

ANÁLISE DE ACIDENTES NO TRANSPORTE E TRANSFERÊNCIA DO PETRÓLEO E DERIVADOS EM OPERAÇÕES SHIP TO SHIP NO BRASIL

Alisson Nascimento De Oliveira¹

Wallace Gonçalves Pereira²

Prof^a Esp. Sandro Luis Medeiros³

Engenharia de Petróleo



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A maior parte da produção de petróleo no Brasil tem seu transporte e transferência realizados por navios petroleiros até os seus respectivos destinos. Entende-se por operação STS (shiptoship), o transbordo de carga de petróleo e seus derivados entre embarcações, transferindo ou transportando a devida carga, localizadas em águas jurisdicionais brasileiras, podendo ocorrer com as embarcações em movimento ou fundeadas. Através de uma metodologia analista, de característica qualitativa e quantitativa, levantando informações sobre as operações STS na costa brasileira, mas focando nas situações danosas da operação, baseando-se nos levantamentos bibliográfico e documental. O objetivo principal é selecionar os acidentes ocorridos no Brasil, no período de 1998 a 2019, analisando os acidentes dentro do contexto da operação com relação aos tipos, causas, impactos e a gravidade das vítimas. Para obter as informações desejadas, foi buscado nos órgãos federais que regulamentam e fiscalizam o processo de transporte de petróleo aquaviário, como também órgãos ambientais. Ao total foram registrados 42 acidentes em alto mar, três deles estão ligados à operação de transbordo de petróleo e combustíveis derivados. As operações com O&G proporcionam grande risco de explosões e incêndios, onde 67% dos registros ocorreram os fatores citados. Cerca de 70% dos acidentes analisados provocaram impacto ao meio ambiente. O índice de fatalidade nesses acidentes é altíssimo, visto que 100% dos casos levaram pessoas a óbito ou trouxeram danos à saúde, o que reforça a cautela a ser aplicada em relação aos procedimentos de segurança. Devido ao aumento da produtividade, o desenvolvimento de novas tecnologias, e a capacitação profissional as operações STS se tornam muito recomendadas e essenciais ao setor de O&G.

PALAVRAS-CHAVE

Petróleo. Acidentes. ShiptoShip.

ABSTRACT

Most of the oil production in Brazil is transported and transferred by oil tankers to their respective destinations. STS (ship to ship) operation means the transshipment of cargo of oil and its derivatives between vessels, transferring or transporting the appropriate cargo, located in Brazilian jurisdictional waters, which may occur with vessels in motion or at anchor. Through an analytical methodology, with qualitative and quantitative characteristics, gathering information about STS operations on the Brazilian coast, but focusing on the damaging situations of the operation, based on bibliographic and documentary surveys. The main objective is to select the accidents that occurred in Brazil, from 1998 to 2019, analyzing the accidents within the context of the operation in relation to the types, causes, impacts and the severity of the victims. In order to obtain the desired information, the federal agencies that regulate and supervise the waterway oil transportation process were sought, as well as environmental agencies. In total, 42 accidents were recorded on the high seas, three of which are linked to the transshipment of oil and derived fuels. O&G operations pose a great risk of explosions and fires, where 67% of the records occurred the factors cited. About 70% of the accidents analyzed had an impact on the environment. The fatality rate in these accidents is very high, since 100% of the cases caused people to die or brought damage to their health, which reinforces the caution to be applied in relation to security procedures. Due to increased productivity, the development of new technologies, and professional training, STS operations highly recommended and essential to the O&G sector.

Keywords

Oil. Accidents. Ship To Ship.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, o petróleo – e seus derivados, ainda é um dos combustíveis de maior interesse no mundo. As maiores companhias do setor petrolífero são enfáticas em falar, que a demanda por petróleo terá seu pico até o ano de 2040, havendo um mercado bem competitivo, mas suficientes para que as reservas sejam exploradas. Não poderia ser diferente no Brasil, pois possui um perfil consumidor e vem se destacando por elevar sua produção com as áreas do pré-sal. Com isso, o mercado marítimo vem se aquecendo e melhorando seu sistema de logística e os custos atrelados a ele. Desse modo, por parte do próprio caminho de processamento, onde o país não

é altossuficiente no refino do petróleo, existe uma demanda também pela operação *Ship to Ship* (STS), que é utilizada para a importação e exportação (CELESTINO, 2016).

São três formas que estão associadas ao transporte de hidrocarbonetos no país, vejamos: o escoamento da produção dos campos de exploração para instalações de armazenamento e de processamento, a importação e exportação de petróleo bruto e derivados e a distribuição dos produtos processados. Atualmente, a constatação do transporte de petróleo e derivados ao longo da costa, representa cerca de 80% do total de cargas transportadas por este modal (RIBEIRO *et al.*, 2000).

A Tabela a seguir apresenta o modal utilizado para cada etapa do transporte de hidrocarbonetos no país.

Tabela 1 – Formas de Transporte de Hidrocarbonetos e Modal Utilizado

Formas de Transporte	Modal Utilizado
Escoamento da produção dos campos de exploração para instalações de armazenamento e de processamento	Dutoviário
Importação e exportação de petróleo bruto e derivados	Hidroviário
Distribuição dos produtos processados	Rodoviário

Fonte: Adaptado de Ribeiro e outros autores (2000).

No Brasil, os navios petroleiros estão na linha de frente do transporte, seja na navegação de longas distâncias ou na cabotagem, em toda extensão da costa brasileira. Na década de 1990, as operações de transbordo STS no Brasil eram desenvolvidas por embarcações não específicas para tal atividade, sendo realizada por navios aliviadores comuns. Não possuíam sistema posicionamento dinâmico, para controlar a movimentação da embarcação durante a operação, por isso, eram utilizados navios rebocadores que auxiliavam na manutenção da posição ao longo de todo o processo de transferência (FRONAPE, 2020).

O transporte de petróleo e derivados pode causar descargas de portes variáveis, desde as maiores proporcionadas por acidentes com petroleiros até as consideradas de pequena proporção, mais frequentes, descargas operacionais. Mundialmente este transporte lança no ambiente cerca de 100.000 toneladas de hidrocarbonetos por ano. Mesmo tendo outras fontes com volumes superiores aqueles registrados pelo transporte marítimo, o volume derramado por esta atividade não é desprezível uma vez que há o potencial de um grande derrame (WALKER *et al.*, 2003).

Um incidente ou acidente gerado por vazamento de petróleo, afeta organismos e os ecossistemas nas atividades costeiras, prejudicando atividades e o cotidiano de uma determinada região, como o turismo nas praias, mergulho, ribeirinhos, pescadores, hotéis, das indústrias que utilizam os recursos provenientes do mar, do comércio e todos os setores de uma sociedade, gerando crises políticas nas esferas municipal, estadual e federal (KHANNA; BARUA, 2001).

O trabalho consiste em demonstrar, que pela maior parte do petróleo e derivados terem sua transferência e transporte realizados por navios e operações STS, há grande possibilidade de ocorrer diversos tipos de acidentes e impactos ambientais. O objetivo geral é analisar os acidentes ocorridos no período de 1998 até 2020, tendo como objetivos específicos apresentar os tipos de acidentes frequentes, possíveis causas dos acidentes, impactos ambientais ocasionados e os riscos ocupacionais presentes na operação STS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

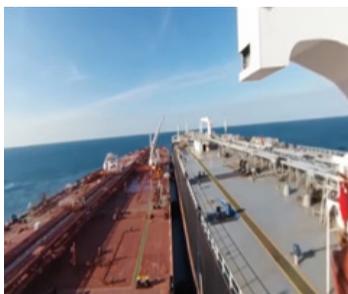
2.1 OPERAÇÃO STS

Entende-se por operação STS, o transbordo de carga de petróleo e seus derivados entre embarcações, transferindo ou transportando a devida carga, localizadas em águas jurisdicionais brasileiras, podendo ocorrer com as embarcações em movimento ou fundeadas (ANTAQ, 2020). Com finalidade de evitar restrições de calado, porto, embarcação, evitar áreas ambientalmente sensíveis, diminuir o congestionamento em terminais, diminuir demanda por armazenamento em áreas costeiras, razões comerciais e por emergência e contingência (ANP, 2020).

Sua transferência era realizada por meio de mangotes conectados aos painéis de carga (manifold) posicionados na região de meia nau da unidade marítima petroleira. No decorrer dos anos 2000, ocorreram vários avanços tecnológicos, as embarcações passaram a serem desenvolvidas por meio de sistemas, tais quais: de modelagem de casco, de transferência, de informação e de propulsão, voltadas para operação STS com as características de aliviadores. Essa necessidade de mudanças se deve ao crescimento da produção de óleo na Bacia de Campos que esgotou a capacidade dos oleodutos (TETRA TECH, 2014).

As formas mais convencionais destas operações são designadas como: o STS navegando (FIGURA 1), onde as embarcações estão em curso, o STS fundeado (FIGURA 2), onde uma das embarcações é fundeada e a outra é rebocada, o STS combinado, onde uma das embarcações é fundeada, porém a outra não necessita ser rebocada e por fim o STS atracado (FIGURA 3), onde uma das embarcações é atracada em um terminal enquanto a outra é rebocada até a localização exata para realização do processo.

Figura 1 – Navegando



Fonte: Teekay (2020).

Figura 2 – Fundeado

Fonte: Docplayer (2020).

Figura 3 – Atracado

Fonte: Marinha (2020).

Vejamos, tendo em vista o conhecimento dos tipos de operações STS, as características designadas para que as mesmas ocorram (TABELA 2):

Tabela 2 – Características dos tipos de operações STS

Tipo	Características
Atracado	Disponibilidade de terminais; Pierres ou dolphins; Regiões abrigadas; Uso de rebocadores; Suporte prático
Navegando	Distante da costa; Sem restrição de profundidade; Regiões mais expostas; Sem rebocadores; Suporte de capitão de manobra;
Fundeado	Próximo da costa; Com restrição de profundidade; Regiões abrigadas; Com rebocadores; Suporte prático;
Combinado	Combinação entre os tipos;

Fonte: clickpetroleo (2020).

As defensas primárias e secundárias (fenders), evitam o choque entre as embarcações e absorve a energia de impacto, se houver contato entre as embarcações. As man-

gueiras de transferência de carga deve ter o diâmetro baseado na vazão e nas dimensões do *manifold*, o comprimento vai depender de cada operação, com a referência de que este comprimento deve ser igual a duas vezes a diferença máxima na altura do *manifold* entre os dois navios, considerado suficiente para permitir variações seguras na transferência (FIGURA 4). As defesas são dimensionadas para carga máxima dentro do corpo paralelo de ambos os navios envolvidos na operação (TETRA TECH, 2014).

Figura 4 – *Fenders* e Mangueiras



Fonte: Tetra Tech (2014).

A operação STS pode ser dividida em cinco etapas: planejamento da chegada das embarcações, aproximação, atracação, transferência de carga e partida. Durante cada etapa há diferentes procedimentos específicos a serem estritamente seguidos pela tripulação das embarcações e *check lists* a serem preenchidos pelo responsável da operação STS em desenvolvimento. Na etapa de planejamento é fundamental que se verifique a plena compatibilidade entre as embarcações e os equipamentos a serem utilizados, além de se garantirem que as condições climáticas permitam a realização de todas as etapas da operação STS, dentro dos parâmetros de segurança e navegabilidade (TETRA TECH, 2014).

É importante salientar, que a utilização de embarcações auxiliares, são de extrema relevância nas respectivas operações, pois elas trabalham diretamente nas manobras que envolvem as atividades e na contenção de acidentes. Vejamos os tipos envolvidos nas respectivas operações: Rebocador (FIGURA 5), *fire fighting* (FIGURA 6) e o *Oil Spill Response Vessel* (OSRV) (FIGURA 7).

Figura 5 – Rebocador



Fonte: Wilsonsons (2020).

Figura 6 – Fire fighting

Fonte: Wilsonsons (2020).

Figura 7 – OSRV

Fonte: Chouest (2020).

2. 2 LEIS REGULAMENTADORAS

Quanto aos aspectos de segurança, leis, regulamentações, normas, padrões internacionais e proteção ambiental, as operações *ship to ship* no Brasil, são regidas de tal forma, que as mesmas estão passíveis de modificações, para acompanhar a evolução do mercado petrolífero. Segundo a Lei Federal nº 9.966/00 (Lei do Óleo), a qual dispõe sobre o controle e a fiscalização da poluição por óleo em águas jurisdicionais brasileiras. A Resolução Conama nº 398/08 trata do conteúdo mínimo dos planos de emergência individual (PEI) previstos na Lei do óleo para as tipologias que especifica e, embora não contemple as operações STS, serve como parâmetro para o plano de ação de resposta à emergência (PARE).

A Lei 9.966 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP), dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas nas águas jurisdicionais brasileiras e, a Resolução nº 811, de 16 de março de 2020, que regulamenta a atividade de transporte a granel de petróleo, seus derivados, gás natural e biocombustível, por meio aquaviário e as operações de transbordo entre embarcações STS.

Conforme a instrução normativa nº 16, de 26 de agosto de 2013 pelo Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que rege os procedimentos técnicos e administrativos que deverão ser requisitados para as operações STS, incluindo prevenção, procedimentos de emergência, planos de ação e a limitação de áreas preestabelecidas nas quais não vão poder ser executadas tais operações.

Segundo a Marinha do Brasil, por meio da Norma da autoridade marítima para tráfego e permanência de embarcações em águas jurisdicionais brasileiras (NORMAM-08/DPC – Capítulo 4 – Seção IV) que define os procedimentos obrigatórios para prevenção da poluição hídrica nas operações de transferência de óleo entre navios tais como: manutenção de embarcação de apoio dedicada com, material de combate à poluição (Barreiras de Contenção) e pessoal qualificado; manutenção de *Kit* de Barreira e Manta absorvente de óleo devidamente posicionado junto às tomadas de conexão dos mangotes.

As empresas devem está cadastradas e regulamentadas junto ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP). Este cadastro visa atender a Lei Complementar nº140 da União, que visa o controle ambiental sobre o transporte marítimo, fluvial ou terrestre, interestadual, de produtos de alta periculosidade. Não só a empresa, como suas contratadas deverão estar regulares quanto a Instrução Normativa. O registro da empresa no Sistema Nacional do Transporte de Produtos Perigosos (SNTPP).

2.3 RISCOS DE ACIDENTES

Acidentes que resultam do derramamento de petróleo nas águas são causados por vários fatores, sendo algumas das causas: erro humano de execução ou de instrução; explosões, incêndios e fenômenos da natureza; estado precário da navegabilidade; manutenção dos navios; e a causa mais preocupante: mais preocupação com o retorno econômico do que com as medidas de segurança voltadas ao meio ambiente e aos profissionais envolvidos (ITOPF, 2020).

O aumento do tráfego aquaviário, o derramamento de petróleo e derivados, as emissões atmosféricas, geração de resíduos, a tecnologia aplicada na construção dos navios, utilização de tintas tóxicas e transferência de espécies exóticas por meio da água de lastro, são alguns exemplos de impactos ocasionados pelo transporte marítimo (IMO, 2004).

No processo para amenizar os impactos gerados pelos possíveis riscos de acidentes, determinadas mudanças estão sendo colocadas em prática ao longo do tempo, refletindo em modificações na estrutura dos petroleiros, como a obrigatoriedade do casco duplo e do lastro segregado, e nas práticas de navegação a obrigatoriedade do casco duplo diminui a possibilidade de ocorrer derramamento no meio ambiente e evitar avarias na estrutura dos navios (ULLRING, 1997).

Com relação à incrustação de organismos na estrutura dos navios, foram desenvolvidas tintas anteincrustantes, que possuem compostos metálicos que ao decorrer da navegação contaminam a água do mar, matando os organismos aderidos ao casco do navio. Porém há estudos que mostram que estes compostos persistem no ambiente, matando a organismos marinhos. As embarcações devem ter um sistema de esgoto, um sistema de saneamento básico. Dentre os resíduos gerados a bordo, temos: o lixo doméstico, o lixo operacional e a água oleosa. Destes, a água oleosa que é diretamente lançada no ambiente constitui-se em um dos resíduos mais preocupantes em termos ambientais (IMO, 2004).

A gravidade do dano causado por um derramamento de óleo depende de várias causas, como a quantidade do petróleo derramado, o tipo derivado, o peso, a localização do acidente, as espécies de animais e plantas e até o clima do mar durante o despejo. A difusão do óleo no mar se espalha por sua superfície, formando uma camada que impede o acesso da luz, prejudicando a fotossíntese, destruindo a cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, impedindo a troca de gases entre a atmosfera e a água. Nem sempre uma grande quantidade de óleo derramado significa maior dano, em verdade, o dano é maior quanto mais sensível for à área afetada (KHANNA; BARUA, 2001).

Os danos à vida dos profissionais é ainda mais crítico, por se tratar de vida humana envolvida. A maioria dos acidentes com vítimas são fatais. A lista de acidentes apresentados demonstra o quanto é presente e grave o risco ao meio ambiente e a vida humana (WHITE; MOLLOY, 2001).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada no primeiro semestre do ano de 2020, sendo usada a metodologia de caráter exploratório, levantando informações sobre as operações *ship to ship* na costa brasileira, pretendendo maior aproximação e familiaridade com o tema, mas, objetivando situações que trouxeram danos a operação por meio de um levantamento bibliográfico e documental e de uma revisão orientada desta literatura.

A finalidade é selecionar os principais acidentes ocorridos no decorrer das operações de transbordo *ship to ship* no Brasil, no período de 1998 a 2019, analisando os acidentes dentro do contexto da operação com relação a alguns fatores como: tipo do acidente, possíveis causas, impactos ambientais ocasionados e existência de vítimas fatais ou não.

De posse dos fatores, será feita uma pesquisa qualitativa e quantitativa, utilizando conceitos e dados coletados com o objetivo de analisar os riscos dos acidentes, as principais causas dos acidentes, a gravidade dos impactos ambientais e o índice de fatalidade ocorrido nos eventos analisados.

A Figura a seguir sugere de forma dinâmica a sequência lógica utilizada para a realização dessa pesquisa.

Figura 8 – Fases da Metodologia do Trabalho



Fonte: Autores (2020).

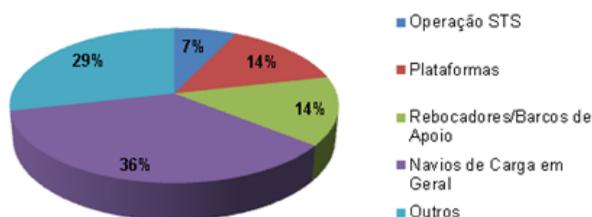
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter as informações desejadas foi necessário o acesso às informações de órgãos federais que regulamentam e fiscalizam o processo de transporte de petróleo aquaviário, como também órgãos ambientais. Nesse caso foi essencial consultas a Agência Nacional do Petróleo (ANP), a Marinha do Brasil, Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em seus respectivos endereços eletrônicos, com a finalidade de obter informação sobre os acidentes ocorridos na costa brasileira, às legislações vigentes, normas e resoluções que possibilitam a realização das operações STS no Brasil.

A Marinha do Brasil disponibiliza em seu endereço eletrônico os acidentes que ocorreram dentro do contexto de operações de transbordo, que não apenas se resume ao processo de transferência do petróleo, mas engloba todo o processo de deslocamento de navios tanques, rebocadores, barcos de apoio.

A partir dos anos 2000, as atividades de transbordo ganharam proporção no Brasil, até então não existia regras específicas para as atividades, dificultando a fiscalização e também o registro de incidentes ocorridos, por isso, existe pouquíssimos registros de acidentes registrados pela Marinha do Brasil. De 1998 a 2019 foram registrados 42 acidentes em alto mar, três deles estão ligados à operação de transbordo de petróleo e combustíveis derivados (GRÁFICO 1).

Gráfico 1 – Registro de Acidentes Marítimos Entre 1998 e 2019



Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

Relatório 1: Explosão e naufrágio do navio tanque “Vicuña” em Paranaguá (PR) 15 de novembro de 2004.

Segundo o relatório de investigação diretoria de portos e costas, no dia 15 de novembro de 2004, às 19 horas e 42 minutos, durante a operação de descarga, no Terminal da Cattalini Terminais Marítimos LTDA., localizado na cidade de Paranaguá (PR) - Brasil, o navio tanque “VICUÑA” explodiu, causando a perda total do navio e do restante da carga, sérios danos ao cais de atracação além de outras instalações do terminal e avarias em pequenas embarcações fundeadas nas proximidades.

A carga, constituída na sua totalidade de metanol, vazou para o meio ambiente sem maiores consequências devido a sua evaporação. Porém, o óleo combustível dos tanques do navio também vazou para o meio ambiente, causando extensos danos

ambientais à baía de Paranaguá.

Relatório 2: Acidente Fatal Durante Manobra de Atracação de Navio Tanque “MV Flumar Brasil” em 27 de Setembro de 2010

O Navio Mercante FLUMAR BRASIL, pertencente à empresa Flumar Transporte de Químicos e Gases LTDA., tendo como operador a Petrobras Transporte S.A, atracou no Porto de Suape, em Pernambuco, às 16 horas do dia 27 de setembro de 2010, procedente do Porto de Santos, cidade de Santos – São Paulo e tendo como destino final previsto o Porto de Fortaleza-Ceará.

Após atracação no Terminal TGL-2, foi julgada a necessidade de se efetuar um reposicionamento da embarcação com um deslocamento para vante. Às 15 horas e 50 minutos, por ocasião dessa manobra de reposicionamento do navio, quando da execução das voltas falidas, um marinheiro de convés componente da equipe de manobra de proa foi atingido na altura da testa pela espia que se soltou do cabeço. O impacto retirou o capacete da vítima, arremessando a de encontro a uma buzina. Apesar de imediatamente socorrida e removida para o Hospital, a vítima faleceu em razão dos ferimentos sofridos.

Relatório 3: Incêndio a bordo do navio petroleiro “Diva” na bacia de Campos no dia 18 de setembro de 2011

O navio “DIVA” suspendeu do porto de Santos no dia 18 de setembro de 2011, por volta das 10 horas, em lastro, com destino à Bacia de Campos, onde foi carregado com petróleo. No regresso, por volta das 20 horas e 30 minutos do dia 18 de setembro, quando navegava no ponto de coordenadas 23°19,7’S / 043°10,3’W, distante 25 milhas náuticas do litoral do Rio de Janeiro, ocorreu um princípio de incêndio na caldeira auxiliar.

O incêndio afetou o quadro elétrico e os motores geradores, deixando o navio sem energia. Foram iniciados os procedimentos de combate ao incêndio com o emprego da diesel-bomba de incêndio de emergência e, diante da constatação que o fogo continuava, foi acionado o sistema fixo de CO₂, empregando o disparo localizado no interior do compartimento do sistema.

Fator 1 - Tipo do Acidente:

O relatório 1 mostra que o acidente no navio tanque “VICUÑA” é caracterizado por explosão/incêndio (FIGURA 9). A explosão foi seguida do incêndio do metanol existente a bordo, que se derramou no mar.

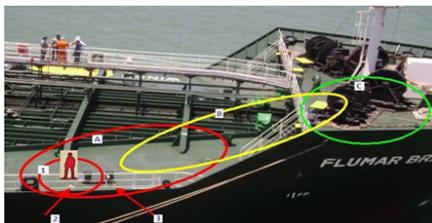
Figura 9 – Incêndio Visto do Terminal da TRANSPETRO



Fonte: Marinha do Brasil (2020).

No relatório 2 se desdobra um acidente fatal ocorrido na atracação no navio “Flumar Brasil”. O acidente ocorreu durante a execução de manobra de reposicionamento da embarcação no porto, após a observação do comando que a embarcação não se encontrava posicionada corretamente, foi decidido executar uma segunda manobra para posicionar o navio mais avante. Durante o processo um marinheiro foi atingido pela espia “espringue” que saltou do cabeço (FIGURA 10).

Figura 10 – Cenário das Manobras



Fonte: Marinha do Brasil (2020).

- Área A (círculo vermelho) – Área de Manobra do Convés Principal (BE)
 - 1 - Área do Acidente (onde se encontrava a vítima – boneco vermelho)
 - 2 - Olhal de RÉ (onde se encontrava a boça dobrada do espringue)
 - 3 - Olhal de VANTE (onde estava a boça singela do espringue)
- Área B (círculo amarelo) – Área de Movimentação da Espia espringue
 - Cais/buzina/cabeços/convés principal BE/escada/castelo de proa/molinete).
- Área C (círculo verde) – Área de Manobra do Castelo de proa.
 - Castelo de proa/cabeços a BE/espias/molinete.

Segundo a Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, o correu um princípio de incêndio na caldeira auxiliar do petroleiro Diva (RELATÓRIO 3). O incêndio afetou o quadro elétrico e os motores geradores, deixando o navio sem energia. O incêndio afetou o quadro elétrico e os motores geradores, deixando o navio sem energia. Foram iniciados os procedimentos de combate ao incêndio com o emprego da diesel-bomba de incêndio de emergência e, diante da constatação que o fogo continuava, foi acionado o sistema fixo de CO², empregando o disparo localizado no interior do compartimento do sistema. Durante a faina de acionamento manual ocorreu o rompimento de uma mangueira do sistema, o CO² vazou no interior do compartimento. O navio ficou à deriva e apagado, precisando ser rebocado até a baía de Guanabara e fundeado, assim possibilitando a realização de exames periciais.

A Tabela 3 mostra o tipo de acidente que ocorreu em cada relatório analisado, além de mostrar também fatores que agravaram cada situação em particular.

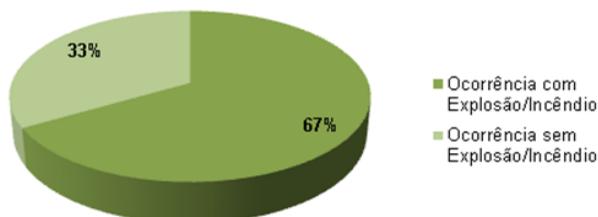
Tabela 3 – Tipo do Acidente e Agravantes

	Tipo do Acidente	Agravante
Relatório 1	Explosão	Incêndio de Combustível Associado
Relatório 2	Manobra de Atracação	-
Relatório 3	Incêndio	Rompimento de Mangueira do Sistema de Contenção

Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

A maior parte dos acidentes analisados demonstra a grande possibilidade da ocorrência de incêndio, isso ocorre devido ao tipo de material envolvido nas operações (líquidos inflamáveis), que são facilitadores para que ocorra presença de fogo. O Gráfico a seguir demonstra a porcentagem de ocorrências.

Gráfico 2 – Porcentagem de Ocorrência de Incêndio



Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

Fator 2 - Causas do Acidente:

No episódio do navio tanque "VICUÑA" (RELATÓRIO 1) algumas hipóteses foram levantadas pela equipe de perícia: ocorrência de um vazamento no "manifold" do terminal e que uma centelha proveniente de algum item da instalação elétrica do píer tenha provocado a ignição da mistura do vapor do metanol com o ar atmosférico, iniciando o processo que culminou com a explosão do navio; o rompimento das redes do navio em função de uma manobra errada de válvulas foi também considerado, uma vez que a liberação do metanol sob pressão facilitaria sua mistura com o ar atmosférico e, também, o rompimento de uma rede abriria o acesso ao interior do tanque de uma eventual chama externa provocada pela ignição do produto liberado; ocorrência de um incêndio em um eventual vazamento ocorrido no terminal que teria se propagado, por meio dos mangotes, até o interior dos tanques de carga do navio. Entretanto, não foi encontrado qualquer indício de queima ou aquecimento nas superfícies internas das duas linhas de mangotes por onde se efetuava a descarga do metanol.

A última hipótese e considerado o provável motivo foi que a fonte da ignição inicial do metanol tenha ocorrido no interior dos tanques do navio tanque "VICUÑA". A única possível fonte de ignição existente no interior dos tanques que se tem registro seria o funcionamento das bombas de carga. Essas bombas, em condições anormais,

poderiam gerar uma faísca por meio do contato de duas partes metálicas ou, então, a geração do calor em função do atrito entre os componentes da bomba.

Os rotores dessas bombas apresentavam sinais de forte corrosão intergranular e em muitos casos estavam com algumas avarias preenchidas com solda. Os mancais de apoio fabricados em material sintético apresentavam-se com desgaste acentuado e também foram encontrados corpos estranhos no interior das bombas, tais como cabos de aço, pedaços de arame, parafusos (FIGURA 11).

Figura 11 – Corpos Estranhos Encontrados no Interior das Bombas



Fonte: Marinha do Brasil (2020).

Do exame visual do local onde ocorreu o acidente com o navio da “Flumar Brasil” (RELATÓRIO 2) e do que foi apurado durante a análise e coleta de provas na Investigação de Segurança Marítima e no relato das testemunhas, os seguintes aspectos foram observados: o molinete estava com 4 a 5 voltas na saia, contrariando os procedimentos que visam evitar voltas sobrepostas e voltas mordidas; conforme depoimentos, a boça do olhal de vante, por ocasião da segunda manobra, permaneceu sem ser guarnecida; boça do olhal de ré, com amarração dobrada, não foi encontrada a bordo. Sobretudo, o relatório aponta que a vítima era que de todos os profissionais envolvidos com a manobra, a vítima era a que possuía menos experiência profissional, atuando como marinheiro de convés por 1 ano, 1 mês e 21 dias.

Diante do exposto, pode-se chegar a uma conclusão que as possíveis causas do acidente envolvem falhas operacionais devido à inexperiência do profissional envolvido na execução da manobra.

No Incêndio do petroleiro “Diva” (RELATÓRIO 3), o fator material contribuiu para o incêndio o rompimento da rede de alta pressão de óleo combustível que alimentava a caldeira auxiliar. Contribuiu para o falecimento do tripulante a ruptura da conexão da mangueira flexível de ligação da sua ampola de 45 quilogramas à rede de descarga de gás CO₂, fazendo vazar o gás. Não foi possível identificar se houve alguma falha operacional na montagem da rede de óleo combustível para a caldeira auxiliar, mas certamente a manutenção preventiva não foi efetuada, como uma precaução de segurança contra acidentes. Quanto ao acionamento do sistema fixo de CO₂, houve falha operacional na decisão de utilizar o comando local, no interior do compartimento, diante da existência de um comando remoto, localizado em local seguro.

Contudo, a combinação de falta de manutenção devida nos equipamentos e falha operacional foram de fato as possíveis causas que provocaram a sequência de acidentes nos acidentes analisados (TABELA 4).

Tabela 4 – Causas dos Acidentes Analisados

	Falha Operacional	Falha de Manutenção
Relatório 1	-	X
Relatório 2	X	-
Relatório 3	X	X

Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

Fator 3 - Impactos Ambientais:

De acordo com o Relatório 1, o navio "VICUÑA" carregava aproximadamente 1416 toneladas de óleo, equivalentes a 1467000 litros, sendo cerca de 87% desse total representado pelo óleo *bunker*. O relatório da Transpetro/Petrobras, de 13/04/05, aponta que foram recuperados 1176074 litros de óleo e 2996039 litros de água oleosa (FIGURA 12), depositados no tanque de separação do terminal da empresa em Paranaguá (PR).

A partir dessa informação, pode-se estimar que cerca de 291000 litros de óleo não foram recuperados e, portanto, vazaram para o ambiente (FIGURA 13). Considerando a predominância de óleo combustível do tipo *bunker* (densidade = 0,98), pode-se estimar que essa quantidade fosse equivalente à cerca de 290 toneladas. Além da contaminação causada pela fumaça e gases tóxicos oriundos do incêndio.

As Figuras a seguir mostram as proximidades e o local do acidente após o derramamento de óleo.

Figura 12 – Vazamento de Óleo



Fonte: Marinha do Brasil (2020).

Figura 13 – Poluição na Baía de Paranaguá

Fonte: Marinha do Brasil (2020).

No Relatório 2, a embarcação “Flumar Brasil” não sofreu danos, assim como não houve registro de poluição relacionado ao acidente.

No incêndio no petroleiro “Diva” (RELATÓRIO 3) não houve registro de poluição das águas, porém o impacto ao meio ambiente ocorreu devido a emissão de gases tóxicos oriundo do incêndio, além da emissão de CO₂ por meio do rompimento de uma mangueira.

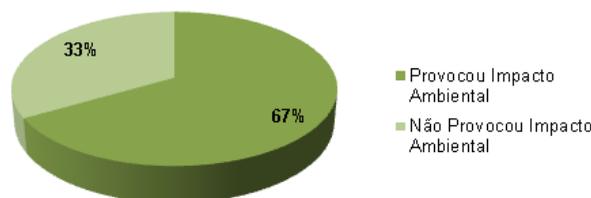
Apresentadas as informações, pode-se afirmar que apenas um acidente não provocou impactos ambientais, os demais apresentam impactos relevantes como danos ao ecossistema marinho e a atmosfera, como mostra a Tabela 5. No entanto, os relatórios produzidos pela marinha não apresentam informações que evidenciem a proporção dos impactos gerados em relação a área afetada ou a possível morte da fauna local.

Tabela 5 – Tipo de Contaminação Causada

	Contaminação do Ar	Contaminação da Água	Sem Contaminação
Relatório 1	X	X	-
Relatório 2	-	-	X
Relatório 3	X	-	-

Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

O Gráfico a seguir apresenta a porcentagem de acidentes que provocou impacto ao meio ambiente.

Gráfico 3 – Porcentagem de Acidentes que Provocaram Impacto ao Meio Ambiente

Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

Fator 4 - Registro de Vítimas:

A explosão do navio "VICUÑA" (RELATÓRIO 1) teve como consequência 4 vítimas fatais. No momento da explosão, o navio estava com 24 tripulantes a bordo, sendo que outros 4 tripulantes estavam de licença, em terra.

A tripulação constante da lista de pessoal embarcado no navio "Flumar Brasil" (RELATÓRIO 2) é composta por (26) vinte e seis tripulantes, sendo todos brasileiros e a língua de trabalho a bordo é o português. O navio dispunha de boas acomodações para todo o pessoal embarcado e operava normalmente com este efetivo a bordo. Um marinheiro de convés componente da equipe de manobra de proa foi atingido na altura da testa pela espia que se soltou do cabeço, o impacto retirou o capacete da vítima arremessando-a de encontro a uma buzina. Apesar de imediatamente socorrida e removida para o hospital, a vítima faleceu em razão dos ferimentos sofridos.

De acordo com o Relatório 3, havia dois tripulantes no local onde se iniciou o vazamento de CO₂. A alta toxicidade fez com que um dos tripulantes perdesse a consciência e quando resgatado já não apresentava sinais vitais, o segundo tripulante conseguiu se retirar e foi atendido sem maiores danos a saúde.

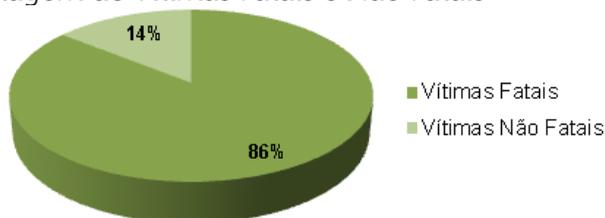
Tabela 6 – Quantidade de Vítimas

	Vítimas Fatais	Vítimas Não Fatais
Relatório 1	4	-
Relatório 2	1	-
Relatório 3	1	1

Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil, 2020

Como mostra a Tabela acima, todos os acidentes analisados registraram vítimas fatais ou não, demonstrando a alta periculosidade do trabalho embarcado. O Gráfico a seguir apresenta o quantitativo percentual de vítimas.

Gráfico 4 – Porcentagem de Vítimas Fatais e Não Fatais



Fonte: Adaptado da Marinha do Brasil (2020).

5 CONCLUSÃO

O manuseio com cargas O&G proporciona grande risco de acontecer explosões e incêndios nos acidentes em operações STS, onde 67% dos registros ocorreram os fatores citados. Cerca de 70% dos acidentes analisados provocaram impacto ao meio ambiente,

isso é consequência ligada a esse tipo de procedimento quando realizado sem preocupações rígidas com a segurança. Afinal, o vazamento de cargas O&G representa um prejuízo imediato ao meio ambiente, além dos custos necessários para conter seu impacto.

Os riscos podem estar na atracação entre navios, durante a movimentação da carga e em muitas outras etapas minuciosas e delicadas. As principais causas dos acidentes foram falhas operacionais e falta de manutenção, ou a associação dos dois fatores, por isso, a utilização de provedores de serviço capacitados associados às exigências regulatórias e técnicas é fundamental para prevenir ao máximo a ocorrência de acidentes.

Até então esse tipo de procedimento é considerado seguro, pois os acidentes registrados não estão ligados diretamente à transferência de cargas, mas sim a situações que podem ocorrer em qualquer tipo de embarcação ou operação marítima. Todavia, o índice de fatalidade nesses acidentes é altíssimo, visto que 100% dos casos levaram pessoas a óbito ou trouxeram danos à saúde, o que reforça a cautela a ser aplicada em relação aos procedimentos de segurança.

A operação STS vem se tornando mais comum no Brasil com o avanço das tecnologias, além de novos procedimentos seguros que mitigam riscos e a tornam mais viável. O crescimento vem do aumento da produção de óleo no país, que atualmente supera a capacidade de refino. A segurança é um grande foco nessa expansão, uma demonstração disso é que a Marinha realizou a regulamentação da operação STS, além de acordo entre ANTAQ e ANP.

Contudo, o desafio de promover o contínuo aumento da produtividade e diminuição de custos faz da operação STS um grande potencial nos próximos anos. Com o desenvolvimento de técnicas e de pessoas, a participação cada vez maior de empresas especializadas e o aumento da produção de petróleo e derivados no país, as operações STS representam um avanço imenso na logística do petróleo e gás, passando a serem essenciais e muito recomendadas.

Este trabalho, em sua natureza, não só buscou tentar entender questões relativas das operações STS, mas também levantar questões a serem estudadas posteriormente. Sendo assim, em seguida são apresentadas possíveis considerações para estudos posteriores: Análise dos investimentos feitos com objetivo de mitigar os riscos de acidentes; Comparação da ocorrência de acidentes e do quantitativo de investimento em medidas de segurança; Aplicação das técnicas de segurança do trabalho em operações STS; Tipos de qualificação dos profissionais envolvidos, visando melhor desempenho produtivo aliado a segurança da operação; Novas tecnologias aplicadas nas operações STS, visando mitigar os riscos de acidentes.

REFERÊNCIAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/armazenamento-e-movimentacao-de-produtos-liquidos/comunicacao-e-investigacao-de-incidentes>. Acesso em: 10 maio 2020.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Lei nº 9.966, de 28.4.2000, **DOU** de 29 abr. 2000. Disponível em: [ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução nº 811, de 16 de março de 2020. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-811-de-16-de-marco-de-2020-248327333>. Acesso em: 12 maio 2020.](http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-federal/leis/2000&item=lei-9.966--2000#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20preven%C3%A7%C3%A3o%2C%20o,nacional%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAscias.&text=Fa%C3%A7o%20saber%20que%20o%20Congresso,Art. Acesso em: 22 maio 2020.</p>
</div>
<div data-bbox=)

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/index.php/2020/01/23/antaq-debate-com-setor-regulado-proposta-de-norma-sobre-transbordo-ship-to-ship/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

BRASIL. Marinha do Brasil. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/delssebastiao-supervisiona-primeira-operacao-real-ship-shipsts>. Acesso em: 2 maio 2020.

BRASIL. Marinha do Brasil. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam08_2.pdf. Acesso em: 6 maio 2020.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9966.htm#:~:text=LEI%20No%209.966%2C%20DE%2028%20DE%20ABRIL%20DE%202000.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20preven%C3%A7%C3%A3o%2C%20o,nacional%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAscias. Acesso em: 18 maio 2020.

CELESTINO, J. Atualização das operações Ship to Ship no Brasil in workshop pré-sal: novas tecnologias e oportunidades no escoamento do petróleo do poço à refinaria. RJ: Petrobrás, 2016.

CHOUEST. Edison Chouest Offshore Companies. Disponível em: <http://www.chouest.com/vessels.html>. Acesso em: 15 maio 2020.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 398, de 11 de junho de 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575>. Acesso em: 12 maio 2020.

FRONAPE – Frota Nacional de Petroleiros. Disponível em: <https://pt.calameo.com/read/0058022440df0b7bbe830>. Acesso em: 30 abr. 2020.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Normativa nº 16**, de 26 de agosto de 2013. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=58&data=28/08/2013>. Acesso em: 16 maio 2020.

IMO – International Maritime Organization. 2004. Disponível em: <http://www.imo.org/en/Pages/Default.aspx>. Acesso em: 28 abr. 2020.

ITOPF – The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. Disponível em: <https://www.itopf.org/>. Acesso em: 13 maio 2020.

KHANNA, R. C.; BARUA, T.K. "Effects of marine oil spills". 4th Indian Oil Corp. Ltd. Int. Petrol. Conf. (Petrotech 2001). Nova Deli, Índia, 9-12 Janeiro 2001.

OLIVEIRA, J. P. **Análise do gerenciamento de riscos ambientais do transporte marítimo de petróleo e derivados no Estado do Rio de Janeiro**. Tese M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, 1993.

RIBEIRO, S. K.; COSTA, C. V.; DAVID, E. G.; REAL, M. V.; D'AGOSTO, M. A. **Transporte e mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: Mauad Ed. LTDA., 2000.

TEEKAY. Teekay Corporation. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GJxirh5bTwQ>. Acesso em: 20 jun. 2020.

TEIXEIRA, Vinicius Barros. **Operações de transbordo de petróleo nacional na baía da Ilha Grande**. 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Pós-graduação em Engenharia Oceânica – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://docplayer.com.br/43289436-Operacoes-de-transbordo-de-petroleo-nacional-na-baia-da-ilha-grande-vinicius-barros-teixeira.html>. Acesso em: 30 abr. 2020.

TETRA TECH. Relatório de adequação técnica de projeto instalações offshore do pátio logístico/unidade de tratamento de petróleo (UTP). São João da Barra-RJ, 2014.

ULLRING, S. **Green ships on a blue ocean**. Paper series DNVR-97-P002, Det Norske Veritas, Seoul, Korea, 1997.

WALKER, D.; MICHEL, K.; COLEMAN, J. C.; MICHEL, J. Oil in the sea: changes in the nature of sources and inputs since 1985. **International Oil Spill Conference**, British Columbia, Canadá, abril 2003.

WHITE, I.; MOLLOY, F. **Ships and the marine environment**. Maritime Cyprus Conference, 2001.

WILSONSONS. **Operador integrado de logística portuária e marítima do Brasil.**
Disponível em: <https://pt.wilsonsons.com.br/rebocador/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Data do recebimento: 18 de fevereiro de 2020

Data da avaliação: 9 de junho de 2020

Data de aceite: 9 de junho de 2020

1 Acadêmico do curso de graduação de Engenharia de Petróleo – UNIT. E-mail: lissonapt@hotmail.com

2 Acadêmico do curso de graduação de Engenharia de Petróleo – UNIT. E-mail: wgp_89@hotmail.com

3 Especialista; Professor do curso de graduação de Engenharia de Petróleo – UNIT.

E-mail: sandro.luis@souunit.com.br