

## **OPERAÇÃO OFFLOADING: ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS**

**SILVA, Aline Cristina Barboza da<sup>1</sup>, SANTOS, Igor da Costa<sup>1</sup>, CONCEIÇÃO, Wander Luiz da<sup>1</sup>  
SILVA, Djalma José Alexandre da<sup>2</sup>, NASCIMENTO, Sebastião<sup>3</sup>, SILVA, Vilma Tupinambá da<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Alunos do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental - ESGT - UCB <sup>2</sup> Mestrando em Engenharia de Materiais e de Processos – PUC-RJ ; <sup>3</sup> Especialização em MBA em Eng. de Equipamentos *Onshore* e *Offshore*; <sup>4</sup>Mestrado em Administração de Negócios Desenvolvimento Empresarial pela Universidade Estácio de Sá , Orientadores e Professores da ESGT - UCB

**“O mundo tornou-se perigoso  
porque os homens aprenderam a  
dominar a natureza antes  
de se dominarem a si mesmos.”**

**Albert Schweitzer**

### **RESUMO**

Uma grande parte do petróleo brasileiro produzido em campos *offshore* é escoada para a costa através do sistema de operação de *offloading*, ou de alívio. Tal operação tem importância fundamental para o desempenho de sistemas de unidades de produção *offshore* que utilizam unidades de armazenamento e alívio de petróleo – FSO ou unidades de produção, armazenamento e alívio de petróleo-FPSO. Até que ponto a operação de alívio ou *offloading* das plataformas FSO/FPSO pode gerar riscos e danos irreparáveis ao meio ambiente marinho e costeiro, uma vez que o principal risco dessa atividade petrolífera é o derrame acidental de óleo? O escopo do presente artigo é apontar os possíveis riscos da operação *offloading*, através da Análise Preliminar de Perigo – APP. Listar as principais hipóteses de vazamento durante a operação e sugerir procedimentos cabíveis tanto no âmbito da prevenção quanto da remediação e/ou ações mitigadoras a possibilidades de contaminação ao meio ambiente.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil das últimas décadas, a indústria *offshore* brasileira apresentou um crescimento surpreendente em matéria de produção de petróleo. O atual patamar da produção torna o país praticamente autossuficiente. Este fato corresponde à existência das maiores

reservas de petróleo existentes na costa brasileira, localizadas principalmente em profundidades além de 1000 metros de lâmina d'água.

Uma vez que as reservas brasileiras de petróleo em águas profundas localizam-se em regiões remotas, induziu a indústria do petróleo a investir em plataformas flutuantes como o sistema FPSO, navios com a capacidade de exploração, produção e armazenamento do óleo. Além disso, intensificou a utilização de navios aliviadores ou *Shuttler Tanker* como a principal fonte de escoamento da produção, já que o uso de dutos seria inviável economicamente. A transferência de óleo de um navio a outro se dá através da operação de *offloading*, sendo cada vez mais frequente em águas profundas por ser uma operação economicamente mais viável.

A operação de *offloading* é vital para a indústria do petróleo, sendo uma operação que faz parte de um processo de escoamento do óleo produzido em UEP chegar até os terminais petrolíferos. Até que ponto a operação de *offloading* pode gerar riscos e danos irreparáveis ao meio ambiente marinho e costeiro, sendo o vazamento acidental de óleo o principal risco dessa operação?

As hipóteses levantadas consistem em cenários que implicam em danos ambientais reparáveis ou irreparáveis a partir de derrames acidentais de óleo:

- $H_0$  – Probabilidade de a operação ser segura;
- $H_1$  – Furo linha de transferência do mangote para o *Shuttler Tanker*;
- $H_2$  – Rompimento da válvula jusante;
- $H_3$  – Colisão entre a UEP e o Aliviador.

O objetivo geral deste artigo é listar os factíveis cenários acidentais e identificar os danos ambientais existentes na operação de *offloading*.

O objetivo específico se baseia na Análise Preliminar de Perigo da operação de *offloading* e sugere medidas de prevenção e mitigadoras aos impactos ambientais provenientes dessa atividade *offshore*.

Sem dúvida alguma, a indústria do petróleo é essencial para gerar receita e empregos para a sociedade brasileira. Porém discutir sobre a degradação ambiental proveniente dessa atividade reforça o mérito do desenvolvimento sustentável.

Ao analisar os danos ambientais evidencia a importância dos estudos que viabiliza a questão da prevenção dos riscos ambientais dentro da atividade Offshore. Debater sobre a operação de *offloading* nada mais é que uma forma de difundir os possíveis impactos sobre o

meio ambiente decorrente de vazamento de óleo de forma acidental, bem como relacionar, além de sugerir medidas de precaução e mitigação ao dano.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada na elaboração do presente trabalho foi fundamentada na revisão bibliográfica, que envolveu a consulta a livros, artigos em periódicos científicos e não científicos e à documentação oficial de órgãos do governo brasileiro, tais como a Agência Nacional do Petróleo e o Conselho Nacional do Meio Ambiente. Algumas das informações aqui apresentadas foram extraídas a partir da visita aos *websites* oficiais de empresas de petróleo e de órgãos de governo. Foi utilizada também uma ferramenta de análise de riscos: APP - Análise de Preliminar de Perigo.

## **DESENVOLVIMENTO**

As plataformas do tipo FPSO, unidade flutuante de produção, estocagem e transferência de petróleo, são unidades constituídas a partir de navios tanques ou balsas com a proficiência para processar e armazenar o petróleo, e realizar a transferência tanto do petróleo quanto do gás natural.

O projeto de uma FPSO consiste na reestruturação do convés do navio, o qual recebe uma planta de processo para separar e tratar os fluidos produzidos pelos poços. Após a separação da água e do gás, o petróleo é armazenado no próprio tanque do FPSO. De tempos em tempos, esse óleo estocado no tanque é transferido para um navio aliviador.

Pela imprescindível capacidade de grandes armazenamentos de óleo, as unidades de FPSO são formatadas a partir de navios tipo VLCCs e ULCCs. Os maiores FPSO têm capacidade de processar em torno de 200 mil bpd, e aproximadamente 2 milhões de metros cúbicos de gás por dia.

Este tipo de UEP é utilizado na indústria *offshore* quando os campos petrolíferos são alocados em regiões remotas e apresenta poços superiores a 1000 metros de lâminas d'água. Fazer uso de dutos submarinos, nesse caso, torna-o inviável tanto por parte de logística quanto na economia. No Brasil, a primeira unidade do Tipo FPSO chamado PP Moraes começou a operar em 1979, explorando o Campo de Garoupa, na Bacia de Campos.

Os navios aliviadores consistem em embarcações com a finalidade de transportar e/ou escoar a produção de petróleo das UEP aos terminais petrolíferos localizados na costa.

Os navios aliviadores ou *shuttle tankers* basicamente apresenta três modelos de embarcações quanto ao porte ou a capacidade seus tanques de carga, conforme o Quadro 1:

**Quadro 1: Tipos de Navios Aliviadores**

Tipos / Porte dos Navios Aliviadores	Deadweight	Carga - Tonelada
Panamax	(50.000 – 80.000)	48.500 – 77.600
Aframax	(80.000 – 120.000)	77.600 – 116.400
Suezmax	(120.000 – 200.000)	116.400 – 194.000

Fonte: SILVA, José Lima da. Modelo de Cálculo do Custo de Escoamento de Óleo da Bacia de Campos – RJ, usando a Técnica de Custo Baseado na Atividade – ABC Costing. Nota : PUC Rio – Certificação Digital N°0321256/CA

Segundo José de Lima da Silva (2005), “os nomes atribuídos aos portes das embarcações têm uma relação com as dimensões que possibilitam a passagem pelo Canal do Panamá (PANAMAX) e pelo Canal de Suez (SUEZMAX), sendo o AFRAMAX decorrente da abreviatura de *American Freight Rate Association*.”

No aspecto operacional, os navios aliviadores configuram-se duas formas de sistema de ancoragem, a primeira classificada em sistema de ancoragem convencional e a segunda como sistema de posicionamento dinâmico – DP – *Dynamical Positioning*.

Os navios aliviadores são peças fundamentais para a indústria do petróleo com a localização dos poços de petróleo em regiões cada vez mais remotas, submete o escoamento da produção via navio aliviador, neste caso por questões financeiras e logísticas.

A Operação de *Offloading* ou de Alívio tem uma fundamental importância para o escoamento da produção de petróleo. Consiste na transferência de óleo de uma embarcação para outra, conforme figura 1. O *Offloading* é uma das operações mais usadas no ramo *offshore*, de certo uma das mais arriscadas também.



**Figura 1: Operação *Offloading***

A seguir, etapas da operação de offloading:

- Alinhamento de ambas as embarcações, procedimento denominado de *in tandem*, onde o FPSO alinha a popa ou proa com a proa do aliviador, distância cerca de 150 metros entre as mesmas.
- Manobras de amarração de um navio a outro, com o uso de cabos guias. Essas manobras geralmente são efetuadas à luz do dia, boa visibilidade e condições ambientais adequadas, mas poderá acontecer à noite.
- Conexão do mangote de transferência. O mangote é uma espécie de mangueira flexível, geralmente com 12 polegadas de diâmetro e 250 metros de comprimento e nas extremidades são conectados flanges fixos. Na maioria das vezes, o mangote é mantido em uma espécie de carretel e disposto lateralmente ao FPSO até a próxima operação.
- Bombas de Carga. Bombeamento de óleo de uma embarcação para outra acontece com o auxílio de bombas submersas no interior de cada tanque ou localizadas na sala de bombas presente na praça de máquina. Em geral, utiliza-se de duas a três bombas acionadas por motor diesel.
- Acompanhamento por pessoas. No decorrer do processo da operação de offloading, o acompanhamento permanente por uma pessoa em cada estação assegura e intensifica o monitoramento de eventuais problemas que possam surgir durante toda operação.
- Final de operação. Após a operação, o mangote de transferência é lavado e guardado. Desconexão dos cabos da manobra de amarração. Partida do navio aliviador para os terminais de descarga.

As ocasiões da operação de *offloading* podem variar em torno de 40 operações ao ano. Em média, a cada operação totaliza um carregamento de 245.310 barris, cerca de 39.000m<sup>3</sup> de petróleo. A taxa de transferência do óleo de uma embarcação para outra a parti de 1000 m<sup>3</sup>/h e com uma duração total de 20 a 36 horas de operação *offloading*.

A Análise Preliminar de Perigo (APP) é uma metodologia fundamentada na identificação dos perigos que podem ser causados através de eventos indesejáveis. A aplicabilidade desta metodologia abrange desde fase de projeto como a de início de operação de um sistema e também na revisão geral de segurança de um sistema já em operação.

Dentro da APP são apontadas e/ou levantadas as causas de cada um dos possíveis eventos acidentais e as suas respectivas consequências. Em seguida, é feita uma avaliação qualitativa do risco associado a cada cenário acidental, considerando a frequência de ocorrência do evento acidental segundo as causas da severidade do cenário de acidente. Os resultados obtidos configuram-se de forma qualitativa, sem estimativas numéricas.

O escopo da APP envolve eventos perigosos cujas causas originam-se de instalação analisada, englobando desde falhas nos componentes e sistemas a eventuais erros operacionais ou de manutenção. A metodologia APP é realizada através do preenchimento de uma planilha padrão para cada subsistema de uma determinada instalação. Após o preenchimento da planilha elabora-se um gráfico cartesiano denominado de Matriz de Referência de Risco, no qual são representados pelos pares ordenados “Categoria de Frequência” e “Categoria de Severidade”, ambos obtidos para cada hipótese. A seguir, os quadros 2, 3 e 4 apresentam os critérios de classificação para cada categoria citada acima:

**Quadro 2: Categoria de Frequência**

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>A</b> <b>Provável</b>	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.	$P > 10^{-1}$
<b>B</b> <b>Razoavelmente Provável</b>	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação.	$10^{-2} \leq P < 10^{-1}$
<b>C</b> <b>Remota</b>	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da Instalação.	$10^{-3} \leq P < 10^{-2}$
<b>D</b> <b>Extremamente Remota</b>	Teoricamente possível, porém extremamente pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação.	$P < 10^{-3}$

**Quadro 3: Categoria de Severidade**

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
<b>I</b> <b>Desprezível</b>	Nenhum dano ou dano não mensurável.
<b>II</b> <b>Marginal</b>	Danos irrelevantes ao meio ambiente e às pessoas.
<b>III</b> <b>Crítica</b>	Possíveis danos ao meio ambiente causados por liberações de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis. Pode provocar lesões de gravidade moderada às pessoas ou impactos ambientais com tempo reduzido de recuperação.
<b>IV</b> <b>Catastrófica</b>	Impactos ambientais devido a liberações de substâncias químicas, tóxicas, ou inflamáveis. Pode provocar mortes ou lesões graves às pessoas ou impactos ambientais com tempo de recuperação elevado.

**Quadro 4: Matriz de Riscos**

<b>Frequência</b>	<b>Severidade</b>			
	<b>I</b> <b>Desprezível</b>	<b>II</b> <b>Marginal</b>	<b>III</b> <b>Crítica</b>	<b>IV</b> <b>Catastrófica</b>
<b>A</b> <b>Provável</b>	<b>RM</b>	<b>RM</b>	<b>RA</b>	<b>RA</b>
<b>B</b> <b>Razoavelmente Provável</b>	<b>RB</b>	<b>RM</b>	<b>RM</b>	<b>RA</b>
<b>C</b> <b>Remota</b>	<b>RB</b>	<b>RB</b>	<b>RM</b>	<b>RM</b>
<b>D</b> <b>Extremamente Remota</b>	<b>RB</b>	<b>RB</b>	<b>RB</b>	<b>RM</b>

Nota: Sendo: RB –Risco Baixo, RM – Risco Médio, RA – Risco Alto

A análise realizada neste trabalho baseou-se no preenchimento de uma planilha de APP, elaborada no contexto da operação de *offloading*, a mesma contém nove colunas, cuja descrição segue após o Quadro 6.

**Quadro 6: APP no contexto da operação de *offloading***

Análise Preliminar de Perigo – APP								
Empresa:			Instalação: <b>FPSO e Shuttle Tanker</b>			Data:		Folha: <b>01/02</b>
Elaborado por:					Processo: <b>Operação de Offloading</b>			
Perigo	Causas	Detecções	Efeitos	Cat. Freq	Cat. Sev.	Cat. Ris.	Recomendações	Hipótese
Furo na linha	- Corrosão	- Alarme - Visual	- Perda de produto no navio. - Danos materiais.	D	III	RB	- Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linha; - Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	00
Ruptura de linha	- Sobrepressão devido ao fechamento de válvula a jusante (erro de operação ou falha intrínseca)	- Alarme - Visual	- Perda de produto no navio com possibilidade de atingir o mar. - Possibilidade de ocorrência de incêndio. - Parada de produção. - Danos materiais.	D	III	RB	- Seguir programa de treinamento e atualização dos operadores; - Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linha; - Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	01
Ruptura de linha	- Choque mecânico (por exemplo, queda de carga ou peça pesada)	- Alarme - Visual	- Perda de produto no navio com possibilidade de atingir o mar. - Possibilidade de ocorrência de incêndio. - Parada de produção. - Danos materiais.	D	III	RB	- Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas; - Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	02
Ruptura do mangote de transferência entre o FPSO e o Navio Aliviador	- Erro de operação – realização da transferência fora das condições estabelecidas nos procedimentos para a realização do <i>offloading</i> .	- Alarme - Visual	- Perda do produto no mar. - Danos materiais. - Parada de produção.	C	III	RM	- Seguir programa de treinamento para as situações de emergência; - Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas; - Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta; - Acionar Plano de Contingência - Acionar Plano de Emergência Individual – PEI; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	03

Análise Preliminar de Perigo – APP

Empresa:		Instalação: FPSO e Shuttle Tanker			Data:		Folha: 02/02	
Elaborado por:				Processo: Operação de Offloading				
Perigo	Causas	Detecções	Efeitos	Cat. Freq	Cat. Sev.	Cat. Ris.	Recomendações	Hipótese
Colisão entre o FPSO e o Navio Aliviador	- Erro de operação – realização da transferência fora das condições estabelecidas nos procedimentos para a realização do <i>offloading</i>	- Visual - Radar - Sonoro - Alarme	- Possibilidade de lesões graves aos operadores - Possibilidade de homem ao mar - Possibilidade de afundamento da embarcação - Perda do produto no mar - Possibilidade de incêndio - Danos materiais - Parada de Produção	D	IV	RM	- Seguir procedimentos operacionais - Seguir procedimentos de observar continuamente o radar - Acionar Plano de Contingência - Acionar Plano de Emergência Individual – PEI - Seguir programa de treinamento para as situações de emergência; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	04
Condições meteoceanográficas	- Condições de mar adversas - Ventos fortes - Chuvas	- Visual - Alarme no painel - Consulta a boletins meteorológicos	- Perda de produto no navio com possibilidade de atingir o mar - Possibilidade de ocorrência de incêndio - Parada de Produção - Danos materiais	D	IV	RM	- Acionar Plano de Contingência - Acionar Plano de Emergência Individual – PEI - Seguir programa de treinamento para as situações de emergência; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente. - Acionar Plano de Emergência Individual – PEI, se o produto atingir o mar	05
Vazamento em válvulas, junta e conexões	- Erro de montagem ou fadiga do material	- Visual	- Perda do produto no mar	C	II	RB	- Seguir programa de treinamento para as situações de emergência; - Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas; - Seguir programa de treinamento dos responsáveis pela montagem e manutenção - Acionar Plano de Emergência Individual – PEI, se o produto atingir o mar; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	06
Vazamento através das bombas	- Falha na montagem ou desgaste do selo da bomba	- Visual - Alarme	Perda do produto no navio	C	II	RB	- Seguir programas de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas; - Seguir o procedimento de contratação de mão de obra qualificada - Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (alarmes, sensores, válvulas etc.) - Seguir programa de treinamento dos responsáveis pela montagem e manutenção; - Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.	07

1º Coluna: Perigo – esta coluna contém os perigos identificados e relacionados a eventos acidentais, com potencial para causar dano.

2º Coluna: Causa – as causas de cada perigo são descritas nesta coluna, as mesmas podem envolver tanto falhas intrínsecas de equipamentos (vazamentos, rupturas, falhas de instrumentação, entre outros) como erros humanos de operação.

3º Coluna: Detecções – os modos existentes para detectar o perigo ou a causa são indicados nesta coluna.

4º Coluna: Efeitos – são listadas nessa coluna as possíveis consequências geradas a partir dos eventos.

5º Coluna: Categoria de Frequência do Evento Acidental – esta coluna utiliza o critério de classificação descrita no quadro 2. Cada evento de acidente é classificado e fornece uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência para os eventos identificados

6º Coluna: Categoria de Severidade do Evento Acidental – os cenários de acidente são classificados em categorias de severidade conforme o quadro 3.

7º Coluna: Categoria de Risco – da combinação entre as categorias de frequência e severidade obtém-se uma Matriz de Riscos, conforme apresentado no quadro 5.

8º Coluna: Recomendações/ Observações - nesta coluna apresentam-se recomendações ou observações pertinentes ao cenário de acidente, as medidas identificadas são numeradas de forma sequencial.

9º Coluna: Numeração da hipótese – esta coluna contém um número de identificação da hipótese acidental, sendo preenchida sequencialmente para facilitar a consulta a qualquer hipótese de interesse.

Todas as hipóteses acidentais identificadas e discutidas resultam em vazamento de óleo para o mar. As mesmas foram dispostas no quadro 7, a seguir.

**Quadro 7: Hipóteses Acidentais na Operação de *Offloading***

<b>Hipóteses Acidentais</b>	<b>Descrição</b>
<b>00</b>	Furo na linha.
<b>01</b>	Ruptura de linha devido à pressão por fechamento de válvula a jusante.
<b>02</b>	Ruptura de linha devido a choque mecânico.
<b>03</b>	Ruptura do mangote de transferência entre o FPSO e o Navio Aliviador devido a desgaste do material ou erro de operação.
<b>04</b>	Colisão entre o FPSO e o Navio Aliviador.
<b>05</b>	Condições meteoceanográficas adversas.
<b>06</b>	Vazamento em válvulas, junta e conexões.
<b>07</b>	Vazamento através das bombas.

As recomendações e/ou observações contidas na 8ª coluna das planilhas de APP são sugeridas para os eventos cujos riscos são considerados como inaceitáveis. Estas recomendações visam à redução da frequência e/ou à magnitude das suas consequências das hipóteses acidentais apresentadas. As recomendações identificadas para a operação de *offloading* e aplicadas na metodologia da Análise Preliminar de Risco encontram-se listadas no quadro 8 a seguir.

**Quadro 8: Recomendações das Planilhas de APP**

<b>Recomendações</b>	<b>Descrição</b>
<b>R 01</b>	Seguir o programa de inspeção e manutenção dos equipamentos e linhas.
<b>R 02</b>	Seguir programa de inspeção, manutenção e teste dos sistemas de segurança (alarmes, sensores, válvulas etc.).
<b>R 03</b>	Seguir o procedimento de contratação de mão de obra qualificada.
<b>R 04</b>	Seguir procedimentos operacionais.
<b>R 05</b>	Seguir os procedimentos que garantam a disponibilidade do sistema de coleta.
<b>R 06</b>	Seguir programa de treinamento para as situações de emergência.
<b>R 07</b>	Seguir procedimentos de observar continuamente o radar.
<b>R 08</b>	Seguir procedimentos de observar continuamente o radar.
<b>R 09</b>	Seguir procedimento de registro e investigação das causas de acidente.
<b>R10</b>	Acionar Plano de Contingência.
<b>R 11</b>	Acionar Plano de Emergência Individual – PEI.
<b>R 12</b>	Acionar Plano de Emergência Individual – PEI, se o produto atingir ao mar.

Apresenta-se a seguir a Matriz de Risco elaborada com base nas planilhas de APP das páginas anteriores e segue o modelo do quadro 9:

**Quadro9: Matriz de Risco da Operação *Offloading***

Severidade				
Frequência	I Desprezível	II Marginal	III Crítica	IV Catastrófica
<b>A</b> Provável				
<b>B</b> Razoavelmente Provável				
<b>C</b> Remota		02	01	
<b>D</b> Extremamente Remota			03	02

Observa-se que nesta análise realizada não houve nenhuma hipótese classificada de Risco Alto. Cabe ressaltar que foram consideradas as hipóteses acidentais cuja classificação das consequências é igual ou superiores a Crítica (III).

#### **VAZAMENTO DE ÓLEO – IMPACTOS AMBIENTAIS**

Dentre as hipóteses acidentais apresentadas no capítulo anterior, delas 60% visualizam a principal causa de poluição acidental dentro da operação de *offloading*, o vazamento de óleo.

Apesar de serem classificados em riscos baixos e médios, os cenários acidentais recebem maior atenção para o seu combate devido a suas consequências críticas e catastróficas sobre os ecossistemas atingidos.

Os impactos ambientais de um vazamento de óleo nos ecossistemas costeiros e oceânicos podem variar em função do tipo e composição do óleo (°AP<sup>1</sup>), da quantidade derramada, da época do ano, condições meteoclimáticas, da localização geográfica, da persistência e biodisponibilidade dos hidrocarbonetos e do estado biológico dos organismos na hora da contaminação.

Para determinar o grau de impacto e/ou efeito causado pelo derrame sobre a flora e fauna marítima é necessário conhecer as propriedades, como densidade e a viscosidade, e os aspectos físicos e químicos do óleo, características estas que auxiliam na tomada de decisão para mitigar o dano ambiental num possível acidente. Vale ressaltar que as medidas mitigadoras devem estar contidas no PEI, segundo a Resolução Conama 398/08.

No quadro 9 a seguir, serão apresentados alguns efeitos do óleo sobre o ambiente marinho:

**Quadro 9: Impactos do Vazamento de Óleo no Ambiente Marinho.**

Grupo	Impacto	Principal Dano	Observações
<i>Fitoplâncton</i>	Redução na luminosidade na coluna d'água.	Como base da cadeia alimentar, o fitoplâncton contaminado também funciona como agente na contaminação de toda a cadeia.	Concentrações por volta de 0,1 mL/L de óleo na água causam retardamentos na divisão celular dos <i>fitoplânctons</i> . Para causar a morte, a concentração estaria por volta de 1 mL/L.
<i>Zooplâncton</i>	Redução na luminosidade na coluna d'água.	Causa efeitos indiretos sobre a nutrição e o comportamento desses organismos.	Zooplancônicos apresentam altos índices de mortalidade nos primeiros meses após a poluição acidental.
<i>Bentos</i>	O recobrimento.	Causa sufocamento; a aglutinação afeta a mobilidade; e a intoxicação, resultando em morte ou em efeitos subletais.	Efeitos sobre os bentos das regiões mais profundas.
Peixes	Intervenção no funcionamento das brânquias, causando seu colapso e o contato e ingestão, causando a morte.	A contaminação dos peixes constitui um grande prejuízo econômico para os pescadores das regiões costeiras.	Efeitos subletais, são mais significativos para os peixes, pois causam alterações na alimentação, migração, crescimento e reprodução das espécies.
<i>Quelônios</i>	A poluição das águas.	Interfere na alimentação e locomoção e prejudica o ciclo de vida das tartarugas marinhas	É uma das principais ameaças de extinção.
Aves costeiras e marítimas	Contato.	Perda da impermeabilidade de uma pequena área da plumagem pode prejudicar o isolamento térmico e a flutuabilidade.	As espécies mais afetadas são as que eventualmente nadam ou mergulham, como gaivotas, patos, atobás, mergulhões etc.
Animais mamíferos	Contato.	Irritação das vias respiratórias, dispneia aguda, irritação cutânea, perturbações digestivas e perturbações do sistema nervoso.	Embora seja visível a contaminação dos animais mamíferos por petróleo, muitas vezes, a causa da morte não é descoberta.

Fonte: MONTEIRO, Aline Guimarães. Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamento de Óleo, **Estudo de Caso do Complexo Reduc-DTSE. & Projeto Tamar.**(www.tamar.org.br)

O conhecimento das áreas vulneráveis ao vazamento é de grande importância na orientação das atividades operacionais durante o combate ao óleo, de maneira que promova proteção ambiental. Sendo áreas cuja abrangência vai desde áreas destinadas à maricultura, pesca, esportes náuticos e lazer, bem como os ecossistemas marinhos como manguezais, marismas, costões rochosos e praias.

No que se refere à forma de limpeza do óleo, algumas formas consideradas eficientes e eficazes apresentam grande impacto no ambiente marinho, às vezes muito pior que o próprio petróleo. Por isso, a limpeza se torna um fator muito relevante no grau de impacto de vazamento de óleo.

Além dos danos causados sobre o ecossistema, o derrame de acidental de óleo também pode provocar impacto socioeconômico como: paralisação das atividades econômicas associadas ao mar (a pesca, o turismo e indústrias que dependem da qualidade do mar) e riscos à saúde pública.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a metodologia aplicada no presente trabalho, concluímos que a Operação de *Offloading* apresenta riscos médios e baixos, ambos pertinentes a essa atividade offshore. Do ponto de vista operacional, a offloading pode ser considerada segura.

Ressaltamos que na questão ambiental a operação apresenta probabilidades de ocasionar uma catástrofe ambiental proveniente do vazamento de óleo e, em alguns casos irreparáveis. Contudo, é sugerida uma fiscalização periódica pelos órgãos responsáveis por esse tipo de atividade no mar e uma qualificação profissional no pessoal do setor com o intuito de manter sempre a operação segura e sustentável, colaborando sempre com o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

MAY, P. H (org).; **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 101 p. ISBN 978-85-352-3765-8.

MONTEIRO, A. G. Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais Provocados por Vazamentos de Óleo Estudos de Caso do Complexo Reduc-DTSE. 2003. 293p. **Tese (Doutorado em Planejamento Energético e Ambiental)** – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PRADO, F. L L. Simulador de Operações de Offloading para Unidades FSO e FPSO. 28 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Naval)** –Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PROJETO TAMAR. Disponível em:< <http://www.tamar.org.br/>> Acesso em 10 dez.2010.

SILVA, J. L. Modelo de Cálculo do Custo de Escoamento de Óleo da Bacia de Campos – RJ, Usando a Técnica de Custo Baseado na Atividade- ABC Costing. 2005.118p. **Dissertação (Mestrado em Logística)** – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SISTEMA COMPARTILHADO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS. Disponível em: < <http://siscom.ibama.gov.br/> > Acesso em 28 out. 2010.

SUZANO, M. A. Análise de Predição em Conformidade com a “IBR” Aplicada a Estruturas OffShore. 2010. 78p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica)** –Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

PETROBRAS. Disponível em < <http://www.petrobras.com.br/pt/>> Acesso em 10 out.2010.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em < <http://www.petrobras.com.br/pt/>> Acesso em 03 nov.2010.

CONAMA. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/conama/>> Acesso em 15 nov.2010.

MOTHÉ, C. G.; JUNIOR, C. S. **Petróleo Pesado e Ultrapesado reservas e produção mundial.** Disponível em < <http://www.tnpetroleo.com.br> >. Acesso em 27 nov.2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008.** Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas, e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Publicada no DOU nº 111, de 12 de junho de 2008, Seção I, páginas 101-104.

UNIVERSIDADE CASTELO BRANCO. **Guia de Trabalho de Conclusão de Curso, Escola Superior de Gestão e Tecnologia , Curso de Administração.** Rio de Janeiro, 2010. 23p.