzir os danos ambientais marítimos. / Gilberto Maciel da Silva.- Rio de Janeiro: 2021. 81f : il.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2020.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária

Cremilda Santos – CRB7/3200

Biblioteca da Escola de Guerra Naval

GILBERTO MACIEL DA SILVA

TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO CRU NO MAR ENTRE NAVIOS:

Uma alternativa para reduzir os danos ambientais marítimos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos. Área de Concentração em Defesa, Governança e Segurança Marítima.

Aprovada em ____ de _____ de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Augusto Abreu de Moura
Doutor - EGN

Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida
Doutor - EGN

Prof. Dr. Márcio Rocha
Doutor - UFF

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais Laudicéa e João (in memoriam), que não pouparam esforços ao investir em minha formação.

À minha esposa Suzana, companheira de travessia nessa viagem que chamamos vida, cujo apoio, incentivo e amor foram fundamentais para chegar até aqui.

À minha querida filha Bárbara, motivo de orgulho e admiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de vida e inspiração em todas as conquistas.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. José Augusto Abreu de Moura, por sua paciência e atenção dispensados. Suas observações e orientações foram fundamentais para a execução do presente trabalho.

Ao CLC Nasareno Figueiredo Cei, por compartilhar seu conhecimento e fornecer dados que em muito me auxiliaram para o desenvolvimento da pesquisa.

À TRANSPETRO, pelo apoio recebido para realização desse mestrado.

Ao corpo docente do PPGEM e seus funcionários, cujo trabalho e dedicação nos oferece um curso de excelência.

Os que, tomando navios, descem aos mares, os que fazem tráfico na imensidade das águas, esses veem as obras do Senhor e as suas maravilhas nas profundezas do abismo.

Salmos 107,23-24

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar as operações de transferência de óleo cru entre navios nas áreas das bacias de exploração do Espírito Santo, Campos e Santos. Com o crescimento da produção nacional de petróleo, e em profundidades cada vez maiores, esse tipo de operação se tornou mais frequente e desafiadora. Novas modalidades de transferência foram adotadas a fim de atender com eficiência e segurança a produção daquelas áreas. Assim surgem as operações de transferência conhecidas como “Ship to ship” (STS) navegando e suas variantes: atracado e fundeado. Diante desse cenário, buscou-se entender como cada modalidade de transferência é executada, quais suas condicionantes operacionais e o arcabouço legal que rege a atividade, e qual poderia se apresentar como a melhor alternativa a fim de reduzir os riscos ambientais marítimos. Foi feita ainda uma análise qualitativa e quantitativa do risco em cada uma das modalidades, e os custos envolvidos. Comparou-se então os resultados a fim de concluir qual das modalidades traz maior eficiência técnica e econômica para a transferência de petróleo no mar.

Palavras-chave: Transferência. Óleo cru. Navios. Segurança. Eficiência.

ABSTRACT

This work aims to analyze the operations of transferring crude oil between ships in the areas of the exploration basins of Espírito Santo, Campos and Santos. With the growth of national oil production, at increasingly greater depths, this type of operation has become more frequent and challenging. New transfer modalities were adopted in order to efficiently and safely supply the production in those areas. Thus the transfer operations known as “Ship to Ship” (STS) sailing and its variants arise: moored and anchored. In view of this scenario, the goal was to understand how each type of transfer is carried out, its operational conditions and the legal framework that guides the activity, and what could present itself as the best alternative in order to reduce maritime environmental risks. A qualitative and quantitative analysis of the risk was also carried out in each of the modalities, and the costs involved were calculated. The results were then compared in order to conclude which of the modalities brings greater technical and economic efficiency for the transfer of oil at sea.

Keywords: Transfer. Crude oil. Ships. Safety. Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Operação em quadro de boias..... | 18 |
| Figura 2 - Navio aliviador amarrado à monoboia..... | 19 |
| Figura 3 - Navio aliviador amarrado ao FPSO | 20 |
| Figura 4 - STS underway | 21 |
| Figura 5 - STS fundeado | 22 |
| Figura 6 - STS atracado..... | 22 |
| Figura 7 - Operação de alívio CTV..... | 30 |
| Figura 8 - Requisitos MARPOL..... | 32 |
| Figura 9 - Operações de transferência de óleo..... | 37 |
| Figura 10 - Sistema DP | 38 |
| Figura 11 - Amarração tipo "turret" | 38 |
| Figura 12 - Amarração "spread mooring" | 39 |
| Figura 13 - Uso de rebocador "pull back" | 40 |
| Figura 14 - Rotas analisadas..... | 41 |
| Figura 15 - Área para STS fundeado | 44 |
| Figura 16 - Derrame de óleo no TEBIG..... | 44 |
| Figura 17 - Áreas autorizadas para STS navegando | 47 |
| Figura 18 - Ocorrência de mau tempo..... | 48 |
| Figura 19 - Número de derrames x Quantidade de petróleo transportada..... | 51 |
| Figura 20 - Causas de Derrames | 52 |
| Figura 21 - Governança Corporativa | 53 |
| Figura 22 - Etapas da Análise de Risco..... | 54 |
| Figura 23 - Análise HAZID..... | 55 |
| Figura 24 - Matriz de Tolerabilidade de Risco..... | 56 |
| Figura 25 - Categorias de Severidade para o Meio Ambiente - Água | 57 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Componentes do Custo (em R\$) | 67 |
| Tabela 2 – Severidade x Frequência | 69 |
| Tabela 3 - Grau de Risco..... | 70 |
| Tabela 4 - Custo e risco de cada modalidade..... | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------------|---|
| AJB | Águas Jurisdicionais Brasileiras |
| ANP | Agência Nacional do Petróleo |
| API | American Petroleum Institute |
| CALM | Catenary Anchor Leg Mooring |
| CENAP | Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisa de Petróleo |
| CENPES Miguez | Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo de Mello |
| CLC | Civil Liability Convention |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| CTV | Cargo Transfer Vessel |
| DJSI | Dow Jones Sustainability Index |
| DP | Dynamic Position |
| DPC | Diretoria de Portos e Costas |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| FPSO | Floating Production Storage and Offloading |
| HAZID | Hazard Identification |
| IAPH | International Association of Ports and Harbors |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGC | Instituto Brasileiro de Gestão Corporativa |
| ICS | International Chamber of Shipping |
| IMCO | Inter-Governmental Maritime Consultative Organization |
| IMO | International Maritime Organization |
| INEA | Instituto Estadual do Ambiente |
| INTERTANKO | International Association of Independent Tanker Owners |

| | |
|-----------|---|
| ISGOTT | International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals |
| ITOPF | International Tanker Owners Pollution Federation |
| MARPOL | Marine Pollution |
| NORMAN | Norma da Autoridade Marítima |
| NPCP | Normas para as Capitánias dos Portos |
| OCIMF | Oil Companies International Marine Forum |
| OPCR | International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation |
| PETROBRAS | Petróleo Brasileiro Sociedade Anônima |
| PND | Política Nacional de Defesa |
| SIGTTO | Society Of International Gas Tanker and Terminal Operators |
| STS | Ship to Ship |
| TEBAR | Terminal Almirante Barroso |
| TEBIG | Terminal da Baía de Ilha Grande |
| TEMADRE | Terminal de Madre de Deus |
| TPB | Tonelada de Porte Bruto |
| VLCC | Very Large Crude Oil Cargo |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONTEXTO ATUAL DAS OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO..... | 26 |
| 1.1 A movimentação de petróleo nos principais terminais de operação..... | 29 |
| 1.2 Novas possibilidades..... | 30 |
| 2. DETERMINAÇÕES LEGAIS PARA AS OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA | 31 |
| 2.1 Normas internacionais..... | 31 |
| 2.2 Normas nacionais | 34 |
| 3. TRANSFERÊNCIA DE CARGA PELO MODO DIRETO | 37 |
| 3.1 Condicionantes operacionais | 37 |
| 4. TRANSFERÊNCIA DE CARGA PELO MÉTODO STS..... | 44 |
| 4.1 Condicionantes operacionais | 46 |
| 4.1.1 Transferência por STS navegando..... | 46 |
| 4.1.2 Transferência por STS fundeado..... | 48 |
| 4.1.3 Transferência por STS atracado | 48 |
| 5.0 RISCOS EM OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO..... | 50 |
| 5.1 Técnicas de análise de risco | 54 |
| 5.2 Riscos de uma operação pelo modo direto | 59 |
| 5.3 Riscos de uma operação STS | 60 |
| 5.3.1 STS NAVEGANDO | 61 |
| 5.3.2 STS FUNDEADO | 63 |
| 5.3.3 STS ATRACADO | 65 |
| 6.0 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA | 67 |
| 7.0 COMPARAÇÃO ENTRE AS MODALIDADES DE TRANSFERÊNCIA..... | 69 |
| CONCLUSÃO | 73 |
| REFERÊNCIAS..... | 76 |

INTRODUÇÃO

Em 1948, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a partir da conferência de Genebra a Organização Consultiva Marítima Intergovernamental (IMCO), nome alterado em 1982 para Organização Marítima Internacional (IMO). A convenção, em seu primeiro artigo, estabelece como um dos objetivos da nova Organização¹:

(a) Fornecer mecanismos para cooperação entre Governos no campo da regulamentação governamental e práticas relacionadas a questões técnicas de todos os tipos que afetam o transporte marítimo envolvido no comércio internacional; para encorajar e facilitar a adoção geral dos mais elevados padrões praticáveis em matéria de segurança marítima, eficiência da navegação e prevenção e controle da poluição marinha por navios (IMO, 1948).

Desde o princípio já havia uma preocupação da comunidade internacional com a poluição marinha. Contudo, após o acidente com o petroleiro Torrey Canyon, em 1967, quando 120.000 toneladas de óleo foram derramadas junto à costa da Inglaterra, uma série de medidas foram criadas com o objetivo de prevenir e minimizar esse tipo de ocorrência. A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 73/78) foi uma das mais importantes e conta com 150 Estados Parte.

No Brasil, essa preocupação está registrada na Política Nacional de Defesa – PND (2020). Inicialmente, reconhece a riqueza dos recursos marinhos existentes, ao avaliar o ambiente nacional, em seu item 2.2.14:

Por sua vez, a natural vocação marítima brasileira é respaldada pelo seu extenso litoral, pela magnitude do seu comércio marítimo e pela incontestável importância estratégica do Atlântico Sul, o qual acolhe a denominada Amazônia Azul®, ecossistema de área comparável à Amazônia brasileira e de vital relevância para o País, na medida em que incorpora elevado potencial de recursos vivos e não vivos, entre estes, as maiores reservas de petróleo e gás do Brasil (PND, 2020).

O mesmo documento prossegue tratando da soberania nacional sobre tais recursos. Em seu item 2.3.4., ao avaliar o ambiente internacional, aponta que:

¹ Convenção da Organização Marítima Internacional. Adotada em 6 de março de 1948 e entrada em vigor: 17 de março de 1958. Disponível em: <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-the-International-Maritime-Organization.aspx>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

A expansão mundial das atividades humanas, decorrente dos crescimentos econômico e populacional, tem resultado na ampliação da demanda por recursos naturais. Dessa forma, não se pode negligenciar a intensificação de disputas por áreas marítimas, pelo domínio espacial e por fontes de água doce, de alimentos, de recursos minerais, de biodiversidade e de energia. Tais questões poderão levar a ingerências em assuntos internos ou a controvérsias por interesses sobre espaços sujeitos à soberania dos Estados, configurando possíveis quadros de conflito (PND, 2020).

A PND ainda, no item 3, com relação à Concepção Política de Defesa, declara que um dos pressupostos (VII) é o “uso sustentável dos recursos ambientais, respeitando a soberania dos Estados”.

Portanto, os recursos explorados nessa “Amazônia Azul” demandam especial atenção por parte do Governo, ao estabelecer políticas públicas que contemplem o ambiente marítimo, preservando sua soberania, seu aspecto econômico e a proteção ambiental, especialmente com relação aos riscos inerentes à exploração de petróleo.

Dentro dessa perspectiva, é indispensável que as empresas que atuam no setor de *upstream*² possuam um claro processo de governança corporativa, em que por meio de um conjunto de regras, restrições e procedimentos obtenham não somente os melhores resultados, promovendo o desenvolvimento econômico, mas o façam com respeito à sociedade e ao meio ambiente.

Deste modo, tanto o governo quanto as empresas devem ter a preocupação de atuarem, cada um dentro da sua esfera, com *responsabilidade corporativa*, conceito definido segundo o Instituto Brasileiro de Gestão Corporativa (IBGC, 2015), como: o zelo pela viabilidade econômico-financeira das organizações, na medida em que reduzem as externalidades negativas (poluição ambiental e suas consequências à sociedade) e aumentam as positivas (como geração de empregos e distribuição de royalties) em suas operações levando em consideração os capitais financeiro, humano, ambiental e reputacional.

Nesse sentido as convenções e normas internacionais das quais o Brasil é signatário, bem como a legislação nacional aplicada, são instrumentos que

² Atividades de busca, identificação e localização das fontes de óleo, e ainda o transporte deste óleo extraído até as refinarias, onde será processado.

contribuem para esse propósito, devendo ser monitoradas e controladas pelo Estado e cumpridas pelas empresas.

A partir dessa preocupação com o meio ambiente, diversas pesquisas e iniciativas ao redor do mundo têm sido feitas para que os combustíveis fósseis venham a ser substituídos por fontes energéticas mais limpas e renováveis. Entretanto, o petróleo levará ao menos 20 anos para que deixe de ser a principal fonte de energia. Segundo Estigarribia (2019), essa é a expectativa apresentada por Mark Zoback, professor de Geofísica e membro sênior do Instituto de Pesquisas Energéticas da Universidade Stanford.

Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo - ANP (Anuário Estatístico, 2019), em 2018 a quantidade de petróleo do Brasil (reservas provadas³) foi de 13,4 bilhões de barris, no qual 94% desse total são provenientes do mar. Ainda conforme a ANP, o consumo de petróleo no mesmo ano foi de 3,08 milhões barris/dia. Portanto, hoje o país tem petróleo para aproximadamente mais 12 anos, considerando apenas as reservas *offshore*. Um óleo que precisa ser transportado para terra por meio de navios.

A pesquisa tem como tema as operações de transferência de óleo cru entre navios, nessas áreas *offshore*, mais especificamente no sudeste do país e nos terminais de Angra dos Reis (RJ) e São Sebastião (SP). Ao comparar os métodos utilizados para essas operações pretendeu-se, dentro da interdisciplinaridade inerente aos Estudos Marítimos, avaliar além dos aspectos técnicos que envolvem tal logística e de que forma essa responsabilidade corporativa acontece, analisando os custos e riscos envolvidos na atividade, os normativos legais que balizam o manuseio de cargas perigosas e os impactos políticos e sociais decorrentes de seu transporte.

Entendendo que a exploração desse recurso é muito importante para o desenvolvimento do país, esses impactos podem ser extremamente positivos quando sua exploração e transporte são realizados de forma segura. Da mesma forma, os acidentes relacionados à poluição no mar são extremamente danosos, não só para o

³ Quantidade de Petróleo ou Gás Natural que a análise de dados de geociências e engenharia indica com razoável certeza, como recuperáveis (Resolução ANP nº47/2014, Art. 2º, XVII).

meio ambiente, como também para a própria sobrevivência da empresa e a imagem do Brasil diante da comunidade internacional.

Primeiramente, a fim de contextualizar o presente estudo, cabe um breve histórico sobre a atividade de exploração de petróleo em alto mar no mundo e no Brasil, e como ela vem sendo feita nos dias atuais.

Segundo Moraes (2013), as primeiras incursões para exploração no mar tiveram início em 1896, na Califórnia (EUA). Ainda bem rudimentar e com uma estrutura muito parecida com a exploração *onshore*, o primeiro poço tinha 6 metros de profundidade e ficava a 15 metros da praia. As distâncias da costa e a profundidade foram aumentando, com isso novos desafios surgiram.

Em 1947 foi construída a primeira plataforma independente da história *offshore*, no Golfo do México. A Kermac 16 ficava a 12 milhas da costa, fixada a 31 metros de profundidade e operou até 1984. Dada a sua pequena dimensão, não possuía habitação para os trabalhadores e não havia espaço para armazenar petróleo. A solução foi transferir o óleo para um navio, fundeado ao lado da plataforma, denominado de “*tender-supported platform*”, ou embarcação de suporte às plataformas, origem dos chamados “navios aliviadores”. Esse arranjo para a retirada do óleo e seu transporte para a terra passou a ser adotado em todos os tipos de plataformas nas áreas de exploração afastadas da costa, ao redor do mundo.

Não há como dissociar a história da exploração de petróleo no Brasil da história da PETROBRAS, motivo pelo qual grande parte das informações e análises aqui apresentadas tem nela sua origem. Empresa estatal criada em 21 de setembro de 1953, pela Lei nº 2004/53, assinada pelo então presidente Getúlio Vargas com a função de exercer o monopólio das atividades de exploração, produção, refino e transporte de petróleo e derivados.

Contudo, uma lei em si não é suficiente para eliminar o atraso que o país possuía com relação à indústria do petróleo. Não havia engenheiros, geólogos, geofísicos e químicos especializados em petróleo, muito menos instituições de ensino que formassem tais profissionais. Foi criado então, em 1955, o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), substituído em 1966 pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello

(CENPES), que foi o grande responsável pelos avanços tecnológicos que o país produziu ao longo dos anos na exploração, produção e transporte do petróleo extraído das bacias *offshore*. Desempenho que levou o país a ocupar a liderança em tecnologia para a produção de petróleo em águas profundas (MORAIS, 2013).

Dadas as características específicas da nossa costa, os modelos adotados para o armazenamento e transferência de óleo cru em alto mar foram sendo adaptados. No princípio, o navio aliviador ficava amarrado a um quadro de boias (fig.1). O petróleo era transferido por meio de mangotes flutuantes. Depois de completar seu carregamento, era substituído por outro. Contudo, nesse processo de substituição a produção tinha que ser interrompida e qualquer atraso por conta das condições de tempo que impedissem outro navio de se posicionar no quadro comprometia a estabilidade da extração do poço.

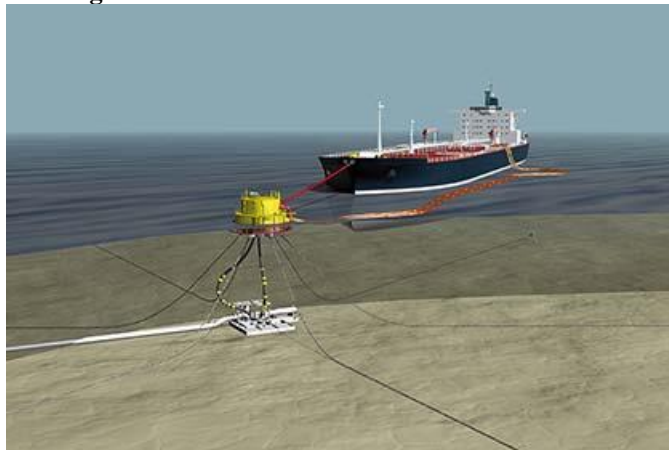
Figura 1 - Operação em quadro de boias



Fonte: Página da Portos&Mercados⁴

A solução encontrada foi manter um navio fixo no quadro de boias recebendo o petróleo da plataforma enquanto outro navio (aliviador) era amarrado a boias e mantido na posição com uso de rebocadores. O óleo era transferido entre os navios por meio de mangotes flutuantes. Entretanto, qualquer alteração na direção do vento e/ou da corrente obrigava a interrupção da operação. Foi quando entrou em cena a utilização de boias do tipo CALM – Catenary Anchor Leg Mooring (fig.2). Por se tratar de uma estrutura giratória, o afilamento com a resultante das forças é facilitado, mantendo o navio afastado da boia.

⁴ Disponível em: <https://www.portosmercados.com.br/o-que-faz-um-capitao-de-manobras/> Acesso em: 06 de mai. 2020.

Figura 2 - Navio aliviador amarrado à monoboia

Fonte: Página da BlueWater⁵

Porém, com a localização dos poços cada vez mais longe da costa e em maior profundidade (águas profundas e ultra profundas), não há como ancorar a monoboia ao fundo. A armazenagem e transferência precisava ser repensada. Passou-se então a utilizar um tipo específico de navio-plataforma, o FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*).

Contudo, essas unidades não eram consideradas como um sistema definitivo de produção. Não se acreditava em ancoragens de 20 ou 30 anos, em sistemas definitivos. A PETROBRAS foi pioneira nessa visão. Os primeiros FPSOs foram concebidos a partir de cascos de navios petroleiros adaptados, entrando em operação na década de 80. A empresa obteve em 1992 a primeira diretriz de uma unidade classificada como FPSO junto à Autoridade Marítima e Sociedades Classificadoras. A vantagem dessa conquista se deve ao fato de que, enquanto a unidade fosse considerada um navio convertido em plataforma, deveria a cada dois anos e meio retornar para o porto para inspeção. Com tal classificação, essa obrigação deixaria de existir, não ocasionando a descontinuidade na produção.

Atualmente 44 plataformas desse tipo operam nas bacias oceânicas brasileiras. Nesse modelo de operação, o navio aliviador é amarrado ao FPSO (fig.3), sendo a carga transferida por meio de mangotes flutuantes conectados à proa ou meia nau, conforme o tipo de conexão existente.

⁵ Disponível em: <https://www.bluewater.com> . Acesso em 10 mai. 2020.

Figura 3 - Navio aliviador amarrado ao FPSO

Fonte: PETROBRAS, RIMA 2014, p. 12

Diante da crescente produção *offshore*, aumentou também o número de operações de alívio. A necessidade de deslocamento do navio aliviador até o terminal de descarga vem ocasionando uma ausência prolongada da área de transferência, já que os principais terminais de descarga se encontram em Angra dos Reis (RJ) e São Sebastião (SP). Esse tipo de operação de transferência foi denominado no presente estudo de “modalidade direta”, ou seja, após a retirada do petróleo da bacia *offshore*, a sua descarga é feita para os tanques de terra do terminal.

Assim, buscando reduzir esse tempo de ausência, outra forma de operação de transbordo passou a ser utilizada – a transferência *ship to ship* (STS). Essa operação, denominada de *STS underway* (fig.4), consiste originalmente, na transferência de carga entre dois navios estando ambos em movimento. É uma operação realizada em áreas pré-determinadas e mais próximas das áreas de produção e, com ela, o aliviador após transferir o óleo para outro navio (que vai transportá-lo até o terminal), regressa com mais brevidade para realizar outro alívio.

Figura 4 - STS underway

Fonte: Página da Auk Visser's⁶

As áreas das nossas principais bacias *offshore*, Espírito Santo, Campos e Santos, apresentam, contudo, a frequente incidência de ventos moderados a fortes e *swell*⁷ elevados. Tais condições inviabilizam operações “*STS underway*”.

Já que a capacidade de armazenamento dos FPSOs é limitada e a produção do poço é contínua, é necessário que o navio aliviador transfira sua carga o mais rápido possível. Assim, surgem mais duas opções de transferência entre navios que independem de eventuais esperas por berços de atracação dos terminais, e mesmo o aliviador se deslocando para áreas do porto ou próximas a ele, são áreas mais abrigadas, menos sujeitas a influências das condições meteoceanográficas⁸.

A primeira variação é a transferência de carga com um dos navios fundeado e o outro atracando ao seu contrabordo. Operação conhecida como “*STS fundeado*” (fig.5).

⁶ Disponível em: aukevisser.nl/supertankers/VLCC%20C/id1156.htm Acesso em: 10 mai. 2020.

⁷ Ondulação contínua no mar que dependendo da altura e frequência produz grandes balanços nas embarcações.

⁸ Condições atmosféricas e oceânicas sobre uma determinada área marítima.

Figura 5 - STS fundeado

Fonte: Acervo Transpetro

Uma outra opção de transferência, dada a impossibilidade de realizá-la em alto mar, é conhecida como STS atracado (“*double banking*”). O navio receptor é atracado a um terminal. Posteriormente o navio aliviador atraca a seu contrabordo e faz a transferência da carga (fig. 6), permitindo assim otimizar o uso dos outros piers pelo terminal para outras operações, e caso haja necessidade de que a carga seja complementada por mais de um navio aliviador, o receptor já estará pronto.

Figura 6 - STS atracado

Fonte: Acervo Transpetro

Na realidade, o método direto e as três formas de STS podem se prestar, dependendo da ocasião, ao transporte do óleo tanto para terminais ou refinarias como para locais distantes (cargas de exportação).

As modalidades de STS analisadas são, portanto, uma resposta para a necessidade de se encontrar soluções inovadoras que possibilitem a exploração

desse recurso energético, diante dos desafios de logística existentes. Cabe aqui, conceituar, segundo o Manual de Oslo, o que é definido como inovação:

156 Uma inovação de produto é a introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que concerne a suas características ou usos previstos. Incluem-se melhoramentos significativos em especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, facilidade de uso ou outras características funcionais

163 Uma inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado. Incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou softwares (BRASIL, 1997, p.57-58).

Surge então o problema a ser estudado: Em que medida a utilização de sistema de transferência de óleo cru entre navios utilizando a recente modalidade “Ship to ship” (STS) é mais efetiva que a modalidade direta considerando os custos e os riscos operacionais envolvidos?

Será considerada como variável de referência (Vr) a “modalidade direta”. Já a modalidade de transferência “Ship to ship” será a variável em teste (Vt).

Como hipótese, considerou-se que a aplicação da modalidade STS é mais efetiva que a direta, ou seja, diante dos custos e riscos envolvidos a modalidade STS apresentará os melhores resultados. Para verificar tal afirmação, foi definido como objetivo geral da dissertação comparar os processos de transferência de óleo cru entre navios “Ship to ship” com a modalidade direta, em termos de custos e riscos operacionais envolvidos.

A fim de alcançar o objetivo geral, foram desdobrados os seguintes objetivos específicos, cada um tratado em um capítulo próprio:

1. Identificar as determinações legais que condicionam as operações de transferência de petróleo no ambiente marítimo;
2. Analisar as características e os fatores que influenciam a transferência de óleo cru, na modalidade direta, com ênfase nos riscos operacionais envolvidos;
3. Analisar as características e os fatores que influenciam a transferência de óleo cru, na modalidade “Ship to Ship”, com ênfase nos riscos operacionais envolvidos;
4. Analisar os custos envolvidos em uma operação de transferência de óleo cru, nas modalidades direta e “Ship to ship”;

5. Comparar as modalidades de transferência “Ship to ship” em relação à modalidade direta sob os aspectos dos riscos operacionais e custo analisados.

A pesquisa que resultou no presente trabalho justificou-se porque as operações de transferência STS buscam atender à necessidade do setor de otimizar as movimentações de petróleo, diante do crescimento da produção. Contudo, elas estão cercadas de questionamentos, principalmente quanto aos aspectos ambiental e legal, não se conhecendo, até o momento, qualquer estudo abrangente aplicado às condições da região aqui elencadas, que diante dos custos e riscos envolvidos, considerando os aspectos de governança, permita formular doutrina a respeito.

Assim, espera-se que os conceitos aqui evidenciados permitam subsidiar a formação de uma doutrina para o preenchimento de tal lacuna.

Para a realização do trabalho foi empregado o método de abordagem dedutivo com base em experimentos práticos e buscou-se prever a ocorrência de fenômenos particulares.

Como método de procedimento, adotou-se o funcionalista (ao interpretar os dados obtidos) em conjunto com o método comparativo (LAKATOS, 2003). A técnica utilizada consistiu na pesquisa indireta de fontes primárias (documental) e de fontes secundárias (bibliográfica). Pesquisa essa se limitando às operações realizadas nas principais bacias de exploração atualmente: Espírito Santo, Campos e Santos; e nos dois terminais com maior movimentação de carga do país: os terminais de Angra dos Reis (TEBIG) e de São Sebastião (TEBAR).

Esta dissertação possui sete capítulos, incluindo a presente introdução e a conclusão.

O primeiro capítulo apresenta como os conceitos de eficiência técnica e econômica (VASCONCELLOS, 2002) são perfeitamente aplicáveis às novas modalidades de transferência de óleo cru estudadas. A fim de analisar o risco envolvido em tal atividade, Knight (1933) afirma que esse risco pode ser mensurado. É apresentado então a metodologia utilizada com esse propósito e qual o contexto atual dessas operações.

O segundo capítulo discorre sobre o arcabouço legal (nacional e internacional), relacionado ao transporte marítimo de cargas perigosas. Aborda também aspectos pertinentes à construção do navio, sua operação e medidas de prevenção à poluição.

O terceiro capítulo apresenta como ocorre a operação pelo modo direto e seus condicionantes operacionais.

O quarto capítulo trata, por sua vez, das modalidades de transferência utilizadas nas operações de “Ship to Ship” (STS) e seus condicionantes operacionais.

No quinto capítulo, a fim de classificar qualitativamente os riscos envolvidos em cada uma das modalidades de transferência, nos principais eventos (atracação, desatracação e operação) foram integradas as metodologias de análise de risco HAZID (“Hazard Identification”) e Matriz de Tolerabilidade de Risco.

O sexto capítulo apresenta os custos envolvidos em cada operação, que devido ao seu caráter de confidencialidade teve suas rubricas alteradas por uma constante, mantendo-se sua proporcionalidade.

O sétimo capítulo compara as modalidades de transferência, levando em consideração a eficiência técnica e econômica de cada uma, buscando ao final, evidenciar a que apresenta os melhores resultados.

Por fim, na conclusão, a partir dos dados apresentados no presente trabalho, são apresentadas as considerações que levam a responder a questão inicial da pesquisa: Em que medida a utilização de sistema de transferência de óleo cru entre navios utilizando a recente modalidade “Ship to Ship” (STS) é mais efetiva que a modalidade direta considerando os custos e os riscos operacionais envolvidos?

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONTEXTO ATUAL DAS OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO

A indústria do petróleo requer um grande aporte de capital; portanto, para que seja viável, deve adotar processos que permitam ser eficiente técnica e economicamente.

Diante de sua complexidade, essa eficiência não pode ser pontual ou localizada, ela deve perpassar toda a cadeia produtiva, agregando valor de forma consistente, sistemática e integrada. Para tanto, a existência de normas, regras e diretrizes bem definidas, o estabelecimento de procedimentos e a definição de responsabilidades são objetivos que precisam estar presentes em todos os atores envolvidos: públicos e privados. Todos devem atuar em conjunto, para isso, deve existir uma governança nos processos adotados, a fim de que os princípios da economicidade e da eficiência estejam presentes, ou seja, gastar o mínimo possível avaliando a relação entre os custos e os resultados obtidos.

Na visão microeconômica de Vasconcellos (2002), a escolha do processo de produção depende de sua eficiência, uma vez que pode ser aferida tanto pelo ponto de vista tecnológico quanto pelo ponto de vista econômico:

eficiência técnica (ou tecnológica): entre dois ou mais processos de produção, é aquele que permite produzir uma mesma quantidade de produto, utilizando menor quantidade física de fatores de produção;

eficiência econômica: entre dois ou mais processos de produção, é aquele que permite produzir uma mesma quantidade de produto, com menor custo de produção (VASCONCELLOS, 2002).

Com relação à eficiência técnica, o Brasil tem sido referência no que diz respeito à produção de petróleo em águas profundas (entre 300 e 1500 metros) e ultra profundas (lâmina d'água superior a 1500m), em que novas técnicas foram incorporadas para que a eficiência econômica também possa ser mantida. Da mesma forma, o transporte desse petróleo tem acompanhado tal evolução. Navios que permitam operações e manobras mais seguras são utilizados, a fim de que esse petróleo chegue até os terminais, e por fim, para as refinarias.

Quanto à eficiência econômica, ao se buscar produzir uma mesma quantidade de produto com o menor custo, não se deve ignorar que a exploração de petróleo e seu

transporte são atividades perigosas, onde o risco ao meio ambiente e à vida humana estão presentes. Portanto, a redução de custos somente será viável se não comprometer a segurança operacional.

É oportuno aqui, dentre os muitos conceitos existentes no campo da segurança do trabalho, apresentar de forma sucinta, a diferença entre perigo e risco. Perigo é a fonte potencial geradora de danos ou prejuízos e risco é a exposição a essa fonte. No caso do transporte marítimo de petróleo, não é possível eliminarmos o perigo (o navio petroleiro), mas adotar medidas no sentido de mitigar o risco (ocorrência de danos às pessoas, ao patrimônio ou ao meio ambiente).

Segundo Knight (1933), a incerteza é radicalmente distinta da noção familiar de risco. Para o economista americano, risco está relacionado a uma quantidade capaz de ser mensurada, uma “incerteza mensurável”. Sendo mensurável é possível então agir, no sentido de reduzi-lo ou eliminá-lo.

Dessa forma, ao comparar os tipos de operações de alívio realizadas em nossas bacias de exploração e apresentadas no neste trabalho, procurou-se avaliar tanto quantitativamente quanto qualitativamente o risco. Diante das inúmeras técnicas para avaliação dos riscos, optou-se em combinar as metodologias HAZID (*Harzad Identification*) com a matriz de probabilidade/consequência. O HAZID é uma técnica de identificação prévia de ameaças potenciais que podem resultar em danos a pessoas, instalações, meio ambiente e imagem da empresa⁹. A matriz é um meio de combinar classificações qualitativas ou semiquantitativas de consequências e probabilidades, a fim de produzir um nível de risco ou classificação de risco.

Ao final, diante dos resultados obtidos é possível aferir qual das operações de alívio reúne os melhores indicadores, e que junto com a eficiência técnica e econômica produzirão uma operação segura e rentável.

Desde a primeira revolução industrial, até a indústria 4.0 dos dias atuais, a evolução dos processos de produção tem sido uma constante, em que a velocidade com que as mudanças ocorrem é cada vez maior. Jeffrey Sachs, diretor do Centro de Desenvolvimento Internacional e professor de Comércio Internacional da Universidade de Harvard, traz uma visão instigadora ao afirmar, em artigo

⁹ Norma Petrobras N-2784. **Confiabilidade e Análise de Riscos Industriais**. REV B. 08/2015 p. 10

publicado pelo *The Economist*¹⁰, que o mundo de hoje é dividido não pela ideologia, mas pela tecnologia.

O Brasil, dentro dessa divisão preconizada por Sachs (2000), apesar de fazer parte do bloco emergente, consumidor de tecnologia e com sua economia voltada para a exportação de commodities, tem ocupado uma posição de destaque quando o assunto é exploração de petróleo. Nesse aspecto, a localização de nossas jazidas no pré-sal impulsionou a busca por soluções inovadoras em toda a cadeia de produção.

A retirada e transferência desse petróleo do poço para as refinarias tem acompanhado tal evolução. Como já foi observado, na medida em que a profundidade dos poços aumentou, junto com a produção diária deles, novas soluções são implementadas, de maneira que possíveis gargalos logísticos sejam evitados.

Alguns trabalhos acadêmicos têm se debruçado sobre o assunto, como por exemplo, as análises apresentadas por Teixeira (2011). Neste trabalho, o autor comparou as operações STS fundeado, realizadas no terminal da Baía de Ilha Grande (TEBIG), em duas situações: (a) os aliviadores utilizando apenas o modo direto; e (b) utilizando o modo direto, para transferir óleo para os tanques de terra, e o STS fundeado, para transferir óleo para o navio fundeado na área delimitada para esse tipo de operação. Em ambas as situações o destino final desse óleo poderá ser tanto para as refinarias nacionais (a partir dos tanques de terra, via oleoduto ou transportado por outro navio) quanto para exportação.

No primeiro caso – os aliviadores utilizando o modo direto, atracam ao terminal e transferem o óleo para os tanques de terra. Após sua saída, ou se o outro píer estiver vago, o produto descarregado para terra será transferido para um segundo navio, que levará a carga para o seu destino final; no segundo caso, os aliviadores continuam atracando e transferindo óleo para terra; mas realizando STS fundeado com os navios que levarão esse óleo para outro porto.

Utilizando o software “ARENA”, de simulação de filas, Teixeira (2011) analisou as operações ocorridas em 2009 no TEBIG. Comparou a estadia¹¹ dos

¹⁰ Disponível em: <https://www.economist.com/unknown/2000/06/22/a-new-map-of-the-world>. Acesso em 12 mar. 2020.

navios aliviadores que chegaram naquele porto, dentro de um período de 60 dias, e chegou à conclusão de que ao se dobrar a frequência de chegadas dos navios aliviadores, a estadia, sem utilizar a opção de STS aumentou em 256,8%, enquanto que, ao se considerar a utilização das operações STS, esse aumento foi de 41%, considerado bem menos acentuado.

A razão é que, sem utilizar o STS fundeado tanto os aliviadores quanto os navios que receberão óleo para outros destinos atracam ao terminal, ocupando seus berços e fazendo com que outros aliviadores que cheguem tenham que esperar muito, enquanto que se empregar o STS fundeado para as transferências de óleo, apenas os aliviadores que farão transferência para os tanques de terra atracarão ao terminal, aumentando a disponibilidade de berços de atracação no período.

A análise contemplou cenários de carregamento de Suezmax e VLCC¹², comprovando que a utilização da modalidade STS fundeado apresentava vantagens não somente com a redução da estadia dos navios no porto, mas também, o aumento da capacidade de movimentação de carga. A opção do STS atracado (navio amarrado a contrabordo de outro navio, atracado ao píer), não era ainda praticada.

1.1 A movimentação de petróleo nos principais terminais de operação

No presente estudo, serão considerados os dois principais destinos do petróleo retirado das bacias *offshore* do Espírito Santo, Campos e Santos: os terminais de Angra dos Reis (RJ) e São Sebastião (SP).

Nos últimos 10 anos as movimentações totais de carga nos terminais de São Sebastião (TEBAR) e Angra (TEBIG) foram, respectivamente de 478,39 e 398,4 milhões de toneladas de petróleo¹³. Ao compararmos os demais terminais com maior movimentação de petróleo, aparece em terceiro lugar o terminal de Madre de Deus (TEMADRE) com 192 milhões e em quarto lugar o terminal da Ilha D'Água, no Rio

¹¹ Entende-se aqui por tempo de estadia o período compreendido entre a Hora Oficial de Chegada (HOC) do navio, naquele porto, e sua Hora Oficial de Saída (HOS).

¹²Suezmax – são navios que atendem às limitações do Canal de Suez, no Egito: largura de 48 metros e calado de 17 metros. VLCC – Very Large Crude Oil Cargo, navios com TPB entre 200.000 e 400.000 toneladas.

¹³ Dados disponíveis em <https://webportos.labtrans.ufsc.br>. Acesso em 08 mar. 2020.

de Janeiro com 143,82 milhões movimentadas no mesmo período, dando assim uma ideia da importância daqueles terminais dentro da cadeia logística do país.

1.2 Novas possibilidades

O aumento da produção do pré-sal e a entrada de novas empresas de exploração de petróleo tem motivado a busca constante por soluções logísticas. Uma nova opção é a utilização dos CTVs (*Cargo Transfer Vessels*). Ao invés de utilizar um navio DP (*Dynamic Position*), ou seja, dotado de posicionamento dinâmico¹⁴ para receber o óleo do FPSO e transferir posteriormente para o navio exportador (por qualquer uma das modalidades de STS), o CTV (que é uma embarcação DP de menor porte) atua como um ponto intermediário de bombeio para o navio exportador (fig. 7), eliminando a necessidade de mais uma manobra de transferência. Buscando, assim, minimizar os riscos de uma operação de carga e descarga, otimizar o transporte desse petróleo e reduzir custos.

Figura 7 - Operação de alívio CTV



Fonte: Página da Petróleo Hoje¹⁵

Entretanto, por não dispensar a utilização do rebocador como “pull back” e possuir limites operacionais relacionados à condição de mar e vento encontrados em nossa área *offshore*, esse tipo de operação se encontra em fase de estudos, motivo pelo qual não será objeto desta dissertação.

¹⁴ Trata-se de um complexo sistema que controla e mantém automaticamente a posição e o aproamento do navio, por meio de propulsão ativa, compensando a ação de vento e corrente, mantendo-o a uma distância constante e segura em referência à monoboia ou ao FPSO.

¹⁵ Disponível em: <https://petroleohoje.editorabrasilenergia.com.br/total-testa-novo-sistema-de-transbordo-no-pre-sal/>. Acesso em 08 mar. 2020.

2. DETERMINAÇÕES LEGAIS PARA AS OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA

Toda e qualquer operação que envolva a movimentação de petróleo no meio marinho está sujeita a legislações tanto no âmbito internacional como nacional e estadual.

2.1 Normas internacionais

Buscando acompanhar a evolução do transporte marítimo mundial, a International Maritime Organization (IMO), organização encarregada de estabelecer normas para a segurança da vida humana no mar e a proteção do meio ambiente marinho, atualiza periodicamente suas convenções de maneira que contemplem os avanços tecnológicos que são incorporados à atividade marítima, em que as operações com transporte de petróleo no mar estão incluídas. Como exemplo podemos citar:

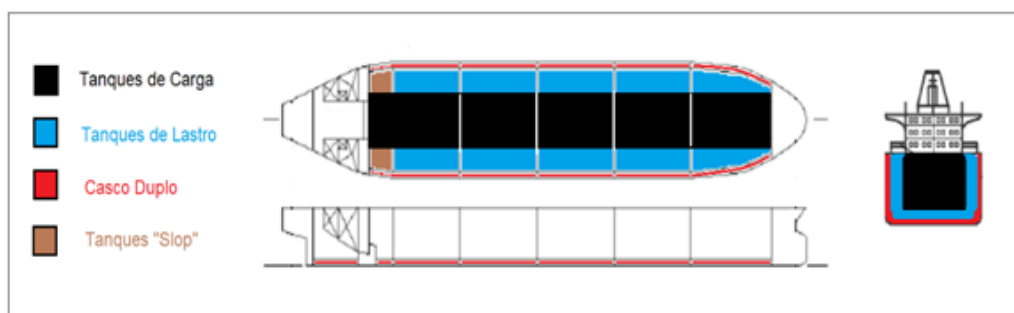
- a) As revisões da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios MARPOL (Marine Pollution), que estabelece padrões de segurança operacional com o objetivo de minimizar a poluição dos mares, na qual possui em seu Anexo I, o capítulo 8, com regras específicas para a prevenção de poluição durante a transferência de carga entre navios petroleiros no mar.

O Brasil é signatário dessa convenção. A MARPOL foi criada durante a Conferência Internacional sobre Poluição Marinha em 1973 pela IMO, alterada pelo Protocolo de 1978, e entrou em vigor em 1983, passando a ser conhecida como MARPOL 73/78. Desde então, tem sofrido alterações ao longo dos anos, com seus anexos, diante da necessidade de contemplar a evolução do transporte marítimo: tipos de cargas transportadas, equipamentos de monitoramento instalados a bordo, controle de resíduos gerados (esgoto, lavagem de tanques e lixo) e, em 1997 – a última alteração – foi a inclusão do Anexo VI quanto à prevenção da poluição do ar por navios. Seu objetivo é estabelecer regras que eliminem a poluição por óleo do meio marinho, bem como sua descarga acidental.

Está prevista uma série de requisitos que os navios, cujas bandeiras sejam de países signatários, devem cumprir, como: Inspeções e certificados que atestem as condições de segurança requeridas, planos de contenção, equipamentos de monitoramento e registros de descarte, detalhes de construção e estabilidade, etc. Dessa forma, navios considerados “*sub-standards*”, ou seja, navios que não atendem os requisitos mínimos exigidos pela convenção, são impedidos de operar nas águas de países signatários. Alguns desses itens obrigatórios são, por exemplo (fig. 8):

- Tanques Slops – são tanques dedicados a receber resíduos de óleo provenientes da Praça de Máquinas, da lavagem de tanques, ou até mesmo de um derrame que venha a ocorrer no convés do navio;
- Lastro segregado – navios que, por construção, são dotados de tanques de lastro e redes exclusivos e independentes dos tanques de carga. Dessa forma, o deslastro que é feito durante o carregamento descarta água limpa para o meio ambiente;
- Casco duplo – as laterais e fundo dos tanques que transportam óleo não estão em contato direto com o mar. Item obrigatório pela MARPOL, a partir de 1992, para todo petroleiro de porte bruto igual ou superior a 600 toneladas, construídos para entrega depois de julho de 1996¹⁶.

Figura 8 - Requisitos MARPOL



Fonte: Elaborado pelo autor

b) Ainda no âmbito internacional, em 1969 surgiu a *Civil Liability Convention* (CLC 69) ou Convenção Internacional sobre

¹⁶ Para petroleiros de casco simples de porte bruto igual ou superior a 20.000 ton entregues antes de 6 de julho de 1996, deverão atender o requisito quando atingirem a idade de 25 ou 30 anos.

Responsabilidade Civil por danos Causados por Poluição por Óleo. A CLC entrou em vigor internacionalmente em 1975, e em 1977 o Brasil passou a ser signatário. A CLC estabelece a responsabilidade objetiva do dano provocado ao meio ambiente por derrame de óleo, com o propósito de assegurar a compensação adequada e acessível às vítimas de danos por esse tipo de poluição, limitando os valores conforme a tonelagem do navio poluidor¹⁷.

- c) Em 2013, foi publicado o Guia Internacional para Operações *Ship to Ship* (*SHIP TO SHIP Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases*), uma iniciativa da Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) em conjunto com o Chemical Distribution Institute, a International Chamber of Shipping (ICS) e a Society Of International Gas Tanker and Terminal Operators (SIGTTO), buscando orientar e padronizar as operações de STS ao redor do mundo, a fim de proporcionar maior segurança.
- d) Outro documento internacional é a Convenção para Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo (OPCR-90). A OPRC-90, adotada em Londres em 1990, foi internalizada no Brasil em 1998. Ela exige que todos os navios e plataformas oceânicas, dos países signatários, carreguem um plano de emergência em caso de poluição causada por óleo, assim como as autoridades e as pessoas encarregadas pelos portos marítimos que realizem operações com óleo. Preconiza também que os comandantes, operadores de plataformas oceânicas e responsáveis pelos portos marítimos comuniquem qualquer evento observado que envolva poluição ou poluição iminente por óleo. Os países signatários devem estabelecer um sistema nacional para responder a incidentes de poluição por óleo, fornecer serviços de assessoramento, apoio técnico e equipamento no caso de incidentes que envolvam poluição por óleo.

¹⁷ CCA-IMO. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/clc>. Acesso em 14 nov. 2020.

2.2 Normas nacionais

No que diz respeito aos navios com carga perigosa, que operam em AJB¹⁸, sejam eles de bandeira nacional, ou não, devem cumprir as determinações das autoridades federais e estaduais.

- a) Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) trata das sanções penais e administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente tanto para pessoas físicas como jurídicas.
- b) A lei 9966/2000 (Lei do Óleo) dispõe sobre a prevenção, controle, e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Essa lei estabelece os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios.
- c) Decreto 4136/2002 dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas. Em seu Art. 5º declara que poderão responder pela infração (por ação ou omissão) o proprietário do navio, pessoa física ou jurídica, ou quem legalmente o represente; o armador ou operador do navio, caso este não esteja sendo armado ou operado pelo proprietário; o concessionário ou a empresa autorizada a exercer atividades pertinentes à indústria do petróleo; o comandante ou tripulante do navio; a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que legalmente represente o porto organizado, a instalação portuária, a plataforma e suas instalações de apoio, o estaleiro, a marina, o clube náutico ou instalação similar; e o proprietário da carga.

¹⁸ Compreendem as águas interiores e os espaços marítimos, nos quais o Brasil exerce jurisdição, em algum grau, sobre atividades, pessoas, instalações, embarcações e recursos naturais vivos e não vivos, encontrados na massa líquida, no leito ou no subsolo marinho, para os fins de controle e fiscalização, dentro dos limites da legislação internacional e nacional. Esses espaços marítimos compreendem a faixa de duzentas milhas marítimas contadas a partir das linhas de base, acrescida das águas sobrejacentes à extensão da Plataforma Continental além das duzentas milhas marítimas, onde ela ocorrer. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/NORMAM-04_DPCRev1.Mod9__0.pdf. Cap.1, pg.1-1. Acesso em 16 nov. 2020.

- d) Decreto 4871/2003 trata da instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional. Entende-se por plano de área um documento ou conjunto de documentos que contenham as informações, medidas e ações referentes a uma área de concentração de portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos ou plataformas e suas respectivas instalações de apoio, que visem integrar os diversos Planos de Emergência Individuais da área para o combate de incidentes de poluição por óleo, bem como facilitar e ampliar a capacidade de resposta deste Plano, orientando as ações necessárias na ocorrência de incidentes de poluição por óleo de origem desconhecida.
- e) Resolução ANP 44/2009, na qual se estabelece o procedimento para comunicação imediata de incidentes a aquela agência, que venham a ocorrer com as empresas ou concessionárias envolvidas nas atividades da indústria do petróleo, de gás natural ou de biocombustíveis.
- f) Decreto 8127/2013 institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, alterando os Decretos nº 4871/2003 e o nº 4136/2002.
- g) A norma IN 16/2013 do IBAMA¹⁹, também trata do assunto, ao expor seu objetivo no Art. 1º; “Regulamentar os procedimentos técnicos e administrativos para a emissão da Autorização Ambiental para a realização de Operações Ship to Ship em águas jurisdicionais brasileiras, nos termos desta Instrução Normativa”; e Art. 2º, caput.
- h) Resolução ANP 811/2020 regulamenta a atividade de transporte a granel de petróleo, seus derivados, gás natural e biocombustíveis por meio aquaviário e as operações de transbordo entre embarcações (*Ship to Ship*).

A Diretoria de Portos e Costas (DPC), como Representante da Autoridade Marítima Brasileira, tem como uma de suas atribuições subsidiárias “propor normas sobre assuntos relacionados com a prevenção da poluição ambiental causada por navios, plataformas e suas instalações de apoio”²⁰. Dessa forma, encontramos nas

¹⁹ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis.

²⁰ Atribuições da DPC. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/node/3519>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) abaixo, determinações relativas ao transporte de cargas perigosas:

- i) NORMAM 01/DPC – Embarcações Empregadas Na Navegação Em Mar Aberto - Seção III – Transporte de Álcool, Petróleo e seus Derivados.
- j) NORMAM 02/DPC – Embarcações Empregadas Na Navegação Interior - CAPÍTULO 5 - Transportes De Cargas SEÇÃO I - Transporte de Cargas Perigosas
- k) NORMAM 04/DPC - Operação De Embarcações Estrangeiras em Águas Jurisdicionais Brasileiras - SEÇÃO II - Procedimentos Específicos para Operar Em AJB Conforme a Atividade da Embarcação - 0215 - Transporte de Petróleo, seus Derivados e Biocombustíveis.
- l) NORMAM-08/DPC - Tráfego e Permanência de Embarcações Estrangeiras em Águas Jurisdicionais Brasileiras, trata em sua Seção II dos procedimentos específicos para a transferência de óleo entre navios.
- m) NORMAM 20/DPC – Gerenciamento de Água de Lastro.
- n) NORMAM 29/DPC – Transporte De Cargas Perigosas - CAPÍTULO 3 - Transporte de Substâncias Líquidas Nocivas a Granel

3. TRANSFERÊNCIA DE CARGA PELO MODO DIRETO

Como já foi definido anteriormente, para o presente estudo, entende-se como modo direto a operação onde o navio aliviador, após receber a carga, seja amarrado a uma monoboia (fig.9-A) ou FPSO (fig. 9-B), segue direto da área *offshore* para um dos terminais considerados (Angra dos Reis ou São Sebastião).

Figura 9 - Operações de transferência de óleo



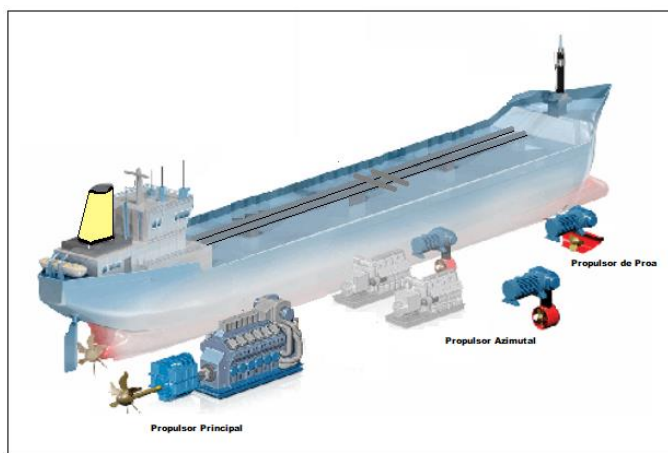
Fonte: VELOSO, 2015, p. 12

3.1 Condicionantes operacionais

Para que se entenda as condicionantes operacionais de um alívio realizado do modo direto, se faz necessário entender, com maiores detalhes, como essa operação acontece e os tipos de navios utilizados.

Atualmente, contamos com dois tipos de navios que atuam como aliviadores. Os navios convencionais (que não possuem sistema de posicionamento dinâmico) e os navios DP. Na fig.10, vê-se uma representação do sistema de propulsão ativa em uma embarcação DP.

Figura 10 - Sistema DP



Fonte: Página da DEIF, com adaptações do autor²¹

Os FPSOs mantêm sua posição em relação ao fundo por dois tipos de ancoragem:

- Tipo “turret interno” (fig 11), integrada ao navio e que responde bem às condições ambientais mais duras. Seu aproamento varia conforme a resultante de vento e corrente, sendo, portanto, seu alívio feito preferencialmente, mas não exclusivamente, por navios convencionais.

Figura 11 - Amarração tipo "turret"



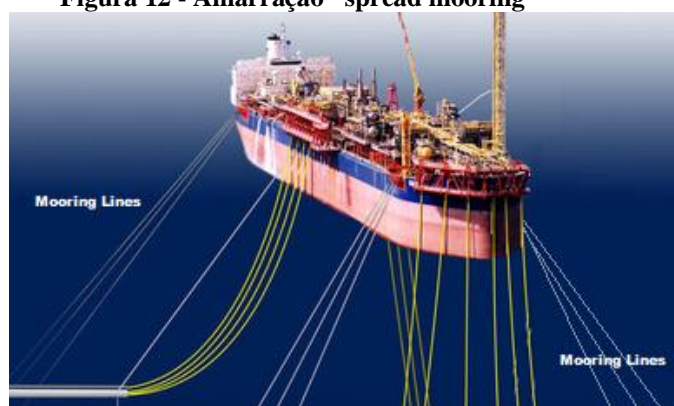
Fonte: Página da Researchgate²²

²¹ Disponível em: <https://www.deif.com.br/marine-and-offshore/applications/bridge-instrumentation>. Acesso em 22 nov. 2020.

²² Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270218792_Viscous_Damping_Effects_on_Heading_Stability_of_Turret-Moored-Ships/figures?lo=1. Acesso em 22 nov. 2020.

- Tipo “spread mooring” (fig.12) é um sistema de ancoragem tradicional, com quadro de linhas simétricas, distribuídas na proa e popa do FPSO, mantendo seu aproamento e utilizado em maiores profundidades que as do tipo “turret”. Neste caso, o alívio dessas plataformas é feito por navios dotados de sistema DP.

Figura 12 - Amarração "spread mooring"



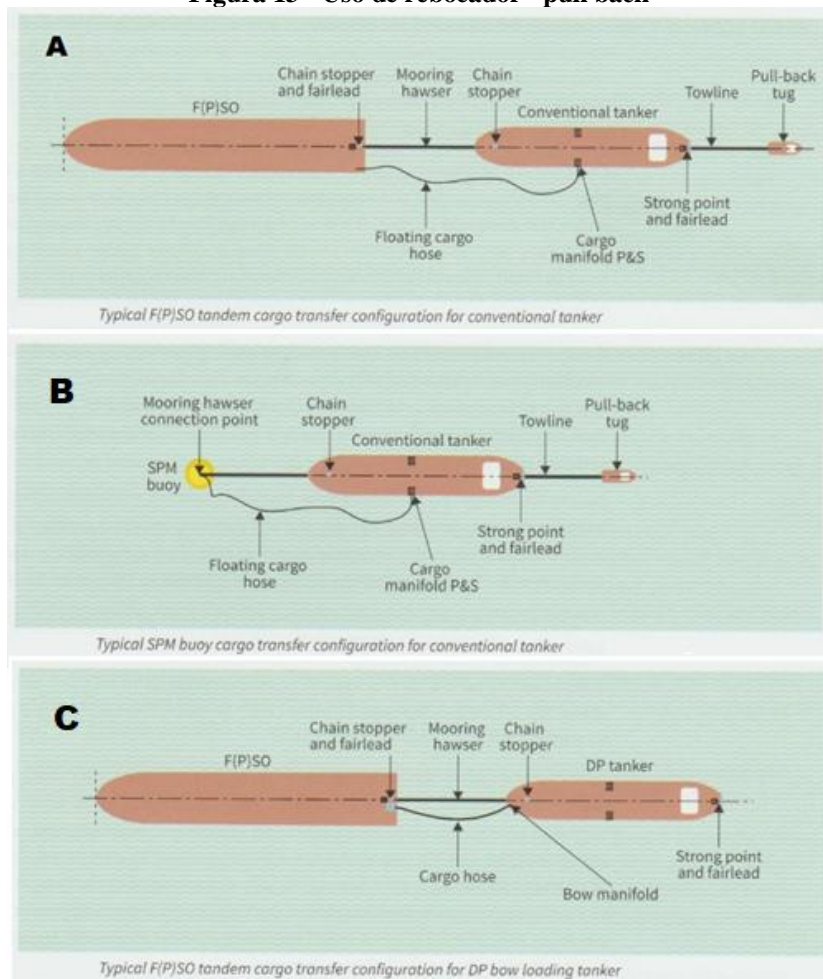
Fonte: Página da Fukymarintech²³

Quando a operação de alívio é feita com navios convencionais, se faz necessário a utilização de um rebocador de apoio. Este rebocador (assinalado nas figs.13 A e B), denominado de “*pull-back*”, permanece durante toda a operação conectado à popa do navio aliviador por meio de um cabo a fim de mantê-lo afastado da monoboia caso haja uma alteração na resultante das forças de vento e corrente.

Ao optar por navios com sistema DP, o uso desse rebocador é dispensado (fig. 13 C), o que representa menos um item de custo nesse tipo de transferência. Ainda que o frete desse tipo de navio seja mais alto, sua capacidade de manobra e de permanência na posição são muito maiores, reduzindo o risco de acidentes e/ou interrupções da transferência, motivo pelo qual tem sido usado preferencialmente. Outra vantagem é que os navios dotados de sistema DP operam tanto em FPSO com ancoragem em “turret” quanto em “spread mooring”.

²³ Disponível em: <http://fukymarintech.weebly.com/mooring-types.html>. Acesso em 22 nov. 2020.

Figura 13 - Uso de rebocador "pull back"



Fonte: OCIMF

O porte dos navios utilizados para o alívio, seja qual for o método de ancoragem do FPSO, varia entre 65 e 80 mil toneladas de porte bruto (TPB)²⁴ – navios da classe *afamax*²⁵, ou de 140 a 175 mil TPB – navios da classe *suezmax*. Quanto maior sua capacidade de carga, maior a vazão com que ele poderá receber o óleo. Dessa forma, o tempo de carregamento de um navio aliviador varia em torno de 18 a 24 horas, considerando que não haja interrupção. Após completar sua carga, o aliviador segue para um dos portos analisados no estudo (Angra dos Reis ou São Sebastião). A duração da viagem, dependendo da origem e destino, pode levar de 8 a 26 horas de navegação, considerando uma velocidade média de 14,0 nós e as distâncias assinaladas na fig.14.

²⁴ TPB – tonelada de porte bruto, em inglês DWT (deadweight tonnage), é o peso da carga, combustível e equipagem (tripulação) de um navio.

²⁵ Aframax - O nome é baseado na terminologia Average Freight Rate Assessment (AFRA), ou, em português, Valor Médio de Frete. É um navio petroleiro para o transporte de óleo cru e produtos escuros.

Figura 14 - Rotas analisadas



Fonte: Elaborado pelo autor, em imagem do Google Earth

Caso não haja espera por vaga para atracação nos terminais desses portos, uma operação normal de descarga levará de 18 a 24 horas. Após a descarga, o navio aliviador retorna para a área *offshore* ficando à disposição para um novo alívio.

Dessa forma, se nenhum atraso for considerado e somando os tempos de operação, liberação²⁶, manobras de atracação e desatracação, o navio aliviador passou, no mínimo, 48 horas fora da área de alívio.

O número de rebocadores utilizados para as manobras, no terminal de Angra de segue a orientação da Autoridade Marítima, na qual determina que:

f) Terminal Alte. Maximiano Eduardo Fonseca “TEBIG”. O emprego de rebocadores é obrigatório nas manobras de atracação e desatracação. Navios com porte até 100.000 TON, em qualquer condição de carga, nas manobras de atracação, deverão ser operados com um mínimo de dois rebocadores. Navios com porte entre 100.000 e 200.000 TON devem manobrar, para atracação, sempre com um número mínimo de três rebocadores. Os navios com porte acima de 200.000 TON serão operados sempre com um mínimo de quatro rebocadores para atracação. (NPCP, 2020, p.4-32)²⁷

²⁶ Tempo de liberação é o tempo gasto com a inspeção inicial a fim de verificar a segurança operacional do navio antes da operação e a confirmação da medição do volume de carga nos tanques.

²⁷ NPCP - Normas para as Capitânicas dos Portos do Rio de Janeiro. Capítulo 4 – Procedimentos Especiais, Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cprj/cprj/sites/www.marinha.mil.br.cprj/files/cap4.pdf>. Acesso em 28 de nov. 2020.

No caso do porto de São Sebastião, de acordo a publicação “Informações Portuárias” emitida pelo Terminal de São Sebastião, em sua 4ª Edição de 2013²⁸, esta dispõe que a praticagem tem orientado os comandantes de navios tanque de TPB igual ou superior a 220.000 t a empregarem em suas manobras de atracação e desatracação, rebocadores em números mínimos, como segue:

- Atracação: cinco rebocadores, sendo no mínimo quatro acima de 40T *Bollard Pull*²⁹ e um acima de 30T *Bollard Pull*.
- Desatracação: quatro rebocadores, sendo no mínimo quatro acima de 40T de *Bollard Pull*.

Portanto, dependendo do porte do navio e da capacidade de tração dos rebocadores, podem ser utilizados um mínimo de dois e um máximo de cinco rebocadores (quando manobrando com VLCCs, por exemplo).

Quanto aos limites operacionais de Angra dos Reis e de São Sebastião, as condições de navegabilidade são bastante favoráveis.

Em São Sebastião, onde a entrada até o terminal ocorre pela Barra Sul, o canal é dragado a 25 metros, tendo 300 metros de largura em sua faixa mais estreita, permitindo assim, a entrada e saída de navios com até 23 metros de calado³⁰. Essa folga de 2 metros pretende evitar que o efeito “*squat*”³¹, aliado ao balanço longitudinal provocado por ondulações, provoquem o toque do fundo do casco no leito do canal. No outono e no inverno, a região está sujeita à ventos mais intensos e frios, provenientes de sudoeste, com velocidades que podem variar de 20 a 60 nós. Já a corrente, nestes casos, pode alcançar 4 nós de velocidade (com direção para nordeste) prejudicando as manobras de navios nos píeres.

Em Angra dos Reis, a entrada dos navios é feita pela barra oeste (na direção geral SW-NE), em um canal varrido que se estende por cerca de 9 milhas, com 350 metros de largura e 22,5 metros de profundidade mínima, calado máximo permitido

²⁸ Disponível em: <http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/nossas-atividades/dutos-e-terminais/informacoes-portuarias.htm>. Acesso em 28 nov.2020.

²⁹ Bollard Pull – a capacidade de reboque de um rebocador, ou seja, a tração imposta ao cabo de reboque medida em toneladas, também conhecida como TTE (toneladas de tração estática).

³⁰ Calado – distância da linha de flutuação de uma embarcação até a sua quilha (parte mais baixa do casco).

³¹ Efeito “*squat*” – aumento do calado devido à redução de pressão no casco, em função da velocidade de deslocamento do navio.

para atracação. O limite de velocidade permitido para manobras é de 20 nós de vento e 1 nó de corrente. Assim como em São Sebastião, a incidência no outono e inverno das frentes frias provocam ventos entre 20 a 60 nós, e correntes de até 2 nós, limitando também as manobras nos berços.

4. TRANSFERÊNCIA DE CARGA PELO MÉTODO STS

Assim como foi apresentado no modo direto (item 3.1), a carga poderá ser retirada da área offshore por navios aliviadores tanto convencionais, como por navios com sistema DP. A diferença ocorre quanto ao destino desse óleo que, nesse caso, será transferido para outro navio, e não para um terminal portuário.

As operações STS buscam otimizar a infraestrutura existente, aumentar a eficiência e reduzir os custos no transporte desse petróleo *offshore*.

A modalidade STS com navio fundeado, realizada em área abrigada (fig.15), teve início em 2009, sendo interrompidas em 2015, quando ocorreram dois acidentes com derrame de óleo no mar. O primeiro em março, durante uma transferência feita por transbordo, ou seja, com os navios atracados (fig.16). O segundo acidente ocorreu em abril, porém, não relacionado com operações STS.

Figura 15 - Área para STS fundeado



Fonte: Google Earth, marcas do autor

Figura 16 - Derrame de óleo no TEBIG



Fonte: Ministério Público Federal

Mesmo assim, o Conselho Diretor do Instituto Estadual do Ambiente (CONDIR), determinou o cancelamento da Licença de Operação da Transpetro para operações *Ship to Ship*³²

É interessante notar que já havia um histórico de 225 operações de STS fundeado até aquele ano³³, sem ocorrência de acidentes, e o derrame em questão foi com os navios atracados, um em cada píer do terminal, em uma operação normal de transbordo (de navio para navio, utilizando as linhas do terminal), sendo que essas operações não foram canceladas.

A retirada do petróleo das bacias *offshore* não podia parar. Entre 2013 e 2015, foram realizadas, então, 33 operações de STS “underway” na costa do Espírito Santo por meio da contratação da Empresa AET STS do Brasil sem nenhum registro de acidente ambiental. Devido às restrições impostas pelas condições meteorológicas reinantes, essas operações foram descontinuadas por decisão gerencial.

Assim, com a suspensão das operações STS fundeado e “underway”, a Petrobras volta a realizar estudos em 2016, buscando alternativas para uma solução logística que otimizasse a transferência do petróleo e que seu destino fosse o mercado interno ou para exportação. Em 2017, o terminal de Angra dos Reis passou a operar a modalidade de STS atracado³⁴, seguido em 2018 por São Sebastião. Esse tipo de operação, por utilizar o terminal e estar afastado da área de proteção ambiental onde ocorria a transferência entre navios fundeados, não despertou maiores resistências.

A licença para esse tipo de operação foi obtida após a apresentação às autoridades governamentais de algumas ações que pudessem garantir operações seguras, tais como: o resultado das simulações de manobras de atracação a

³² “Licença para operações ‘Ship to Ship’ da Transpetro na Baía da Ilha Grande é cassada”. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Noticias/INEA0079389&lang>. Acesso em 15 jul. 2020.

³³ “Atingimos a marca de 225 operações de transferência de petróleo entre navios na Baía de Ilha Grande”. Disponível em <https://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/atingimos-a-marca-de-225-operacoes-de-transferencia-de-petroleo-entre-navios-na-baia-de-ilha-grande.htm>. Acesso em 15.jul. 2020.

³⁴ “Marinha do Brasil acompanha operação piloto Ship to Ship”. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/marinha-do-brasil-acompanha-operacao-piloto-ship-ship>. Acesso em 15 jul. 2020.

contrabordo de outro navio (*fast time* e *real time*)³⁵, a apresentação de estudo das condições meteorológicas do local, da capacidade dos piers do terminal, a análise de riscos, e o atendimento às leis e normas (nacionais e internacionais) que regulam as operações marítimas visando à proteção do meio ambiente.

4.1 Condicionantes operacionais

Dependendo da área de alívio e/ou da necessidade operacional a transferência por STS poderá ser feita, como explanado anteriormente, com os dois navios navegando durante a transferência de carga, o que é feito normalmente próximo das áreas de exploração. Nesse caso, não há necessidade de deslocamento do navio aliviador até o porto. As outras duas formas de STS requerem a saída do navio aliviador da área *offshore*, já que o STS com os dois navios fundeados é feito em áreas abrigadas; e com o STS atracado, a operação é feita em um terminal portuário.

Assim como foi apresentado no modo direto, se faz necessário conhecer com mais detalhes as etapas que cada tipo de operação STS, dentro das áreas consideradas no presente estudo, a fim de entender melhor o que envolve toda sua dinâmica.

4.1.1 Transferência por STS navegando

As operações de STS “*underway*”, como são conhecidas, foram as primeiras soluções praticadas em nossas águas. Para que possam ser executadas com segurança, dois fatores são essenciais: o primeiro fator é que a região apresente condições meteoceanográficas ideais – velocidade máxima do vento de 25 nós, e período de ondas inferior a 11 segundos; o segundo fator é que a área delimitada para esse tipo de operação esteja livre de tráfego de embarcações, não sendo assim necessário alterações significativas de curso.

³⁵ Tempos de execução em simulador onde no *fast time* as manobras rodam em velocidade acelerada, a fim de comparar os parâmetros em diversas condições; e, em *real time* as simulações rodam em tempo normal a fim de que as manobras sejam realizadas por comandantes e práticos.

Esse tipo de transferência não é a mais fácil de ser executada, porém, é a que possibilita um maior controle da operação, já que com os navios em movimento relativo longitudinal próximo a zero, e dentro dos limites estabelecidos de vento e onda apresentam um balanço lateral reduzido proporcionando maior estabilidade.

As áreas licenciadas pelo IBAMA, em atendimento à IN/16/13, em seu Inciso I do Artigo 8º, são na costa do Espírito Santo - Poligonal Offshore Campo de Golfinho - Espírito Santo, área a cerca de 41 milhas náuticas de distância (cerca de 76 km) no ponto mais próximo à costa, e na Bacia de Santos - Poligonal Offshore Bacia de Santos – São Paulo, área a cerca de 80 km da costa (fig. 17). Ambas se enquadram no Inciso I do Artigo 8º da IN 16/13 – Áreas de Restrição às Operações STS.

Estão autorizadas, até o momento, pelo IBAMA a realizar operações STS no Brasil as seguintes empresas: AET Brasil, Fendercare Serviços Marinhos do Brasil Ltda., Oceanpact Serviços Marítimos Ltda., Petrobras Transporte S.A (Transpetro) e Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras).

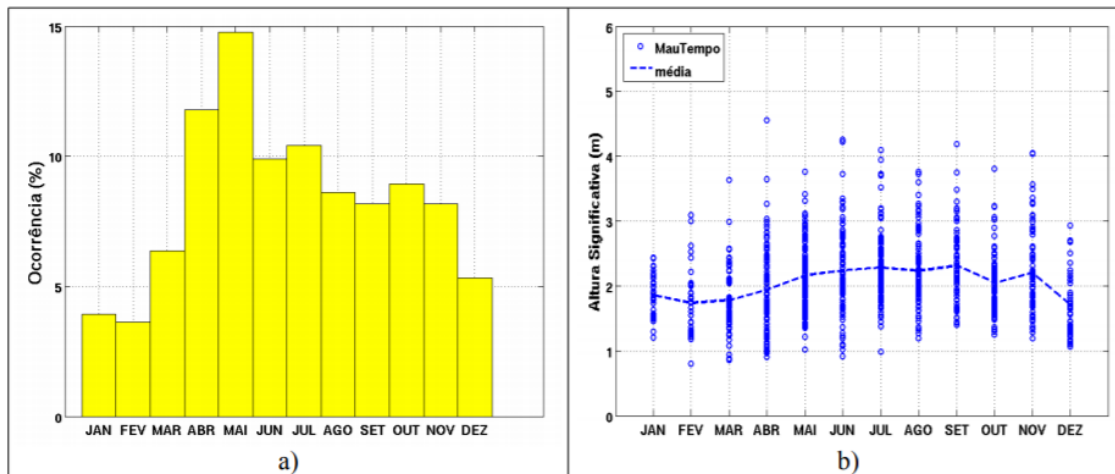
Figura 17 - Áreas autorizadas para STS navegando



Fonte: Notas do autor em imagem do Google Earth

Segundo Nogueira (2014), o mau tempo nestas áreas ocorre com maior frequência entre abril e novembro, o que deixa apenas quatro meses de condições mais amenas (fig. 18). Não significa que as operações não ocorram naquele período, mas por causa da instabilidade das condições correm o risco de ser canceladas.

Figura 18 - Ocorrência de mau tempo



Fonte: NOGUEIRA, 2014, p.110.

4.1.2 Transferência por STS fundeado

Para que as operações STS ocorram com um dos navios fundeado é necessário que a área utilizada seja abrigada, isto é, sofra a menor incidência possível de condições adversas de vento e corrente; e que possua profundidade que permita manter o navio fundeado com segurança: no máximo 40 metros é o ideal.

Os portos de Angra dos Reis e São Sebastião são considerados, no presente trabalho, como principais destinos do óleo proveniente das nossas bacias de exploração e o local que atende às condições acima é o porto de Angra dos Reis.

Assim, os limites operacionais são os mesmos apresentados no item 3.1, ou seja, velocidade máxima do vento permitida para as manobras é de 20 nós e 1 nó de corrente.

4.1.3 Transferência por STS atracado

As condicionantes operacionais em uma transferência nessa modalidade são as mesmas consideradas na atracação de um navio no modo direto, isto é, os limites operacionais do modo direto, já enunciados em cada porto do presente estudo.

É importante frisar que apesar de se tratar de uma operação de atracação, pelo fato de ser a contrabordo de outro navio, estudos de carga dos dolphins dos terminais

e da amarração entre os navios são exigidos por parte da Autoridade Marítima, bem como a realização de manobras com uso de simuladores em tempo real e “*fast time*”³⁶, considerando diversas condições de vento, corrente e “*bollard pull*” dos rebocadores.

³⁶ São simulações em velocidade rápida utilizadas para proverem métricas estatísticas quantitativas com relação à dificuldade da manobra em condições adversas.

5.0 RISCOS EM OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO

Sendo o petróleo uma carga perigosa, portanto, uma fonte de risco, seu transporte e transferências devem estar cercados de medidas de contingência a fim de evitar acidentes ou minimizar seus efeitos caso ocorram. O meio hídrico é extremamente sensível, uma vez que a poluição causada por derrame de óleo pode trazer graves consequências para o meio ambiente.

Em um vazamento, independentemente do tipo de óleo, muito mais relevante que a quantidade derramada, é o local da ocorrência e as condições de tempo, que poderão agravar ainda mais os danos ambientais. Quando se comparam, por exemplo, os acidentes ocorridos com os petroleiros Atlantic Empress, em 1979 (287 mil toneladas em alto mar) com o Exxon Valdez, no Golfo do Alasca, em 1989 (40 mil toneladas), conclui-se que os danos deste foram muito mais severos, pois além da proximidade da costa teve a ocorrência de uma tempestade, na ocasião, que contribuiu para o seu espalhamento afetando de forma severa as praias, o turismo e a pesca da região.

Considerando os pontos de carga e descarga do presente estudo, as correntes predominantes que atuam na área *offshore* poderão, em caso de acidente, trazer a mancha para a costa sudeste e sul do país. Da mesma forma, os terminais de descarga (ou transferência) tanto em São Sebastião (SP) quanto em Angra dos Reis (RJ) são locais de intensa atividade turística e de reservas ambientais importantes. Os impactos ambientais e sociais nessas áreas são relevantes.

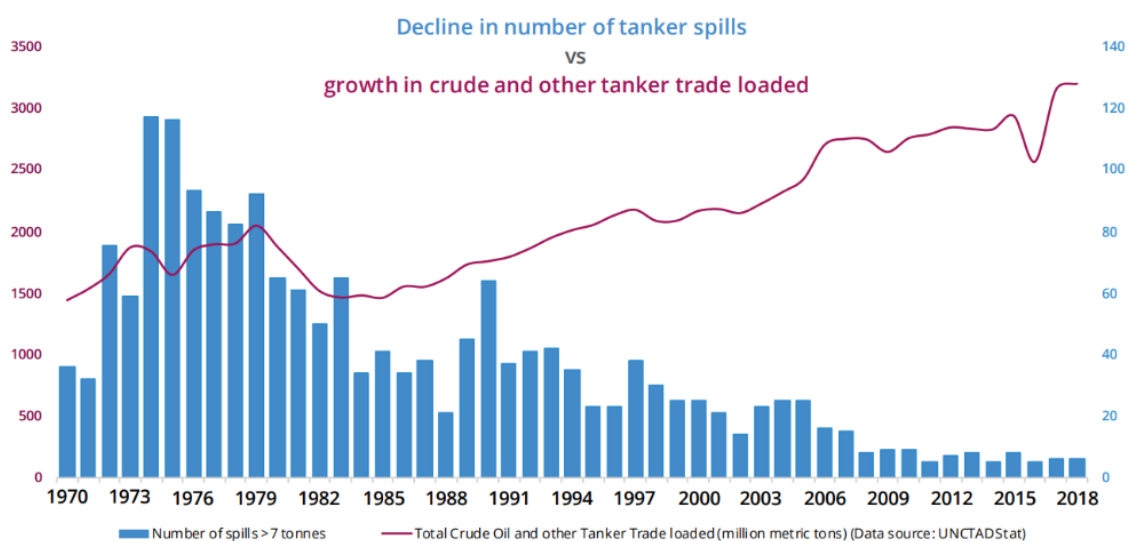
A International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF)³⁷ emite anualmente dados estatísticos relacionados a derrames de petroleiros. Esse relatório anual traz a informação de que 80% dos derrames ocorrem dentro de 10 milhas da costa, portanto, nos portos (em operação) ou nas proximidades deles (quando ocorre um aumento da intensidade de tráfego).

Ao analisar os dados fornecidos no gráfico abaixo (fig. 19), pode ser observado que apesar do crescimento acentuado do transporte de petróleo ao longo dos anos,

³⁷ Organização internacional sem fins lucrativos suportada por armadores e suas seguradoras a fim de promover uma resposta eficaz ao combate de derrames de hidrocarbonetos, produtos químicos e outras substâncias no meio marinho.

houve uma redução relevante das ocorrências de grandes derrames de óleo. Desde 1970, a quantidade de óleo derramado por causa de acidentes teve uma redução de 95%. Isso se deve a uma preocupação mundial com o assunto e maior cobrança por parte de órgãos governamentais e não governamentais, elevando os padrões mínimos de segurança. Leis, normas e regras mais rígidas foram sendo emitidas tanto para a construção dos navios quanto para o seu transporte e operação.

Figura 19 - Número de derrames x Quantidade de petróleo transportada



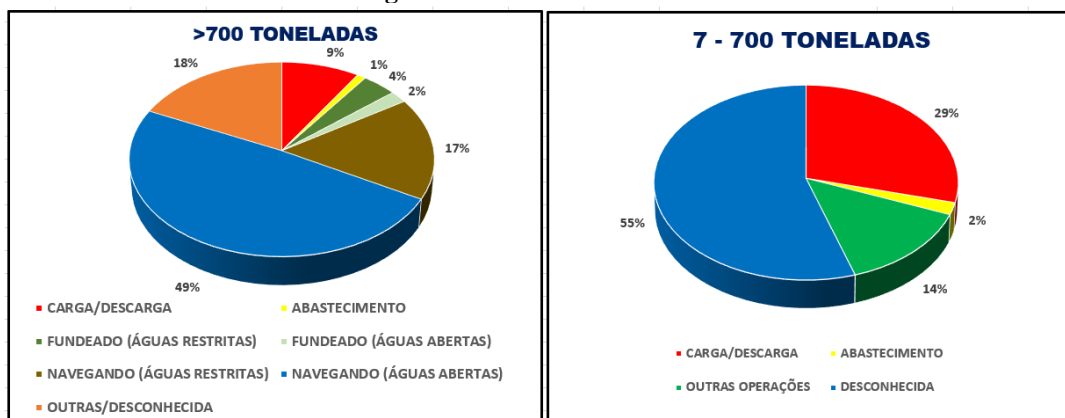
Fonte: Oil Tanker Spill Statistics, 2019, p.13.³⁸

Dentro desse contexto é interessante observar que mesmo com a redução dos incidentes, eles ainda ocorrem afinal o perigo (movimentação da carga) não pode ser eliminado. Os percentuais das causas dos derrames de óleo no mar (fig. 20) demonstram que, para as grandes quantidades (maior que 700 toneladas), 49% ocorrem em águas abertas. São consequências de abalroamentos ou encalhes, que produzem grandes avarias e, portanto, maior volume de óleo ao mar. Para os derrames considerados menores (entre 7 e 700 toneladas), 29% são provenientes das operações de carga e descarga, o que indica o risco em potencial existente durante essas operações. Ainda no caso de pequenas quantidades, o índice elevado de 55% atribuídos a causas desconhecidas se deve ao fato de ocorrerem normalmente em áreas portuárias, sem identificação da origem, uma vez que pode ser produto de

³⁸ Relatório anual ITOPI sobre derrames de óleo no mundo. Dado disponível em: https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_brochure_2020_for_web.pdf. Acesso em 14 de nov. 2020.

descarte ilegal de resíduo provenientes dos motores tanto de navios como de embarcações de pequeno porte.

Figura 20 - Causas de Derrames



Fonte: Adaptação do autor, a partir do Oil Tanker Spill Statistics, 2019, p.15.³⁹

Cabe ressaltar que, mesmo considerando a ocorrência dos incidentes registrados e o crescimento da frota apresentado ao longo dos anos, segundo o ITOPF, cerca de 99,99% de todo petróleo transportado pelo modal marítimo chega íntegro ao seu destino. Para que o transporte e a transferência desse petróleo ocorram com segurança, atendendo às exigências legais nacionais e internacionais, todos os agentes envolvidos nesse modal precisam estar em conformidade com os padrões mínimos requeridos. Deve existir, portanto, uma governança corporativa por parte das empresas envolvidas, que resultem em ações de responsabilidade corporativa, demonstrada na sua gestão de processos, na qual a gestão de risco é um dos focos (fig. 21), ao se transportar e transferir petróleo no mar.

39

Disponível

em:

https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_brochure_2020_for_web.pdf. Acesso em 14 de nov. 2020.

Figura 21 - Governança Corporativa

Fonte: Produzido pelo autor

Corroborando tal afirmativa, a PETROBRAS, principal empresa de petróleo operando no país, e que até bem pouco tempo detinha o monopólio dessa atividade, declara em seu relatório anual⁴⁰ que as boas práticas de governança corporativa constituem um pilar de sustentação para o negócio. As revisões de algumas métricas de topo⁴¹ foram estabelecidas com esse viés e impactam, diretamente, de acordo com o grau de segurança de suas operações em índices, como por exemplo, o Dow Jones Sustainability Index (DJSI). Trata-se de um índice mundial de sustentabilidade em que, além dos dados econômicos, incluiu também a análise do desempenho ambiental e social de uma empresa, sua governança corporativa, sua gestão de risco, sua mitigação da mudança climática e suas práticas trabalhistas. Diante de uma preocupação cada vez maior em se obter um desenvolvimento sustentável, o DJSI é indexado à bolsa de Nova York e as empresas que constam nesse índice são classificadas como as que possuem maior capacidade de gerar valor a longo prazo aos seus acionistas, obtendo, portanto, maior valorização no mercado.

⁴⁰ Relatório de Sustentabilidade 2019, p.45.

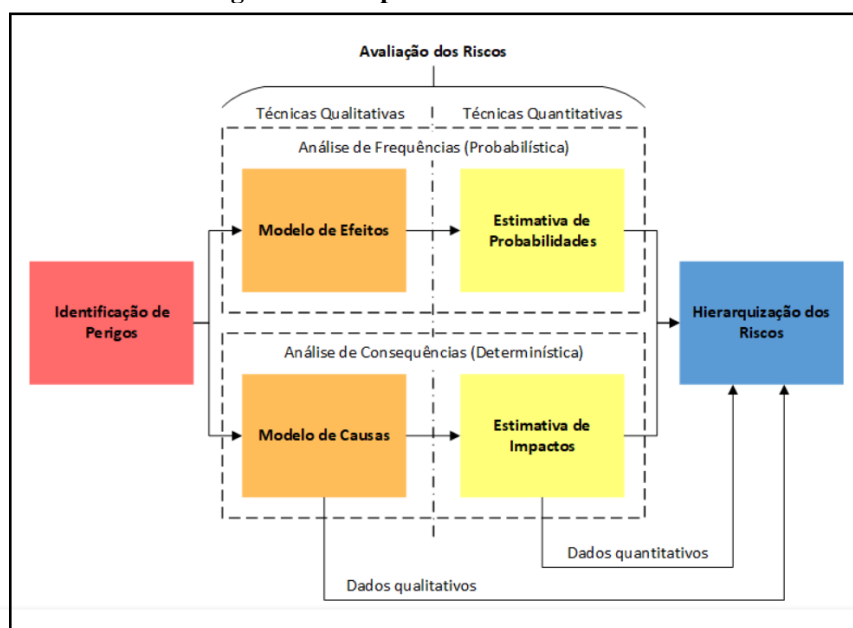
⁴¹ Métricas de topos são os valores máximos admissíveis em uma determinada meta, como por exemplo, TAR (Taxa de Acidentados Registráveis por milhão de homens-hora) revisada de 1,0 para zero.

5.1 Técnicas de análise de risco

A segurança em uma operação está diretamente relacionada às análises prévias que devem ser feitas, com o objetivo de avaliar os riscos presentes naquela atividade. A análise de risco ambiental para os casos de vazamento de óleo, de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA - busca atender a dois objetivos principais: fornecer informações para suportar a tomada de decisão quanto à viabilidade ambiental durante o processo de licenciamento ambiental (CONAMA nº237/1997)⁴² e auxiliar na elaboração de planos de emergência mais efetivos (CONAMA nº398/2008)⁴³.

A utilização integrada de várias metodologias contribui para que se obtenha melhores resultados e que efetivas barreiras mitigadoras possam ser erguidas. Uma análise de segurança pode, assim, ser composta de três fases: identificação, avaliação e hierarquização dos riscos (fig.22).

Figura 22 - Etapas da Análise de Risco



Fonte: Gustavo Feijoo, artigo publicado no LinkedIn⁴⁴

⁴² Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em 08 dez. 2020.

⁴³ Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575>. Acesso em 08 dez. 2020.

⁴⁴ Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/principais-metodologias-para-gerenciamento-de-seguran%C3%A7a-feijoo/>. Acesso em 08 dez. 2020.

Assim uma dessas metodologias utilizadas é o HAZID (*Hazard Identification*). Trata-se de uma técnica de identificação prévia de ameaças potenciais que podem resultar em danos às pessoas, às instalações, ao meio ambiente e à imagem da empresa. Uma equipe multidisciplinar, a partir de uma “área nó” (neste caso, as modalidades de transferência), elenca palavras-guias (Perigo) para o cenário a ser considerado.

Por meio da aplicação desta ferramenta é possível dividir em fases toda a operação de transferência de carga priorizando os perigos e seus respectivos controles. As categorias do perigo foram elencadas com base em avaliações de operações da Transpetro e adaptadas para os cenários e objetivos propostos no presente estudo (fig. 23):

Figura 23 - Análise HAZID

| Categoria do Perigo | Perigo | Causas |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| Perigos Naturais e Climáticos | Condições Climáticas Extremas | Ondas |
| | | Corrente |
| | | Ventos |
| | | Chuva intensa |
| | | Descargas atmosféricas |
| Perigos próprios do navio | Perigos Marítimos | Colisão |
| | | Abalroamento |
| | Estabilidade e Integridade Estrutural | Encalhe |
| | | Falha na operação de carga |
| Perigos de processo | Ruptura do braço ou mangote | Falha na operação de lastro |
| | | Bloqueio no processo |
| | Fogo/Explosão | Movimentação do navio |
| | | Vazamento de produtos (líquidos ou vapores) |
| | Falha Operacional | Fogo não relacionado ao processo |
| | | Falha de equipamento |
| | | Falha no monitoramento |

Fonte: Produzido pelo autor.

A partir desse cenário, integrando o HAZID com outras metodologias, verifica-se, então, a possibilidade e a probabilidade de ocorrência, causas e possíveis controles.

A Matriz de Tolerabilidade de Risco (fig. 24) é uma dessas integrações e estabelece os critérios de tolerabilidade⁴⁵ listados abaixo:

⁴⁵ Tabela 3 – Categorias de Risco x Nível de Controle Necessário. N-2782 – Petrobras, p.5.

- 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 (região ALARP – “*As Low As Reasonably Practicable*”).
- 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 riscos para regiões de menor magnitude de riscos (regiões ALARP ou tolerável).

Figura 24 - Matriz de Tolerabilidade de Risco

| | | | | | Categorias de frequência | | | | | | |
|--|-----|--------------|--|--|---|---|---|---|--|----|----|
| | | | | | A Extremamente remota | B Remota | C Pouco provável | D Provável | E Frequente | | |
| Descrição / características | | | | | Possível mas sem referências na indústria | Não esperado ocorrer, apesar de haver referências em instalações similares na indústria | Pouco provável de ocorrer durante a vida útil de um conjunto de instalações similares | Possível de ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação | Possível de ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação | | |
| | | Pessoas | Patrimônio / continuidade operacional | Meio ambiente (ver Nota 1) | Imagem | | | | | | |
| Categorias de Severidade das Consequências | V | Catastrófica | Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros (ver Nota 2) | Danos catastróficos podendo levar à perda da instalação industrial | Danos catastróficos | Repercussão internacional | M | M | NT | NT | NT |
| | IV | Crítica | Fatalidade intramuros ou lesões graves extramuros (ver Nota 3) | Danos severos a sistemas / equipamentos (reparação lenta) | Danos severos | Repercussão nacional | T | M | M | NT | NT |
| | III | Média | Lesões graves intramuros ou lesões leves extramuros | Danos moderados a sistemas / equipamentos | Danos moderados | Repercussão regional | T | T | M | M | NT |
| | II | Marginal | Lesões leves | Danos leves a sistemas / equipamentos | Danos leves | Repercussão local | T | T | T | M | M |
| | I | Desprezível | Sem lesões ou no máximo casos de primeiros socorros | Danos leves a equipamentos sem comprometimento da continuidade operacional | Danos insignificantes | Repercussão insignificante | T | T | T | T | M |

| | |
|--------|--|
| NOTA 1 | No caso de vazamentos de petróleo ou derivados, as Tabelas B.1 e B.2 (para vazamentos em ambientes aquáticos e terrestres, respectivamente) podem ser utilizadas para a definição das categorias de severidade, em função do grau API do produto, do volume vazado e do ambiente atingido. [Prática Recomendada] |
| NOTA 2 | O cenário catastrófico para pessoas compreende acidentes de largas proporções, com potencial de atingir um número maior de pessoas, inclusive pessoas da força de trabalho que não necessariamente tenham uma relação direta com o acidente. |
| NOTA 3 | O cenário crítico para pessoas compreende acidentes com abrangência localizada numa unidade ou planta de processo, com potencial de atingir até 3 pessoas, normalmente ligadas a uma tarefa específica e relacionadas ao cenário de acidente. |
| NOTA 4 | As categorias de frequência visam permitir uma avaliação da frequência do cenário acidental, a qual deve ser estimada considerando a atuação das salvaguardas preventivas existentes ou previstas em projeto. |
| NOTA 5 | As categorias de severidade visam permitir uma avaliação da magnitude das consequências dos efeitos físicos de interesse (sobre pressão, concentração tóxica, radiação térmica etc.), a qual deve ser estimada considerando que a presença de salvaguardas mitigadoras, existentes ou previstas na revisão atual do projeto, reduzirá tal severidade. Esta consideração a respeito de salvaguardas mitigadoras não se aplica à LOPA. |
| NOTA 6 | A abordagem para classificação dos riscos deve atender a critérios do Órgão Governamental estadual ou federal, tais como CETESB, INEA, IBAMA. |

Fonte: Tabela 2 – N-2782 – Petrobras, p.4.

Em se tratando de vazamento de petróleo e derivados, a análise da Matriz de Risco deve ser feita em conjunto com a tabela abaixo (fig. 25), conforme consta na NOTA 1, da “Matriz de Tolerabilidade de Risco”. Observa-se que, mais do que volume derramado, a densidade é determinante para o impacto no meio ambiente. Óleos mais densos, ou seja, com menor valor de API⁴⁶, produzem maior impacto.

Figura 25 - Categorias de Severidade para o Meio Ambiente - Água

| Tipo de ambiente (água) | Categoria de severidade | Volume vazado (V) em m ³ , conforme grau API | | | |
|---|--|---|------------------|-----------------|----------------|
| | | API ≥ 45 | 35 ≤ API < 45 | 17,5 ≤ API < 35 | API < 17,5 |
| 1 Regiões oceânicas | V Catastrófica | ≥ 1 000 | ≥ 700 | ≥ 400 | ≥ 200 |
| | IV Crítica | 100 ≤ V < 1 000 | 80 ≤ V < 700 | 40 ≤ V < 400 | 20 ≤ V < 200 |
| | III Média | 5 ≤ V < 100 | 4 ≤ V < 80 | 2 ≤ V < 40 | 1 ≤ V < 20 |
| | II Marginal | 0,5 ≤ V < 5 | 0,4 ≤ V < 4 | 0,2 ≤ V < 2 | 0,1 ≤ V < 1 |
| | I Desprezível | V < 0,5 | V < 0,4 | V < 0,2 | V < 0,1 |
| 2 Regiões costeiras | V Catastrófica | ≥ 500 | ≥ 350 | ≥ 200 | ≥ 100 |
| | IV Crítica | 50 ≤ V < 500 | 35 ≤ V < 350 | 20 ≤ V < 200 | 10 ≤ V < 100 |
| | III Média | 4 ≤ V < 50 | 2 ≤ V < 35 | 1 ≤ V < 20 | 0,5 ≤ V < 10 |
| | II Marginal | 0,4 ≤ V < 4 | 0,2 ≤ V < 2 | 0,1 ≤ V < 1 | 0,05 ≤ V < 0,5 |
| | I Desprezível | V < 0,4 | V < 0,2 | V < 0,1 | V < 0,05 |
| 3 Rios caudalosos (águas lóxicas) | V Catastrófica | ≥ 250 | ≥ 175 | ≥ 100 | ≥ 50 |
| | IV Crítica | 25 ≤ V < 250 | 17,5 ≤ V < 175 | 10 ≤ V < 100 | 5 ≤ V < 50 |
| | III Média | 2,5 ≤ V < 25 | 1,75 ≤ V < 17,5 | 1 ≤ V < 10 | 0,5 ≤ V < 5 |
| | II Marginal | 0,25 ≤ V < 2,5 | 0,175 ≤ V < 1,75 | 0,1 ≤ V < 1 | 0,05 ≤ V < 0,5 |
| | I Desprezível | V < 0,25 | V < 0,175 | V < 0,1 | V < 0,05 |
| 4 Águas interiores (águas lânticas tais como lagoas, baías, rios não caudalosos etc.) | V Catastrófica | ≥ 50 | ≥ 35 | ≥ 20 | ≥ 10 |
| | IV Crítica | 5 ≤ V < 50 | 3,5 ≤ V < 35 | 2 ≤ V < 20 | 1 ≤ V < 10 |
| | III Média | 0,5 ≤ V < 5 | 0,35 ≤ V < 3,5 | 0,2 ≤ V < 2 | 0,1 ≤ V < 1 |
| | II Marginal | 0,05 ≤ V < 0,5 | 0,035 ≤ V < 0,35 | 0,02 ≤ V < 0,2 | 0,01 ≤ V < 0,1 |
| | I Desprezível | V < 0,05 | V < 0,035 | V < 0,02 | V < 0,01 |
| NOTA 1 | A Tabela B.1 tem como fonte o padrão do SMES Corporativo do SISTEMA PETROBRAS de classificação, investigação, análise, documentação e divulgação de anomalias, | | | | |
| NOTA 2 | Em se tratando de regiões notadamente sensíveis (a critério da equipe de avaliação), a categorização deve ser feita na faixa imediatamente superior. | | | | |

Fonte: Tabela B.1 – N-2782 – Petrobras, p.7.

⁴⁶ API - Grau API é uma escala arbitrária que mede a densidade dos líquidos derivados de petróleo. Foi criada pelo American Petroleum Institute (API) e é utilizada para medir a densidade relativa de líquidos. Quanto mais densidade o óleo tiver, menor será seu grau API.

Com base nas técnicas expostas e combinando as informações da Matriz de Risco e da Categoria de Severidade foram feitas as análises de risco em cada modalidade, apresentadas no próximo item, considerando as três fases principais da entrega do produto retirado das bacias *offshore*: atracação, transferência da carga e desatracação, de acordo com a área em que ocorrem.

Para efeito de comparação e buscando um cenário mais próximo da realidade estudada foram considerados:

- Óleo com densidade de 0,86 (API de 32,4) - Valor médio do petróleo extraído das bacias oceânicas de Campos e Santos;
- Volume vazado de 0,852 m³ (852 litros de óleo)⁴⁷ - O mesmo volume registrado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) em um acidente de grandes proporções ocorrido em 2015, no Terminal da Baía de Ilha Grande (TEBIG), em Angra dos Reis.

A partir destas condições pré-definidas e considerando que os terminais analisados se encontram em áreas sensíveis, aplica-se a NOTA 2 da tabela “Categorias de Severidade para o Meio Ambiente – Água” (fig. 26). Foram então conjugados os parâmetros obtidos nessa tabela com os da “Matriz de Tolerabilidade de Risco (fig. 25) obtendo-se, então, o grau de tolerabilidade de risco. Quanto à probabilidade de ocorrência, ou seja, as “Categorias de Frequência” nas operações expostas nos próximos itens, estas são consideradas a partir do referencial histórico existente, em operações similares. Referencial esse obtido em bancos de dados da IMO, da ITOPF, da Intertanko⁴⁸, da Autoridade Marítima, em consultorias como a Dynamarine⁴⁹, ou até mesmo das próprias empresas de petróleo.

⁴⁷ INEA - Diagnóstico de Acidentes Ambientais no Estado do Rio de Janeiro, no qual consta o registro de que essa quantidade atingiu uma área de 450 km² nas Baías de Ilha Grande e Sepetiba. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/Relat%C3%B3rio-Diagn%C3%B3stico-de-vazamento-de-%C3%B3leo_BAIXA.pdf. Acesso em 05 de nov. 2020.

⁴⁸ The International Association of Independent Tanker Owners (INTERTANKO) é uma associação formada em 1970 por proprietários independentes de navios tanque, com o objetivo de promover seus interesses e cooperar com a indústria do petróleo, organizações nacionais e internacionais.

⁴⁹ Consultoria voltada para o setor marítimo, que possui um banco de dados de operações STS Disponível em: <https://site.onlinests.net/en/osis-database>. Acesso em 05 de nov. 2020.

5.2 Riscos de uma operação pelo modo direto

Com a finalidade de entender os componentes do risco no modo direto, as seguintes fases ocorrem a partir da chegada do navio no porto:

- 1) Embarque do Prático;
- 2) Utilização de rebocadores para auxiliarem a manobra de atracação;
- 3) Com o navio atracado, é feita a conexão dos braços do terminal e o posicionamento da barreira de contenção ao redor do navio;
- 4) Início da operação de descarga para terra;
- 5) Ao final, desconexão dos braços e retirada da barreira;
- 6) Utilização de rebocadores para auxiliarem a manobra de desatracação;
- 7) Desembarque do prático.

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|---|------------|---------------------|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: ATRACAÇÃO / DESATRACAÇÃO | | |
| Perigo: Condições climáticas extremas | | |
| Causas: Ventos fortes, correntes intensas, chuvas intensas , descargas atmosféricas. | | |
| Consequências: Cancelamento ou atraso na operação, danos pessoais, danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| D – Provável | II – Média | M – Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|---|---------------|---------------------|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: ATRACAÇÃO / DESATRACAÇÃO | | |
| Perigo: Perigos marítimos | | |
| Causas: Colisão, abalroamento, encalhe. | | |
| Consequências: Danos pessoais; danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco provável | III – Crítica | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|--|--|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Estabilidade e Integridade Estrutural | | |

| | | |
|--|-------------|--------------|
| Causas: Falha na operação de carga , Falha na operação de lastro | | |
| Consequências: Danos materiais; danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Ruptura da conexão do braço ou mangote | | |
| Causas: Bloqueio no processo, movimentação do navio | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|--------------|--------------|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Fogo/Explosão | | |
| Causas: Vazamento de produtos (líquidos ou vapores) | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| B – Remota | IV – Crítica | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: MODO DIRETO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Falha operacional | | |
| Causas: Falha de equipamento, falha no monitoramento | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M - Moderado |

5.3 Riscos de uma operação STS

Assim como no modo direto, a avaliação do risco de uma operação STS deverá levar em consideração as fases necessárias para que a transferência ocorra, considerando cada uma de suas variantes.

5.3.1 STS NAVEGANDO

Nesse tipo de operação ocorrem as seguintes fases:

- 1) Embarque do Capitão de Manobras⁵⁰;
- 2) Utilização de embarcação com equipe de apoio para posicionar as defensas no costado do navio (normalmente no navio que fará a transferência);
- 3) Manobra de aproximação e amarração entre os navios;
- 4) Conexão dos mangotes entre os navios;
- 5) Operação de transferência de carga;
- 6) Desconexão dos mangotes;
- 7) Manobra de desamarração e afastamento dos navios;
- 8) Retirada das defensas;
- 9) Desembarque do Capitão de Manobras.

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Condições climáticas extremas | | |
| Causas: Ventos fortes, correntes intensas, chuvas intensas, descarga atmosféricas | | |
| Consequências: Cancelamento ou atraso na operação, danos pessoais, danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| D – Provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Perigos marítimos | | |
| Causas: Colisão, abalroamento, encalhe | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| D – Provável | III – Média | M – Moderado |

⁵⁰ O Capitão de Manobras (Mooring Master) atua como o prático de alto mar. São profissionais experientes e treinados nesse tipo de manobra, que auxiliam os Comandantes dos navios envolvidos na operação. O seu custo está incluído nos serviços prestados pela empresa que realiza a operação de STS.

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|---------------|----------------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Estabilidade e integridade estrutural | | |
| Causas: Falha na operação de carga, falha na operação de lastro | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| B – Remota | II – Marginal | T - Tolerável |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|---------------|----------------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Ruptura do braço ou mangote | | |
| Causas: Bloqueio no processo, movimentação do navio. | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco provável | II – Marginal | T - Tolerável |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|--------------|---------------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Fogo/Explosão | | |
| Causas: Vazamento de produtos (líquidos ou vapores) | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| B – Remota | IV – Crítica | M – Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|---------------|----------------------|
| Tipo de Operação: STS NAVEGANDO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Falha Operacional | | |
| Causas: Falha de equipamento, falha no monitoramento | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | II – Marginal | T - Tolerável |

As classificações de risco “tolerável” encontradas acima, nas operações de “STS navegando”, e que tenham como consequência dano ambiental, se justificam por ser uma operação em mar aberto (Região Oceânica). Da mesma forma, para as classificações de severidade “Marginal”. No caso da ocorrência de algum derrame há mais tempo para ações de contingência, impedindo que o óleo atinja a costa.

5.3.2 STS FUNDEADO

- 1) Embarque do práctico para entrada e fundeio do primeiro navio (que receberá a carga);
- 2) Utilização de barco com equipe de apoio para posicionar as defensas no costado do navio (normalmente no navio que ficará amarrado ao navio fundeado);
- 3) Embarque do práctico no segundo navio (aliviador com a carga);
- 4) Manobra de aproximação e amarração entre os navios;
- 5) Conexão dos mangotes entre os navios e posicionamento das barreiras de contenção (um segmento ligando as proas, e outro ligando as popas);
- 6) Operação de transferência de carga;
- 7) Desconexão dos mangotes e retiradas das barreiras de contenção;
- 8) Embarque do práctico para desamarração e saída do segundo navio;
- 9) Manobra de desamarração e afastamento dos navios;
- 10) Retirada das defensas;
- 11) Embarque do práctico para saída do primeiro navio.

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|-------------|---------------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Condições climáticas extremas | | |
| Causas: Ventos fortes, correntes intensas, chuvas intensas, descarga atmosféricas | | |
| Consequências: Cancelamento ou atraso na operação, danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| D – Provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|--------------|---------------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Perigos Marítimos | | |
| Causas: Colisão, abalroamento, encalhe. | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C - Pouco provável | IV – Crítica | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Estabilidade e integridade estrutural | | |
| Causas: Falha na operação de carga, falha na operação de lastro | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Ruptura do braço ou mangote | | |
| Causas: Bloqueio no processo, movimentação do navio | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|--------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Fogo/Explosão | | |
| Causas: Vazamento de produtos (líquidos ou vapores) | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| B – Remota | IV – Crítica | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS FUNDEADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Falha Operacional | | |
| Causas: Falha de equipamento, falha no monitoramento | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M - Moderado |

5.3.3 STS ATRACADO

- 1) Embarque do prático para entrada e atracação do primeiro navio (que receberá a carga);
- 2) Utilização de barco com equipe de apoio para posicionar as defensas no costado do navio (normalmente no navio atracado);
- 3) Embarque do prático no segundo navio (aliviador com a carga);
- 4) Manobra de aproximação e amarração entre os navios;
- 5) Conexão dos mangotes;
- 6) Operação de transferência de carga;
- 7) Embarque do prático para desamarração e saída do segundo navio;
- 8) Desconexão dos mangotes e desamarração e saída do segundo navio;
- 9) Retirada das defensas;
- 10) Embarque do prático para saída do primeiro navio.

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|--|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Condições climáticas extremas | | |
| Causas: Ventos fortes, correntes intensas, chuvas intensas, descarga atmosféricas | | |
| Consequências: Cancelamento ou atraso na operação, danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| D – Provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|---|--------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: AMARRAÇÃO / DESAMARRAÇÃO | | |
| Perigo: Perigos marítimos | | |
| Causas: Colisão, abalroamento, encalhe | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C - Pouco provável | IV – Crítica | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Estabilidade e integridade estrutural | | |
| Causas: Falha na operação de carga, falha na operação de lastro | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco provável | III – Média | M - Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO - HAZID | | |
|---|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Ruptura do braço ou mangote | | |
| Causas: Bloqueio no processo; movimentação do navio | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M – Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|---|--------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Fogo/Explosão | | |
| Causas: Vazamento de produtos (líquidos ou vapores). | | |
| Consequências: Danos pessoais, danos materiais, danos ambientais. | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| B – Remota | IV – Crítica | M – Moderado |

| ANÁLISE DE RISCO – HAZID | | |
|--|-------------|--------------|
| Tipo de Operação: STS ATRACADO | | |
| Objeto da Análise: OPERAÇÃO | | |
| Perigo: Falha Operacional | | |
| Causas: Falha de equipamento, falha no monitoramento | | |
| Consequências: Danos materiais, danos ambientais | | |
| Frequência | Severidade | Risco |
| C – Pouco Provável | III – Média | M – Moderado |

6.0 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ECONÔMICA

A partir das fases apresentadas anteriormente em cada uma das modalidades analisadas, buscou-se os valores praticados no mercado⁵¹, retirados de um contrato de operação. Devido ao seu caráter de confidencialidade contratual, todas as rubricas foram multiplicadas por uma constante, mantendo-se assim sua proporcionalidade (tabela 01) para a comparação do custo. Os valores obtidos nessa tabela se referem ao custo de uma operação, dentro de cada modalidade.

Tabela 1 - Componentes do Custo (em R\$)

| RUBRICAS | STS NAVEGANDO | STS ATRACADO | STS FUNDEADO | DIRETO |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| MÃO DE OBRA DIRETA | 168.616 | 168.616 | 68.713 | 50.328 |
| TRANSPORTE DE PESSOAL | 5.805 | 5.805 | 5.805 | 856 |
| ALIMENTAÇÃO | 9.652 | 9.652 | 8.167 | 742 |
| EQUIPAMENTOS | 49.533 | 49.533 | 49.533 | 3.571 |
| EPI | 514 | 514 | 435 | 40 |
| MATERIAIS DE CONSUMO | 102.442 | 75.425 | 71.182 | 28.991 |
| FERRAMENTAS | 589 | 589 | 589 | 589 |
| CUSTOS DIRETOS | 1.282.515 | 2.267.444 | 2.267.444 | 1.995.208 |
| TOTAL 1 | 1.619.667 | 2.577.579 | 2.471.869 | 2.080.325 |
| OVER HEAD | 161.967 | 257.758 | 247.187 | 208.033 |
| CUSTO TOTAL | 1.781.634 | 2.835.336 | 2.719.055 | 2.288.358 |

Fonte: produzido pelo autor

Mesmo não sendo possível detalhar o que compõe cada rubrica, por causa do caráter sigiloso, cabe apresentar algumas considerações, a fim de proporcionar maior entendimento a respeito das diferenças observadas dentro cada modalidade:

- Com relação à mão de obra direta, no STS navegando e atracado há a presença de dois capitães de manobra e a quantidade de pessoal de apoio envolvido é a mesma⁵². Já no STS fundeado há apenas um capitão de manobra, o que não ocorre no modo de operação Direto;
- Transporte de pessoal, Alimentação e Equipamento de Proteção Individual (EPI) são calculados considerando a quantidade de pessoas envolvidas na operação, em cada modalidade;

⁵¹ Valores obtidos com base em contratos de operação de “players” do setor.

⁵² Os capitães de manobra no STS navegando manobram efetivamente os navios, já no STS atracado e fundeado eles atuam como “superintendentes da carga” e manobram apenas em caso de emergência.

- Em Equipamentos, as três modalidades de STS usam os mesmos equipamentos para auxiliar na amarração entre navios, que são dispensáveis no modo Direto;
- Material de Consumo difere em cada modalidade: quantidade de barreiras de contenção utilizada no caso da modalidade Direto é menor do que em STS fundeado e atracado; já no STS navegando não há utilização de barreiras, mas há embarcação de apoio dedicada, próximas à operação. São diferenças que impactam no preço final de cada tipo de operação estudada;
- A rubrica Ferramentas está relacionada à conexão/desconexão dos mangotes, sendo por isso idênticas em todas as modalidades;
- Em Custos diretos são considerados, conforme o tipo de operação a utilização, de embarcação de apoio, no caso do STS navegando; rebocadores para as manobras e serviço de praticagem (para STS atracado, STS fundeado e modo Direto); lanchas e balsa de apoio (para STS atracado e STS fundeado); e material de contingência⁵³ (conforme o tipo de operação).

⁵³ Material utilizado para limpeza em caso de derrame (mantas de absorção, dispersantes, etc.).

7.0 COMPARAÇÃO ENTRE AS MODALIDADES DE TRANSFERÊNCIA

Como foi dito inicialmente, a expansão da exploração de petróleo para áreas cada vez mais distantes da costa, em profundidades cada vez maiores, leva a uma constante busca por soluções inovadoras nos processos de transferência e transporte dessa carga. Soluções que possam fazer frente aos desafios que surgem nesse tipo de atividade complexa e arriscada, e que ao mesmo tempo sejam economicamente viáveis e tecnicamente eficientes. Assim, as modalidades STS estudadas vão ao encontro dessas necessidades.

A fim de atribuir um caráter semi-quantitativo às análises de risco (HAZID), a partir da Matriz de Tolerabilidade apresentada no item 5.0, utilizou-se uma adaptação do “Método de matriz simples Somerville” (Carvalho, 2007)⁵⁴, atribuindo cinco níveis para as variáveis “*Frequência*” [F], e cinco para “*Severidade*” [S]. Com o produto entre duas dessas variáveis (tab. 02), se determinou o “*Grau de Risco*” [R] nos três níveis de tolerabilidade (Tolerável, Moderado e Não Tolerável).

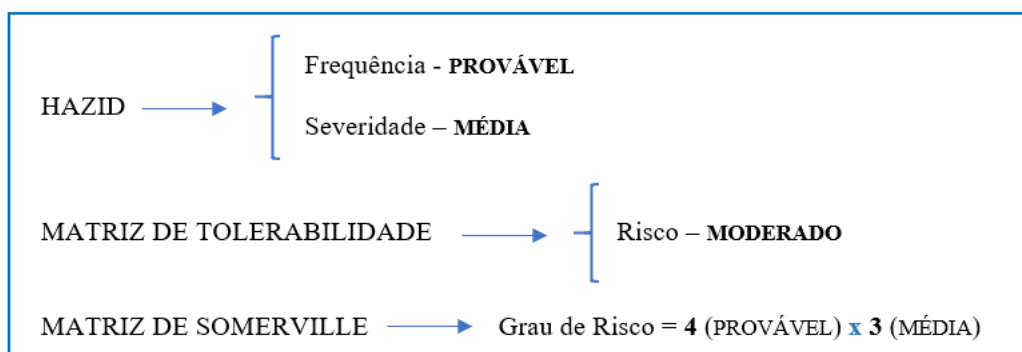
Tabela 2 – Severidade x Frequência

| | | FREQUÊNCIA | | | | | |
|------------|--------------|---------------------|--------|----------------|----------|-----------|----|
| | | EXTREMAMENTE REMOTA | REMOTA | POUCO PROVÁVEL | PROVÁVEL | FREQUENTE | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| SEVERIDADE | CATASTRÓFICA | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| | CRÍTICA | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | MÉDIA | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | MARGINAL | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | DESPREZÍVEL | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Fonte: produzido pelo autor

No modo direto, por exemplo, tendo como objeto de análise as manobras de atracação/desatracação (pág. 61), em que o perigo elencado são as condições climáticas extremas, obtêm-se o grau de risco igual a 12:

⁵⁴ Método proposto por Mary Somerville, que recorre ao uso de uma matriz simples, de duas variáveis, expressas por escalas de três níveis.



Foram somados os valores do grau de risco, para cada “perigo” encontrado nos quatro tipos de operação de transferência, obtendo-se o grau de risco total de cada tipo (tab. 03).

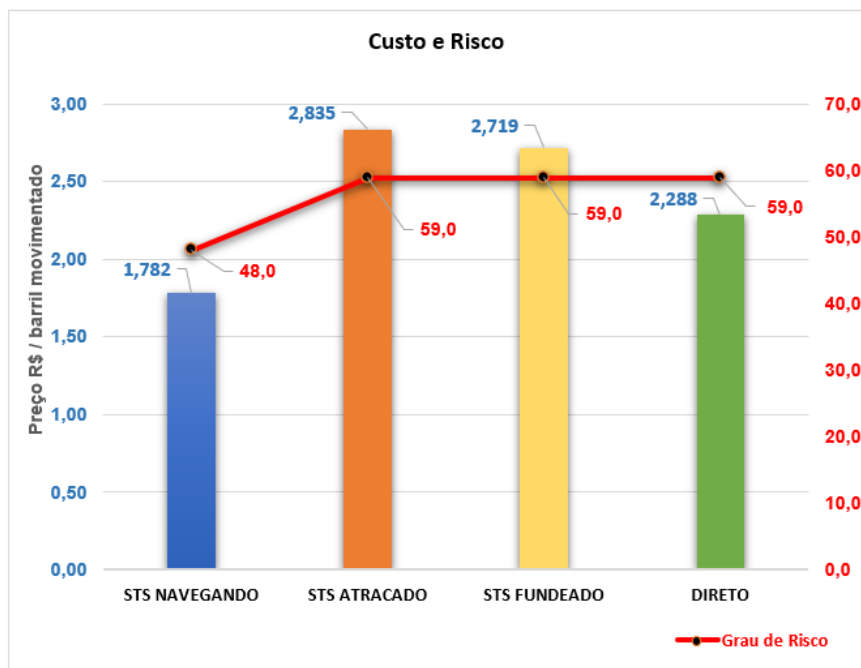
Tabela 3 - Grau de Risco

| Perigo | STS navegando | STS atracado | STS fundeado | Direto |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------|
| Condições climáticas extrema | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Perigos marítimos | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Estabilidade e integridade estrutural | 4 | 9 | 9 | 9 |
| Ruptura de braço ou mangote | 6 | 9 | 9 | 9 |
| Fogo / Explosão | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Falha operacional | 6 | 9 | 9 | 9 |
| Total | 48 | 59 | 59 | 59 |

Fonte: produzido pelo autor

Considerando a capacidade média dos navios aliviadores entre 150.000 m³ e 170.000 m³, ou seja, em torno de 1.000.000 de barris, e dividindo por esse número o custo de uma operação em cada modalidade obtido na tabela 01, tem-se o custo do barril movimentado em cada uma delas (unidade normalmente utilizada nos contratos de operação). A tabela 04 apresenta esse valor, consolidado com o grau de risco, em cada modalidade extraído da tabela 03.

Tabela 4 - Custo e risco de cada modalidade



Fonte: produzido pelo autor

Observa-se, portanto, que na modalidade “STS navegando” o custo por barril é da ordem de 22,11% menor que o modo definido no presente trabalho como “Direto”, sendo também a modalidade que apresenta um grau de risco menor frente às demais. Isso se deve ao fato de que esse tipo de operação ocorre em áreas afastadas da costa, onde no caso de uma ocorrência de derrame de óleo no mar, haverá mais tempo para que medidas de contingência sejam tomadas, antes que o produto atinja o litoral.

Dessa forma, o método “STS navegando” demonstrou, conforme a hipótese considerada inicialmente, ser o que traz maior eficiência técnica e econômica para a transferência de petróleo no mar. Tal hipótese se comprova pelos dados de custo apresentados; pela redução do tempo de ausência do navio aliviador na área *offshore*; pela economia de tempo e recursos do navio que recebe a carga do aliviador, já que sai direto da área de transbordo para seu destino; pela não utilização de rebocadores para manobrar, o que contribui para a redução no custo, assim como a não utilização do serviço de praticagem; pela isenção de despesas com taxas portuárias; e, em caso de derrames de óleo no mar, pelo menor impacto ao meio ambiente, uma vez que há mais tempo para que sejam executadas ações de contingência efetivas.

Contudo, no decorrer da pesquisa, foi possível entender que, diante da complexa atividade de comercialização dessa *commodity*, e a despeito de todas as vantagens acima relacionadas, outros fatores externos influenciam as tomadas de decisão, tais como: obtenção de licenciamento ambiental para as áreas de operação pretendidas; condições meteoceanográficas favoráveis para sua execução; necessidade de alívio das tancagens *offshore* a fim de não interromper a produção de um poço; e cumprimento de prazos contratuais para entrega da carga. São situações que justificam ainda sua utilização, levando o decisor a optar por modalidades com maior custo inicialmente, mas que evitarão despesas maiores.

CONCLUSÃO

Tendo como cenário uma área importante de nossa Amazônia Azul, onde estão localizadas as maiores reservas de petróleo e gás do país, esta pesquisa foi motivada com o propósito de manter a governança corporativa, em face das inovações surgidas. Governança essa que passa por definir responsabilidades e gerir os processos e riscos envolvidos, proporcionando ao final operações seguras. Ações que estarão em consonância com as disposições da PND (2020) quanto ao “uso sustentável dos recursos ambientais, respeitando a soberania dos Estados”.

Esta dissertação surgiu a partir do problema: Considerando as características dos campos *offshore* no Brasil, até que ponto a adoção do sistema de transferência “STS” para o transporte de óleo cru desses campos para os terminais de destino é conveniente?

Para buscar uma resposta ao questionamento considerou-se como variável de referência (V_r) o modo “Direto” de transferência e como variável em teste (V_t) a modalidade “Ship to ship”, em suas três variantes: navegando, fundeado e atracado.

É apresentada a seguinte hipótese: “A operação de transferência de carga via “STS” oferece melhor resposta ante os fatores envolvidos (custo e risco) em relação ao sistema direto, ainda em uso.”

Foi possível então, no decorrer da pesquisa alcançar os objetivos específicos elencados e com base nos dados obtidos concluir que a hipótese é verdadeira. Contudo, é válida somente quando considerada a modalidade “STS navegando”. As demais variantes demonstraram possuir o mesmo grau de risco que o modo direto e um custo maior para sua execução.

Todavia, foi observado que outros fatores, exógenos aos considerados inicialmente como condicionantes, influenciam na tomada de decisão quanto ao melhor modelo adotado. Não basta olhar apenas para custo e risco envolvido, que são, certamente, parâmetros importantes. Há que se analisar outros fatores que impactam a atividade do transporte marítimo de petróleo.

No caso do Brasil, como foi observado, a área licenciada para as operações de “STS navegando”, mesmo sendo próxima à área de exploração, apresenta ao longo do ano condições de vento e mar não propícios para esse tipo de operação. O risco de acidentes e do choque entre os navios é muito grande, o que reduz sua “janela operacional”.

Se por um lado há um contrato de fornecimento a ser cumprido, com datas programadas para carga e descarga, existe também a necessidade de se manter a produção, pois a parada de produção de um poço, por falta de espaço em um FPSO, traz enormes prejuízos à atividade de exploração. Dessa forma, a complexa logística do petróleo leva à busca de alternativas para que o óleo seja retirado dos poços e chegue às refinarias, mesmo que isso represente um custo maior.

A opção de operações de transbordo via “STS fundeado”, que estavam sendo feitas na Baía de Ilha Grande, em Angra dos Reis, foram suspensas pelos órgãos ambientais. Tais suspensões, de certa forma, parecem mais uma resolução política do que técnica já que a área delimitada e licenciada era muito próxima do terminal (4,0 milhas náuticas). Tratando-se de um local abrigado, os riscos nesse tipo de operação são os mesmos de um navio atracado no modo direto. O STS fundeado seria uma opção extremamente positiva para o terminal, que manteria seus berços livres para outras operações; e para os navios, que operariam em um local abrigado e seguro.

Diante de tal impossibilidade, atualmente, a operação na modalidade “STS atracado” tem sido amplamente utilizada. Somente em 2020 foram realizadas pela Transpetro cerca de 500 operações STS nos portos brasileiros licenciados para tal. Mesmo que venha a representar maior custo do que o modo direto, as vantagens obtidas pelo terminal em otimização de berço e a redução do tempo de estadia dos navios no porto têm se demonstrado extremamente positivas.

Em janeiro deste ano, o terminal aquaviário de Angra dos Reis (TEBIG) registrou mais um desempenho operacional histórico de exportação de petróleo da Petrobras em seus 43 anos de atividades, graças ao incremento das operações “STS atracado”. O volume de petróleo exportado atingiu a marca de 3.071.777 m³ - número equivalente a 19,3 milhões de barris. A movimentação superou em 3,63% o recorde anterior, alcançado em maio do ano passado, de 2.967.000 m³ -

correspondente a 18,7 milhões de barris exportados, para países como China, Malásia e Indonésia.

Como foi citado também, novos estudos vêm sendo feitos para que se utilize a modalidade dos CTVs (*Cargo Transfer Vessels*), que apesar das vantagens elencadas anteriormente esbarra nas limitações de condições de tempo ideais para sua execução, o que não ocorre, como foi visto, com muita frequência nas áreas *offshore* licenciadas.

Portanto, em se tratando de transferência de óleo, todas as modalidades serão sempre consideradas. É certo que, enquanto utilizarmos essa fonte de energia fóssil, o futuro sempre irá reservar novas propostas que consigam harmonizar a eficiência operacional com a segurança e a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BISNETO, A.B. **Operações de transferência de petróleo Ship to Ship no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2017. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020787.pdf>. Acesso em 25 fev. 2020.

BRASIL, Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Anuário Estatístico 2019**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>. Acesso em 12 fev. 2020.

BRASIL, Agência Nacional do Petróleo (ANP). **Exploração e Produção de Óleo e Gás**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/dados-de-e-p>. Acesso em 15 fev. 2020.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 269, DE 14 DE SETEMBRO DE 2000**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2000/res_conama_269_2000_regulamentadispersantesquimicosparacombateaosderramespetroleo.pdf. Acesso em 11 nov. 2020.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 237 , DE 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em 18 mai. 2020.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **RESOLUÇÃO Nº 398 , DE 11 de junho de 2008**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575>. Acesso em 18 mai. 2020.

BRASIL, Marinha do Brasil. **Lei 9537 de 11/12/97 Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário - LESTA**. Disponível em: <cfaoc/sites/www.marinha.mil.br/cfaoc/files/arquivos/lesta.pdf>. Acesso em 05 jun. 2020.

BRASIL, Marinha do Brasil. **Normas para as Capitâneas dos Portos do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cprj/cprj/sites/www.marinha.mil.br/cprj/files/cap4.pdf>. Acesso em 05 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - FINEP. **Manual de Oslo. Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação**. Terceira Edição. 1997. OCDE – Eurostat – FINEP. Disponível em: finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manual_de_oslo.pdf. Acesso em 20 fev. 2020.

BRASIL, Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em 10 fev. 2020.

CARVALHO, F.C.V.S.P.M. **Avaliação de Risco. Estudo comparativo entre diferentes métodos de Avaliação de Risco, em situação real de trabalho**. Universidade Técnica de Lisboa, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Filipa-Carvalho-7/publication/269696691_Estudo_comparativo_entre_diferentes_metodos_de_avaliacao_de_risco_em_situacao_real_de_trabalho/links/5492c1dc0cf225673b3e097a/Estudo-comparativo-entre-diferentes-metodos-de-avaliacao-de-risco-em-situacao-real-de-trabalho.pdf. Acesso em 12 jan. 2021.

ESTIGARRIBIA, J. **Substituir o petróleo levará ao menos 20 anos, diz pesquisador de Stanford**. Revista Exame, out. 2019. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/substituir-o-petroleo-levara-ao-menos-20-anos-diz-pesquisador-de-stanford/>. Acesso em 10 fev. 2020.

IBGC. **Código das melhores práticas de governança corporativa**. 5ª ed. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. São Paulo, SP, 2015.

ICS, OCIMF and IAPH. **ISGOTT – International Safety Guide for Oil Tankers and Terminal**. Fifth Edition, England. Witherby Seamanship, 2006.

ICS, OCIMF, CDI and SIGTTO. **SHIP TO SHIP Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases**. First Edition, England. Witherby Seamanship, 2013.

IMO. **Convenção da Organização Marítima Internacional**. 1948. Disponível em: <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Convention-on-the-International-Maritime-Organization.aspx>. Acesso em 20 fev. 2020.

IMO. **MARPOL Consolidated Edition 2017**. Sixth Edition, England. International Maritime Organization, 2018.

INEA, Instituto Estadual do Ambiente. **Diagnóstico de acidentes ambientais no Estado do Rio de Janeiro 1983-2016: enfoque no vazamento de óleo na Baía de Guanabara / Instituto Estadual do Ambiente (RJ)**. Diretoria de Pós-Licença. Gerência de Operações em Emergências Ambientais. – Rio de Janeiro, 2018.. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/Relat%C3%B3rio-Diagn%C3%B3stico-de-vazamento-de-%C3%B3leo_BAIXA.pdf. Acesso em 05 nov. 2020.

ITOPF, International Tanker Owners Pollution Federation. **Oil Tanker Spill Statistics 2019**. Special Edition, January 2020. Disponível em : https://www.itopf.org/fileadmin/data/Documents/Company_Lit/Oil_Spill_Stats_brochure_2020_for_web.pdf. Acesso em 14 nov. 2020.

KNIGHT, F. **Risk, uncertainty and profit**. London: Houghton Mifflin, 1921. Second Edition, 1933.

MARCONI, M.A. e LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7.ed., São Paulo, SP: Atlas, 2013.

MORAIS, J.M. **Petróleo em Águas Profundas. Uma história tecnológica da PETROBRAS na exploração e produção offshore**. Ipea. Brasília, 2013.

NOGUEIRA, I.C.M. **Caracterização do Clima de Ondas na Bacia do Espírito Santo Através de Modelagem Numérica**. COPPE-UFRJ, 2014. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/IzabelChristinaMartinsNogueira.pdf. Acesso em 10 abr. 2020.

OCIMF. **Guidelines for Offshore Tanker Operations**. First Edition. England. Witherby Seamanship, 2018.

PETROBRAS. **N2562 – Prevenção de Poluição nas Operações de Movimentação de Granéis Líquidos em Terminais Marítimos e Fluviais**. Rev.B. Novembro, 2011.

PETROBRAS. **N2782 – Técnicas Aplicáveis à Análise de Riscos Industriais**. Rev.D. Agosto, 2015.

PETROBRAS. **Relatório de sustentabilidade 2019**. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/25fdf098-34f5-4608-b7fa-17d60b2de47d/4556ffdb-9b18-ed54-4d78-dba0e3e91a06?origin=1>. Acesso em 17 mai. 2020.

PETROBRAS. **RIMA. Relatório de Impacto Ambiental. Atividade de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2. Revisão 3**. Petrobras. Santos, 2014.

SACHS, J. **A new map of the world**. The Economist. Edição de 24/06/2000. Disponível, em: <https://www.economist.com/unknown/2000/06/22/a-new-map-of-the-world>. Acesso em 05 mar. 2020.

SVEIN, K. **Maritime Transportation. Safety Management and Risk Analysis**. Ed. Routledge, Londres, 2013.

TEIXEIRA, V.B. **Operações de Transbordo de Petróleo na Baía de Ilha Grande**. COPPE/UFRJ, 2011. Disponível em: objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/ViniciusBarrosTeixeira.pdf. Acesso em 05 mar. 2020.

TRANSPETRO. **Informações Portuárias – Terminal de São Sebastião**. 4ª edição. 2013. Disponível em: <http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/nossas-atividades/dutos-e-terminais/informacoes-portuarias.htm>. Acesso em 02 set. 2020.

TRANSPETRO. **TEBIG - Informações Portuárias**. Rev. Outubro/2015. Disponível em: <http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/nossas-atividades/dutos-e-terminais/informacoes-portuarias.htm>. Acesso em 02 set. 2020.

VASCONCELLOS, M.A.de. **Economia Micro e Macro**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

VELOSO, T.G.C. **Otimização da Implantação de Sistemas ORC em uma FPSO Brasileira**. UNIFEI, Itajubá, 2015. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/725/dissertacao_veloso_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 20 mar. 2020.